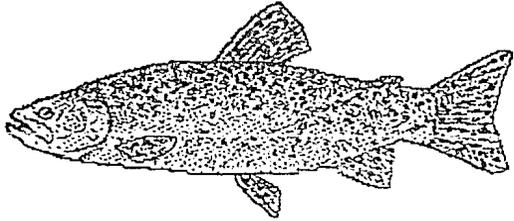




UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**EVALUACION DEL CULTIVO INTENSIVO  
DE TRUCHA ARCO IRIS  
SALMO GAIRDNERI  
(RICHARDSON 1836)  
EN JAULAS PLOTANTES CON  
ALIMENTO "EXTRUDIZADO"**



**FACULTAD DE CIENCIAS**

**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  
**EVODIO MERINO NAMBO**

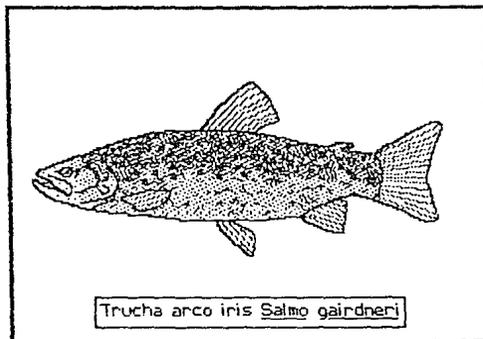


## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



## I N D I C E

RESUMEN	1
I. JUSTIFICACION	2
II. ANTECEDENTES	5
III. OBJETIVOS	15
IV. FACTORES FISICOS	16
V. FACTORES BIOLOGICOS	21
VI. NUTRICION DE PECES	40
VII. ECONOMIA DE CULTIVOS DE PECES	43
VIII. MATERIAL Y METODO	49
IX. RESULTADOS	59
X. ANALISIS ECONOMICO	88
XI. BIOTECNOLOGIA	97
XII. DISCUSION	102
XIII. CONCLUSIONES	111
XIV. RECOMENDACIONES	112
XV. APENDICE	114
XVI. BIBLIOGRAFIA	135

## RESUMEN

En la evaluación del cultivo intensivo de trucha arco-iris *Salmo gairdneri* (Richardson, 1836) en cajas flotantes de 4x4x4 m (64 m<sup>3</sup>) en la presa 'Pucuató' (Mich.) una dieta "extrurizada" con 38 % de proteína resultó ser mejor que una dieta "peletizada" con 22 % de proteína considerando, la edad de los peces, la densidad de cultivo, la tasa de crecimiento individual, la tasa de incremento de biomasa, el factor de condición, el factor de conversión de alimento, la tasa de mortalidad y el análisis económico.

Los peces que consumieron alimento "peletizado" después de un periodo de cultivo de 177 días a densidades de 1000, 1000, 1000, 3000, y 3000 peces por caja, presentaron mortalidades de 10.68 % en promedio, con un mínimo de 9.4 y un máximo de 11.6, una conversión alimenticia promedio de 7.56 kg de alimento consumido por kg de trucha producido, no alcanzaron talla comercial (230-250 g) con resultados negativos en el aspecto económico pues no se cubrieron los gastos de producción. La tasa de incremento individual en promedio fue de 0.38 g/día, con un mínimo de 0.17 g/día a densidades de 3000 peces/caja y un máximo de 0.41 g/día a densidades de 1000 peces/caja. La producción total en promedio fue de 1.76 kg/m<sup>3</sup> con un mínimo de 1.52 kg/m<sup>3</sup> a densidades de 1000 peces/caja y un máximo de 2.10 kg/m<sup>3</sup> a densidades de 1000 peces/caja. El análisis de covarianza y varianza de las densidades y edades utilizadas, 3000, 1000 peces/caja, 9 y 15 meses, mostró que las densidades utilizadas no afectaron la tasa de crecimiento individual ni la de producción de biomasa, pero si lo hicieron las edades utilizadas. Se recomienda profundizar en estudios nutricionales de 9 a 14 cm donde esta dieta "peletizada" mostró más deficiencias.

Los peces que consumieron alimento "extrurizado" después de un periodo de cultivo de 186 días a densidades de 1500, 463, 2500, 2500, y 1500 peces por caja, presentaron mortalidades de 5.24 % en promedio con un mínimo de 4.5 y un máximo de 6.0, una conversión alimenticia promedio de 3.1 kg de alimento por kg de trucha producido con un mínimo de 2.5 y un máximo de 3.6, alcanzaron talla comercial en las cinco cajas lo que permitió mejoras en el aspecto económico rebasando el punto de equilibrio y permitiendo una alternativa de rentabilidad mediante una buena planeación. La tasa de incremento individual promedio fue de 1.27 g/día, con un mínimo de 1.01 g/día a densidades de 2500 peces/caja y un máximo de 1.86 g/día a densidades de 463 peces/caja. La producción total promedio fue de 7.55 kg/m<sup>3</sup> con un máximo de 9.07 kg/m<sup>3</sup> a densidades de 2500 peces/caja y un mínimo de 3.5 kg/m<sup>3</sup> a densidades de 463 peces/caja. El análisis de covarianza y varianza de las densidades y edades, 2500 y 1500 peces/caja, 15 y 21 meses, utilizadas mostró que ambas, edad y densidad no influenciaron la tasa de crecimiento individual ni la de producción de biomasa por lo que no se alcanzó la densidad de carga del sistema.

La dieta "extrurizada" no mostró diferencias en las edades utilizadas por lo que es recomendable utilizarla solo en las tallas probadas (15 a 30 cm). Se recomienda profundizar en estudios nutricionales que permitan desarrollar un mejor alimento que disminuya la tasa de conversión de alimento para mejorar las condiciones económicas del cultivo.

Se define la tecnología que debe ser aplicada en cuerpos de agua susceptibles para el cultivo intensivo de trucha arco-iris en cajas flotantes, así como las necesidades para que el cultivo alcance condiciones óptimas que permitan una producción económicamente rentable. Se propone la utilización de una caja de las mismas dimensiones pero con un diseño que permite un mejor manejo y control del cultivo.

La presa 'Pucato' presentó condiciones favorables para el cultivo intensivo de trucha arco-iris, con temperatura del agua de 12 a 18 C con 15 C en promedio, pH 6.2 a 7.5, oxígeno disuelto 6.0 a 9.9 mg/lit. Los resultados obtenidos permiten visualizar que el cultivo intensivo de trucha en cajas flotantes es económicamente rentable bajo las condiciones de cultivo de la segunda etapa.

Se recomienda no utilizar alimentos "peletizados" o "extrurizados" con menos de 38 % de proteína y si es posible utilizar la dieta "extrurizada" con cajas de 4x4x4 m (64 m<sup>3</sup>) a densidades iniciales de 2500 peces por caja con peso (g) y longitud patrón (cm) iniciales de 50 g y 15 cm, que pueden alcanzar talla comercial (230 - 250 g), con una mortalidad total de 5.0 % y con rendimientos un poco superiores a los 500 kg/caja en un periodo de cultivo de 6 meses, lo que permite la planeación de la producción para desarrollar sistemas de cultivo económicamente rentables.

Se proponen módulos de 20 cajas con una producción anual de 20 toneladas, lo que permite rebasar el punto de equilibrio, pagar el crédito de avío, la cuota refaccionaria y obtener unas ganancias que permiten el desarrollo sano del cultivo desde el punto de vista económico. Aunque es necesario todavía incrementar las investigaciones a nivel nutricional para desarrollar alimentos con mejores rendimientos y probar densidades mayores que las utilizadas para mejoras económicas del cultivo.

“给人一条鱼， 一餐就吃完。  
教会人养鱼， 一生有鱼吃。”

## I. JUSTIFICACION

Para el año 2000 habrá más de 6 mil millones de habitantes en el Planeta, de continuar las tendencias actuales de crecimiento de la población mundial, lo que significará un fuerte incremento en los problemas de alimentación y bienestar social, sobre todo en las regiones del Tercer Mundo donde la tasa de crecimiento demográfico es en promedio de 3.3 % y con una mayor necesidad de producción de alimentos.

Esta necesidad de crear sistemas de producción de alimentos para satisfacer la demanda causada por la explosión demográfica, ha originado que la acuicultura se desarrolle a un nivel industrial cuya potencialidad permite producir alimentos ricos en proteínas y vitaminas esenciales para la buena nutrición humana.

No sólo la capacidad de explotación sino su característica de recurso renovable hacen de la acuicultura un factor determinante para satisfacer la demanda actual de alimentos.

Una estimación de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) indica que en nuestro país no se satisfacen las necesidades calóricas básicas y en particular las proteicas y aunque la producción agrícola va en aumento, con una tasa anual de 2.2 %, la de alimento per cápita difícilmente se mantiene constante en el inadecuado nivel en que se encuentra, ya que la tasa de crecimiento demográfico es de 2.5 %.

Agreguemos a esto las necesidades y modo de vida de una población siempre creciente y que utiliza a tasa acelerada todos los recursos naturales disponibles renovables o no. De persistir tal tasa de incremento en la población, para el año 2000 seremos 120 millones los seres que poblemos este país. Ya que difícilmente se logrará una estabilidad inmediata, debido a nuestros factores socioculturales, económicos y políticos los problemas serán aún mayores (Flores 1982).

- 
- 1) Dad un pez a un hombre y comerá una sola vez.  
Eseñadle a cultivar peces y comerá toda su vida.

Es por esto, que los planteamientos particulares e integrales de la problemática nacional requieren soluciones inmediatas que permitan un control poblacional, una utilización de los recursos naturales, humanos y económicos más racional con una distribución más equilibrada de bienes y servicios.

Por lo antes dicho podemos considerar a la Acuicultura en base a la gran catidad y variedad de nuestros recursos hidrobiológicos, como un medio para lograr la producción de alimentos ricos en proteína tan requerida y colaborar con el desarrollo económico del país.

Es bien conocido que uno de los aspectos más prioritarios, para el fomento de la acuicultura en México es el logro de un desarrollo tecnológico propio para la alimentación de organismos acuáticos bajo cultivo, basado en necesidades de tipo biológico, ecológico, económico, social y cultural del país (Doreste 1979).

Ante estos planteamientos se nos presenta la necesidad de crear una tecnología adecuada para la elaboración de nutrimentos balanceados para organismos acuáticos, así como su evaluación en los centros de cultivo mismos, considerando tanto los factores, biológicos económicos y sociales, para el establecimiento de unidades de producción de peces para consumo humano que permitan una explotación económica rentable, como es el caso de esta investigación y específicamente en el cultivo intensivo de trucha arco-iris (*Salmo gairdneri*, Richardson) en cajas flotantes en la presa "Pucuateo" utilizando una dieta balanceada "extrurizada".

Esta investigación sobre la evaluación de una dieta "extrurizada" en el cultivo intensivo de trucha arco-iris en cajas flotantes, formó parte del Programa de formulación y evaluación de dietas que se llevó a cabo en forma conjunta entre la Dirección General de Acuicultura del Departamento de Pesca (DePes) y Alimentos Balanceados de México (ALBAMEX) y además de la trucha también incluye otras especies como son; tilapias, carpas, bagres, langostinos, cocodrilos y tortugas.

## II. ANTECEDENTES

### CONCEPTO DE ACUICULTURA

La Acuicultura es el arte y ciencia del cultivo de organismos acuáticos (peces, crustáceos, moluscos y otros) conservándolos y reproduciéndolos en las mejores condiciones de vida y desarrollo, mejorando sus características genéticas, con el propósito de satisfacer las necesidades alimenticias humanas (Chazari 1883, Bardach 1972). Según Medina et al (1976) en un concepto más moderno la definen como la biotecnia que comprende el uso de métodos y técnicas de manejo y control de recursos bióticos cuyo medio de vida normal es el agua, al menos en una etapa de su ciclo biológico, así como el manejo de su hábitat. Además especifican que el término más apropiado en español desde el punto de vista etimológico es acuicultura. Acuicultura es un anglicismo originado de la palabra inglesa Aquaculture (Aqua=agua, culture=cultivo). Aunque oficialmente la Secretaría de Pesca usa el término acuicultura.

Tang (1976, tablas B1, B2, B3 del apéndice) indentifica su finalidad con propósitos de: investigación, producción institucional, producción privada comercial, y de apoyo a la pesquería. Clasificándola según: el tipo de cultivo, en base a sus características ambientales, su estructura física y la especie particular cultivada; El sistema de cultivo, en base a las características de los procedimientos y técnicas de manejo de la población en cultivo, características del alimento y alimentación de la especie, y procedimientos y técnicas especiales de manejo, y ; a la intensidad de manejo en base a la producción natural de alimento, el uso de alimento artificial y el control del medio de cultivo.

### LA IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION EN EL DESARROLLO DE LA ACUICULTURA.

La acuicultura no es más antigua de 2500 años, pero la investigación científica en acuicultura no tiene más de 60 años. La necesidad de investigación en acuicultura es generalmente aceptada, pero la naturaleza de la investigación y como debe llevarse a cabo permanece incierta. Se pueden considerar dos categorías de investigación para las necesidades de la acuicultura: 1) Investigación aplicada y de desarrollo; y 2) Investigación básica dirigida.

Se distinguen cuatro niveles de investigación : 1) conocimiento y solución de problemas inmediatos en prácticas acuaculturales; 2) experimentación para determinar las mejores técnicas; 3) diseños y determinación de fenómenos químicos y fisiológicos para seleccionar características especiales en los organismos; y 4) investigación interdisciplinaria que permita la solución de problemas técnicos, económicos y sociales.

## NECESIDADES DE INVESTIGACION EN LA ACUICULTURA.

Los principales elementos y necesidades de un programa de investigación en Acuicultura son:

- 1) Selección de especies para cultivo
- 2) Selección de sitios adecuados
- 3) Diseño y construcción de instalaciones
- 4) Reproducción
- 5) Densidades de siembra y tamaños de cosecha
- 6) Nutrición
- 7) Control del ambiente de cultivo
- 8) Enfermedades
- 9) Predadores
- 10) Genética
- 11) Bioenergética
- 12) Tecnología de cosecha
- 13) Mercado del producto
- 14) Economía comparativa de diferentes sistemas de producción .

## SISTEMAS DE PRODUCCION EN CAJAS FLOTANTES.

### CONCEPTO.

Las cajas flotantes son sistemas de producción acuaculturales constituidos por una caja como tál, que permite mantener a los peces en cautiverio con adecuado flujo de agua, consta además de un sistema de flotación y otro de sostén que permiten la fijación de la caja en un sitio definido y pueden estar flotando al nivel del agua, flotando a cierta profundidad o descansando en el fondo.

### HISTORIA.

El concepto de cultivar peces en cajas esta lejos de ser nuevo. Este método descrito por primera vez por Lafont y Savean en 1951 (citado en Hickling 1962) es tradicionalmente usado desde hace dos siglos en Campuchea (Cambodia). Originalmente es proveniente de la mejora de métodos de almacenamientos de peces vivos en cajas de bambú, en vista de una comercialización posterior. Actualmente es practicado mucho a lo largo del Tonle Sap, del Mekong y de sus afluentes (Pantulu 1976a).

Históricamente este método de cultivo piscícola ha sido poco a poco propagado a otros países del cercano oriente. En Tailandia es donde al principio las cajas flotantes en agua corriente son utilizadas después de una cincuentena de años al menos al método camboyano (Ling 1967).

Es en la isla de Java, Indonesia, que la técnica se desarrolla después de 1965 (Huet 1956; Djajadierdja y Jankuru 1977). En 1958 los inmigrantes camboyanos introducen sus cajas flotantes en Viet-Nam y después este método de cultivo de peces es rápidamente desarrollado (Lagler 1976; Pantulu 1976a). Existen hasta hoy diez mil cajas flotantes de madera produciendo más de 50 000 toneladas de peces por año.

En el comienzo, la práctica del cultivo de peces en cajas se expandió poco hacia los países asiáticos antes mencionados, probablemente debido a la falta de alimento adecuado. Con el desarrollo de la manufactura de la formulación completa de alimentos de peces el cultivo en cajas se expandió hacia todo el mundo en forma acelerada durante las dos últimas décadas. Usando alimento para peces de formulación completa, el cultivo en cajas no ha dependido más del suministro de alimento natural, y a llegado a ser un método de cultivo de peces intensivo practicado en muchos tipos de aguas, tales como las aguas costeras, reservorios, lagos y aún aquellos profundos lagos que no habían sido explotados, fosas mineras, deltas de ríos, canales de irrigación, etc.

El cultivo en cajas ha sido introducido y ha sido desarrollado en aquellos países en que las condiciones del agua lo permiten y se tienen alimentos artificiales adecuados y donde la carne del pez tiene un rol importante en la dieta humana como son: Japón, la Unión Soviética, países costeros de Europa, Canadá y Estados Unidos. En nuestros días en algunos países particularmente Japón y Noruega el cultivo de peces en jaulas se realiza en gran escala en plantas bien desarrolladas, el diseño de las cuales es un considerable trabajo de ingeniería.

El cultivo de peces en jaulas es un método muy intensivo para producir carne de pez en condiciones de alta densidad en pequeños encierros artificiales. El cuerpo de agua donde se coloca la caja, asegura el medio ambiente acuático y el oxígeno necesario para el pez, mientras que otras precondiciones de producción, fundamentalmente la de alimentación adecuada son suministradas artificialmente.

La popularidad de la rápida esparción del cultivo en jaulas radica en las siguientes ventajas;

#### VENTAJAS DEL CULTIVO DE PECES EN CAJAS FLOTANTES.

- a) Es adaptable a varios lugares. Aguas costeras tranquilas del mar, bahías, reservorios, lagos naturales, estanques artificiales, ríos, deltas de ríos, canales de salida y de irrigación donde hay lugares para anclar las jaulas sin que se interfiera con sus funciones originales.

- b) El pez puede ser cultivado en jaulas en tales Áreas y lugares donde otros métodos de producción son imposibles.
- c) La población de peces en jaulas se observa directamente, y las manipulaciones pueden llevarse a cabo en forma simple, como consecuencia de la alta densidad de los peces. La captura de los peces es rápida y la mecanización puede fácilmente introducirse.
- d) El cultivo comercial en jaulas puede adaptarse rápidamente a la demanda del mercado y puede producir peces para la venta durante todo el año.
- e) Es una tecnología adecuada para peces carnívoros, por ejemplo: la trucha o el bagre en monocultivo.
- f) El capital de inversión para producir una unidad de carne de pez es menos, sólo el 35-40 % del capital de inversión para el cultivo de peces en estanques.
- g) El cultivo en jaulas puede llevarse a cabo a un nivel comercial o a un nivel de subsistencia.

#### DESVENTAJAS DEL CULTIVO DE PECES EN CAJAS FLOTANTES.

- a) Como la cantidad del alimento natural dentro de las jaulas es despreciable en muchas circunstancias, alimento para pez de formulación completa tiene que ser suministrado en condiciones adecuadas de cantidad y calidad. Estos alimentos son frecuentemente más caros especialmente si el pez requiere de un alto valor constituyente en proteínas. Al cultivar peces filtradores en cajas colocadas en canales y ríos que transportan agua rica en plancton y alimento natural esta desventaja no ocurre.
- b) Debido a la densidad la probabilidad de infección por bacterias y parásitos es muy alta, los peces mantenidos completamente con alimento artificial y en condiciones de alta densidad, generalmente son más susceptibles de tales infecciones. Colocando a los peces al menos a dos metros arriba del fondo del sitio de cultivo se puede evitar la infección por parásitos bentónicos y un suministro de bactericidas en el alimento evita la infección por bacterias junto con una adecuada calidad de agua.
- c) La población es más sensitiva a una baja en el contenido de oxígeno disuelto en el agua, pronto pierden el apetito o una sofocación parcial puede ocurrir en serios casos debido a la deficiencia de oxígeno. un flujo apropiado y uso de aireadores puede evitar este problema.

- d) La provisión de material adecuado para la siembra de las jaulas para granjas de cultivo necesita una organización precisa y un buen funcionamiento de la producción de alevines y su distribución. El cultivo de peces en jaulas no puede estar basado en la producción y distribución aleatoria del material de siembra.
- e) Los riesgos de robo o pérdida de la población en cultivo son representativos si no se cuenta con una vigilancia adecuada y una constitución resistente de la caja para evitar fugas.
- f) Interferencia esporádica de poblaciones de peces naturales alrededor de las cajas, esto puede evitarse con una red de protección al rededor de las cajas.

#### SELECCION DE ESPECIES PARA CULTIVO EN CAJAS FLOTANTES.

Es deseable que las especies de peces seleccionadas para ser cultivadas en cajas reúnan las siguientes características;

Desde el punto de vista biológico y fisiológico:

- Crecimiento rápido.
- Aceptación del alimento distribuido en la caja.
- Aprovechamiento cómodo del alimento aceptado.
- Buena eficiencia de conversión del alimento.
- Tolerancia a fuertes densidades de población.
- Buena tolerancia a las condiciones limnológicas existentes, aún si ocasionalmente empeoran (en particular, baja de oxígeno disuelto).
- Buena resistencia a enfermedades y parásitos.
- Obtención fácil de los alevines necesarios.

Desde el punto de vista económico:

- Existencia de mercado para la especie.
- Gran valor de mercado, a una talla promedio de preferencia.
- Fácil comercialización en estado fresco si es posible

## RESULTADO DEL CULTIVO DE PECES EN AGUA DULCE EN CAJAS FLOTANTES EN OTROS PAISES.

El tradicional método de cultivo en cajas camboyano se extendió a numerosos países del Lejano Oriente y finalmente a Japón donde fue adoptado en 1950.

Después del éxito del cultivo en cajas del pez de cola amarilla (*Seriola quinqueradiata*) en aguas salobres en Japón, el método se expandió en aguas dulces del país, donde la carpa fue cultivada en cajas (Kuronoma 1968), para 1963 la producción anual en cajas alcanzó 5,749 tons., esto es el 22 % de la producción de carpas en Japón.

El cultivo de peces en cajas comenzó a esparcirse a otros países que cultivan peces por todo el mundo casi simultáneamente con la introducción de alimento de formulación completa para peces. Este método fue introducido en E.U. en 1964. El cultivo en cajas de bagre de canal en agua dulce alcanzó buenos resultados en E.U. donde *Ictalurus punctatus* fue producido en cajas flotantes ancladas en estanques, reservorios y lagos naturales.

Collins (1970, 75) comenzó el cultivo intensivo de bagre de canal en un reservorio que nunca antes había sido usado para piscicultura, en su experimento usó cajas de malla de fierro con cerca de 1 m<sup>3</sup> de agua en uso, durante un período de crecimiento de 150 días, los peces doblaron el peso de su cuerpo cada 30 días, la mejor tasa de conversión alimenticia fue de 1.3 usando "pelets" flotadores conteniendo 40 % de proteína. 217 kg/m<sup>3</sup> de pez se obtuvo en la cosecha, pero él no consideró esta cantidad como un máximo.

Schmittou (1969) comenzó sus experimentos en 1967 en estanques rústicos. Las cajas fueron hechas de tiras de madera con una tela galvanizada rígida. Un total de 1.3 kg de "peletizados" fue requerido para producir 1 kg de pez usando "pelets" flotantes, la más alta cosecha alcanzada fue de 210 kg/m<sup>3</sup> de bagre de canal, la posición de cada caja en relación a las otras y la incidencia de corriente de agua se encontró que tiene efecto sobre la producción de peces en las cajas. El tamaño de la malla se encontró que también es significativo factor en la producción de peces en jaulas, no debe ser tan grande que permita la salida de los peces ni tan pequeño que impida el paso adecuado de agua. La frecuencia del intercambio del agua fue considerada como el mayor factor limitante en la producción de bagre de canal en cajas.

Lewis (1976) en su experimento usó un sistema especial de cajas, que tenían fondos de forma piramidal con un hoyo en el que los desechos orgánicos (alimento no consumido, excrementos, etc.) fue continuamente succionado por una bomba, los desechos fueron sometidos a biofiltración y reciclados al estanque para utilizarlos como nutrientes para mantener a peces que se alimentan de zooplácton.

En Europa el cultivo experimental en cajas comenzó en afluentes calientes de plantas termoeléctricas, así la temporada de crecimiento de la carpa fue extendida considerablemente y buenos resultados se alcanzaron en tales condiciones, especialmente en la parte media del país donde la temporada de crecimiento en los estanques es sólo de tres meses. Los rendimientos alcanzados en diferentes localidades fueron muy variados pero algunas veces tan altos como 100 kg/m<sup>2</sup>. Los peces fueron alimentados con granos de cereal con tasas de conversión alimenticia de 5 a 6 kgs. de alimento por kg. de pez (Hickling 1971).

Ahora, el cultivo de carpa común en cajas flotantes se ha esparcido a los grandes reservorios de la Unión Soviética, llamados mares interiores (Romanytseva 1977). Las granjas de cajas fueron establecidas en bahías poco profundas y protegidas para evitar los daños causados por las tormentas que frecuentemente azotan estos reservorios. Los resultados alcanzados en la producción de carpa fueron buenos considerando las variantes de sal en tales bahías.

El híbrido de dos especies de esturión Huso huso y Acipenser (nombre ruso 'bester') fue también exitosamente cultivado en la Unión Soviética. Este híbrido se adapta muy bien a las condiciones de agua dulce y crece muy rápido. Utiliza una dieta artificial bien y su carne tiene un alto valor en el mercado (Romanytseva 1979). Esta especie es también cultivada en Hungría con buenos resultados.

En la República Democrática Alemana las investigaciones en el cultivo de carpa común comenzaron en 1966. Ahora el cultivo en cajas bien manejado juega un importante papel en la utilización de aguas naturales y reservorios (Steffens 1970). Durante los últimos años granjas de cajas en gran escala fueron establecidas en la República Democrática Alemana. La granja estatal pesquera de Prenzlau produce más de 100 tons. de carpa de tamaño comercial anualmente, la producción se logra en 132 cajas de sostén metálico suave de 6 x 3 m. montada con red de perlón, su profundidad es de 3 m., la atención personal de la granja es sólo de dos personas.

La tabla A del Apéndice enumera la mayoría de las especies de peces actualmente utilizadas en cultivos en cajas flotantes en agua dulce, en estado experimental o comercial. Estas especies pertenecen principalmente a algunas familias de peces: Ciprinidae (*Cyprinus carpio*), Siluridae (*Pangasius* sp.), Clariidae (*Clarias* sp.), Ictaluridae (*Ictalurus punctatus*), Channidae (*Ophiocephalus* spp.) y Salmonidae (*Salmo gairdneri*). Algunas otras especies son cultivadas experimentalmente en cajas con fin de determinar su potencialidad en aguas dulces, se trata en particular de carpas chinas, de *Silurus glanis*, de *Corogonus* spp., y de *Tilapia* spp. Entre estas últimas *Tilapia aurea* ha sido experimentada con éxito después de 1968 en cajas suspendidas en estanques en la Universidad de Auburn, Alabama, U.S.A (Schmittou, 1970, Suwannasart, 1971; Pagan 1973) y *Tilapia nilotica* se ha revelado plena de promesas en Africa (Coche 1977). Los híbridos de tilapia principalmente el de *Tilapia mosambica* x *Tilapia hornorum* han tenido más éxito.

El policultivo intensivo de peces en cajas ha sido experimental solo hasta ahora, parece sin embargo presentar ciertas ventajas. En Hungría resultados muy estimulantes han sido obtenidos asociando la carpa común (65%) a las carpas chinas (18% *H. molitrix* y 18% *A. nobilis*), en 177 días de cultivo, *Cyprinus carpio* ha pasado de 110 a 540 g. y de 17 a 200 (Müller y Váradi 1980). En Puerto Rico los ensayos han comensado combinando el cultivo de *Tilapia aurea* y de *Ictalurus punctatus* (Pagan 1974).

Idealmente las cajas de cultivo deben ser de costo poco elevado, de buena durabilidad y de fácil mantenimiento. Estos criterios son satisfechos diferentemente según la disponibilidad de los materiales, según la importancia del cultivo considerado y según las inversiones que pueden ser consideradas en la óptica económica local.

#### CONDICIONES DE CULTIVO.

La densidad óptima (kg pez/m<sup>3</sup>) depende de circunstancias individuales y es un parámetro de considerable importancia económica, en ausencia de una circulación de agua adecuada a altas densidades de peces se puede reducir la concentración de oxígeno en el agua a niveles bajos muy peligrosos, mientras densidades de biomasa superiores a 35 kg/m<sup>3</sup> pueden ser posibles bajo condiciones favorables para salmónidos, una densidad máxima real a largo plazo bajo condiciones de operación comercial es entre 10 a 20 kg/m<sup>3</sup> (Huguenin 1978) densidades tan altas como 100 kg/m<sup>3</sup> son mantenidas con turbot (*Atheresthes stomias*) de tres años de edad y lenguado (*Pleuronectes platessa*) que muestra una máxima densidad de 87 kg/m<sup>3</sup>, la brema marina se ha cultivado a densidades de 60 kg/m<sup>3</sup> con peces de 400 g.

El pámpano mostró el mayor incremento en biomasa a 49 kg/m<sup>3</sup> para peces de 30 g y se produjo a 141 kg/m<sup>3</sup> al final de periodo de cultivo con 158 g de peso promedio, aunque la tasa de crecimiento declinó a una densidad de 90 kg/m<sup>3</sup>. En contraste a estos valores el cola amarilla (*Seriola quinqueradiata*) el cultivo comercial en Japón se inicia a cerca de 3 kg/m<sup>3</sup>, dependiendo del tamaño del pez a cerca de 10 kg /m<sup>3</sup> en la cosecha (Fujiya, en Bardach 1972).

La alimentación es una operación funcional vital que incluye muchas consideraciones biológicas, meteorológicas, de calidad del agua, económicas y de control de proceso (Webber y Huguenin 1978), ya que la cantidad de alimento es varias veces mayor que la biomasa de cultivo se requiere planear el tipo de alimento que se debe usar, su almacenaje y distribución, donde se puede incorporar el uso de alimentadores automáticos considerando como puedan afectar la tasa de conversión alimenticia o la disminución del uso de la mano de obra.

Las funciones de operación y manejo generan requerimientos de ingeniería que deben ser considerados en la etapa de diseño, como selección de redes resistentes a las condiciones meteorológicas del cultivo y a la adherencia de organismos que provoquen disminuciones en la tasa de recambio o aumento del peso total de la estructura, redes secundarias para evitar que material flotante dañe las cajas o que predadores las rompan, diseñar sistemas de flotación que permitan además el fácil uso de la infraestructura para la realización de operaciones de siembra, alimentación, tratamientos, alometría y cosecha.

En resumen las producciones netas alcanzadas con las especies más importantes en condiciones experimentales y comerciales varían considerablemente, y se pueden sumarizar en la forma siguiente:

especie	producción kg/m <sup>3</sup>	producción kg/m <sup>3</sup> /mes
<i>C. carpio</i>	7.5 - 164	2 - 35
<i>L. punctatus</i>	30 - 175	6 - 19
<i>S. gairdneri</i>	27 - 60	7 - 15
<i>L. nilotica</i>	34 - 64	6 - 17

## EL CULTIVO DE PECES EN CAJAS FLOTANTES EN MEXICO

El cultivo de peces en cajas flotantes fue iniciado en México por Morales en 1972, al cultivar tilapias spp. utilizando cajas flotantes de red de nylon con una estructura de tubo de PVC, en la presa Miguel Alemán en Daxaca, (Departamento de Pesca 1981). Este sistema de cultivo se ha difundido ahora en la mayoría de los estados de la República, y se ha utilizado sobre todo con, carpas, tilapias, trucha, bagre, langostino y camarón, aunque sólo a nivel piloto o experimental, y en pocos casos a nivel comercial.

## EL CULTIVO INTENSIVO DE TRUCHA EN CAJAS FLOTANTES.

Dentro de la acuicultura el uso de cajas flotantes ha tenido gran éxito debido a que se reducen los costos de infraestructura lo cual permite una producción económica. En lo que respecta al cultivo de trucha arco-iris en cajas flotantes en países como Japón, Dinamarca, Noruega, Tasmania, Estados Unidos, República Democrática Alemana y Canadá ha tenido muy buenos resultados.

Las cajas flotantes utilizadas en el mar superior del Japón son aproximadamente de 100 m<sup>2</sup> cada una con una profundidad de 4 a 5 m. son de forma rectangular, se mantienen extendidas por tiras de bambú, flotan por medio de tanques de aceite y las esquinas del fondo están ancladas por medio de cables, se recomienda no trabajar con cajas separadas, sino con baterías de 10 o más.

El rango de conversión de trucha alimentada con peces de agua dulce es de 2.9 a 10 C y es algo superior al pez marino, en la Bahía de Okachi se cultivan truchas de un año (23 cm de longitud), son aclimatadas al agua marina, se les confina en cajas flotantes a 150 m. de la orilla, son alimentadas con perdigones hechos de pescado, fécula y vitaminas, en nueve meses las truchas alcanzan 40 cm de longitud. Por supuesto, esto se deriva del elevado nutrimento que proporciona el mar, los rangos de conversión son actualmente de 1:1 (Bardach 1972). La trucha arco-iris es cultivada en las aguas salobres de Dinamarca y en aguas marinas de Noruega, la trucha es cultivada en agua dulce y gradualmente aclimatada en agua marina, pueden ser cultivadas a densidades mayores que en agua dulce y con un rango de conversión aparentemente mejor (Bregnballe 1968).

En Noruega el cultivo de salmón del atlántico (*Salmo salar*) y trucha arco-iris (*Salmo gairdneri*) comenzó a inicios de la década de los 1960's, sin embargo, la producción llegó a ser importante hasta 1970, la producción de 1979 fue 4,142 tons de salmón y 2,691 tons de trucha, el valor total fue 216.7 millones de kronors noruegos (\$45 millones USA) para 1985 la producción total esperada es de 15 a 20 mil toneladas de salmón y trucha anualmente. Debido a las condiciones geográficas favorables, buena temperatura y calidad del agua, 250 granjas están en operación y 200 licencias más esperan autorización. Todas las granjas son similares en tamaño, producción y técnica, con cajas ortogonales con ocho a diez m. de diámetro que producen salmón de más de 2.5 kg y trucha de 1.5+ kg, que son exportadas a otros países de la Comunidad Económica Europea, principalmente Alemania Democrática (Hansen 1982).

En Suecia "pelets" secos han sido utilizados en los cultivos de trucha arco-iris de un año confinadas en jaulas flotantes de nylon en el mar, los pelets son suministrados automáticamente y el factor de conversión es casi el mismo que en agua dulce 1:1.4 (Shoperclaus 1962). Las jaulas también se utilizan actualmente en Tasmania con trucha arco-iris y trucha café (*Salmo trutta*); En Escocia con trucha arco-iris y salmón del Atlántico (*Salmo salar*) y en Quebec, Canadá con trucha de arroyo (*Salvelinus fontinalis*).

En la Unión Soviética una compleja tecnología del cultivo en cajas de trucha arco-iris (*Salmo gairdneri irideus*), ha sido también elaborada (Miheev et al 1974). La meta del cultivo en cajas es producir trucha de tamaño comercial excedida de 250 g. de peso, calculando un 10 % de mortalidad y una cosecha de 80 peces/m<sup>3</sup>, lo que corresponde a una producción de 20 kg por m<sup>3</sup>, por cada kg de producción 2.5 kg de alimento "peletizado" son necesarios.

En Estados Unidos se cultiva principalmente salmón del Pacífico (*Oncorhynchus kisutch*) y trucha arco-iris (*Salmo gairdneri*) tres granjas operan en el estado de Maine, de las cuales la más grande tiene 20,000 m<sup>3</sup> de volumen de cajas bajo manejo, y al menos cuatro operan en el Pacífico noroccidental, aunque las tasas de crecimiento varían estos peces pueden crecer de 15 a 340 g. en 6 a 8 meses en agua de mar. La empresa Domsea Farms Inc. de Bremeton, Washington opera 30,000 m<sup>3</sup> de cajas flotantes en dos localidades diferentes. Aproximadamente 900 tons por año de pez de plato se producen en E.U.A.

### III. O B J E T I V O S .

- Evaluar una dieta "peletizada" y otra "extrudizada" considerando la densidad por caja y la edad de los peces en función de:
  - \* El crecimiento en talla y peso
  - \* El factor de condición de los peces
  - \* mortalidad
  - \* El factor de conversión del alimento
  - \* La producción por caja
  - \* Condiciones de cultivo
- Análisis Económico del Cultivo.
- Definir la biotecnología de cultivo.

## IV. FACTORES FISICOS

## Area de trabajo

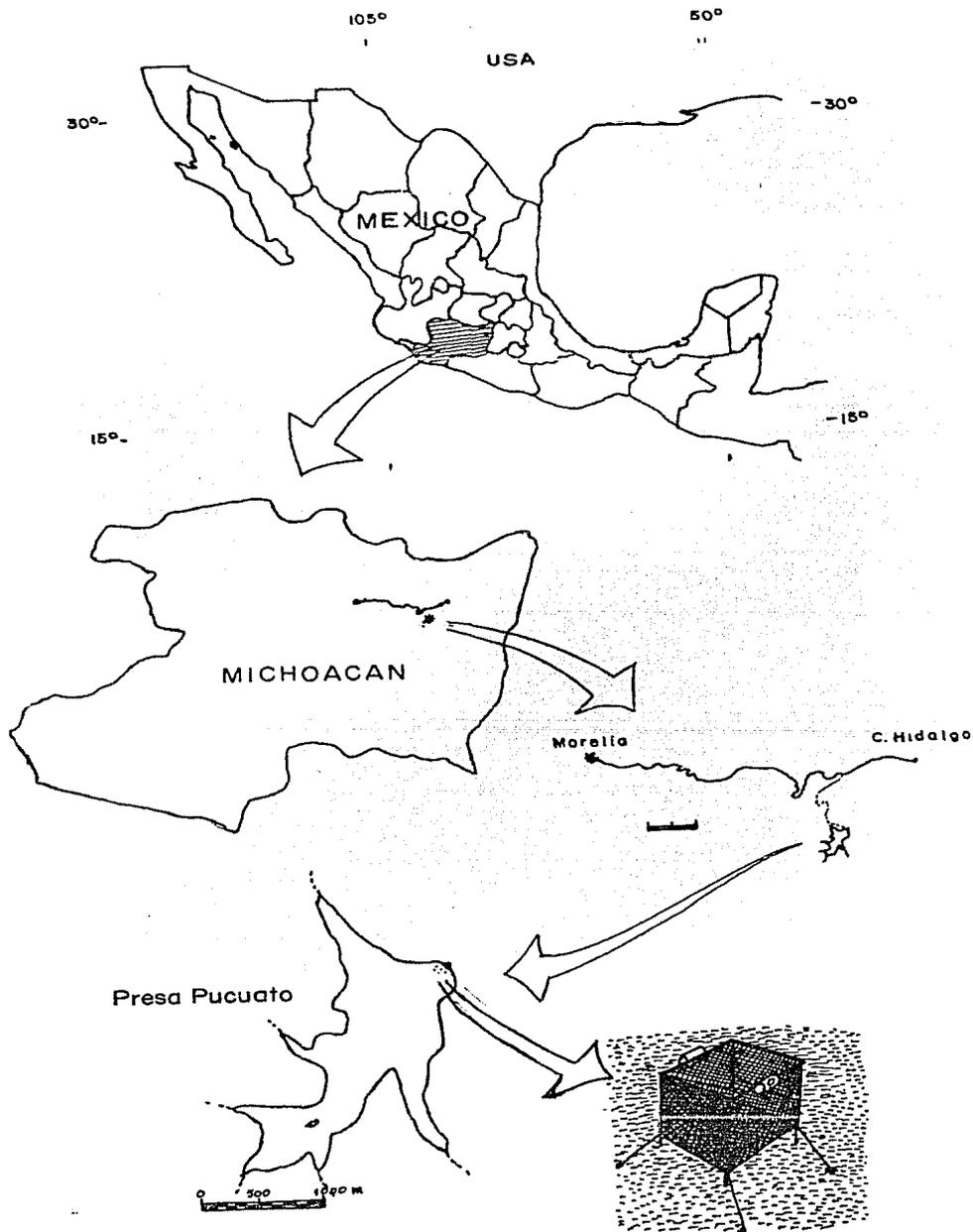
La Presa Pucuato fue construida en 1943 por la Comisión Nacional de Irrigación, con un costo de 1.1 millones de pesos, siendo Presidente de la República el Gral. de División Manuel Avila Camacho, actualmente pertenece al distrito de riego num. 45 Tuxpan de Ciudad Hidalgo, Mich., tiene una capacidad total de 11.3 millones de m<sup>3</sup>, su máxima capacidad disponible es de 10.3 millones de m<sup>3</sup>, con una superficie de 130 ha. con una profundidad promedio de 8.3 m y una profundidad máxima de 10.5 m, durante los meses de octubre a febrero. La mínima capacidad disponible durante el mes de junio es de 5.7 millones de m<sup>3</sup> con una superficie mínima de 95 ha, con una profundidad media de 6.0 m. y máxima de 8.3 m. Su uso principal es de riego, que beneficia una superficie de 1,800 has.

La presa Pucuato se localiza a 100° 41' 16" longitud norte y a 19° 35' 51" latitud oeste, a una altitud sobre el nivel del mar de 2500 m., a 30 km en dirección oeste de Cd. Hidalgo, en el municipio del mismo nombre, en el estado de Michoacán, presenta problemas de accesibilidad en época de lluvias, ya que los últimos 8 km son de brecha en mal estado (carta DETENAL Morelia E14-1).

Clima: su clima según la clasificación de Köppen modificada por García (1964) es el C(W2)wi', con temperatura media ambiente anual de 14 C y la del mes más frío de -1 y 8 oC, es el más húmedo de los templados subhúmedos con lluvias en verano, con precipitación media anual de 875.93 mm., cociente P/T= menor de 55.0 con porcentaje de lluvia invernal menor al 5% del anual, con poca oscilación anual de temperaturas medias mensuales entre 7 y 5 C. (Estación 16-043, R.H.)

Vegetación: Bosque de pino-encino, comunidades de árboles formados por diferentes especies de *Pinus spp* (pino) y *Quercus spp* (encino) con dominancia de las primeras, se encuentra en casi todos los sistemas montañosos del país, principalmente entre los 1000 y 2800 m de altitud sobre el nivel del mar. Bosque de encino-pino, comunidad de árboles de los géneros *Quercus* y *Pinus* con dominancia del primero, se desarrollan en diferentes condiciones ecológicas de disturbio de bosque de pino o de pino-encino,

La presencia de estas dos comunidades se debe a la explotación forestal de la comunidad de pino-encino que origina una comunidad de encino-pino con dominancia del primero.



Las dos comunidades se encuentran alrededor de la presa, la de pino-encino hacia la zona noreste-sureste que es la que no está en explotación, y la de encino-pino en la zona noroeste-suroeste, que es la que estuvo en explotación y en algunos sitios se ha desforestado completamente, por lo que esta parte es la que aporta mayor contenido de solutos durante la época de lluvias en verano.

**Geología:** la presa descansa sobre un lecho de rocas del terciario superior de tipo volcánico-sedimentario e igneas extrusivas. Su fondo es por lo general fangoso, con materia orgánica abundante.

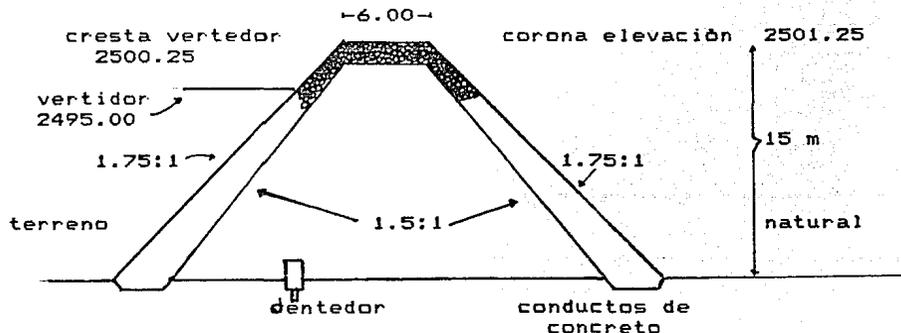
**Edafología:** Th + Ao + 1/2 ; El suelo predominante es andosol húmico, que se forma a partir de cenizas volcánicas, en condiciones generales tiene vegetación de pino encino; el suelo secundario Acrisol órtico que presenta acumulación de arcillas en el subsuelo, es ácido y muy pobre en nutrientes, presente en zonas templadas y tropicales lluviosas, en condiciones naturales tiene vegetación de bosque, de colores rojizo a amarillo y es susceptible a la erosión; ambos suelos tienen una textura media con predominancia de limos y arcillas.

**Hidrografía:**

Presa de almacenamiento  
Distrito de riego  
Estación climatológica  
Subcuenca hidrológica  
Cuenca hidrológica  
Región hidrológica

16-26 Pucuató  
DR - 45 Tuxpan  
16 - 073 Pucuató  
G ; Río Tuxpan-Pucuató  
H ; Río Tacámbaro  
RH18 ; Río Balsas

**Sección máxima de la presa:**



Nombre	Pucuat	Vaso	
Corriente	Pucuat	Capacidad de azolve	3.58 km <sup>3</sup>
Estado	Michoacán	Capacidad útil	6.18 km <sup>3</sup>
Año de terminación	1946	Superalmacenamiento	1.54 km <sup>3</sup>
Constructor	SRH	Capacidad total	11.3 km <sup>3</sup>
Propósito	riego	Coordenadas mapa	7 - B
escurrimiento	200-500 mm	Cuenca	Tacámbaro

#### Geología del Vaso:

Presa		Vertedor		obra de toma
tipo	TE	tipo	L	conducto
altura	15 m	carga max	1.25 m	carga max. 8.85 m/s
long corona	172 m	long. cresta	40 m	sup. regada 1 800ha
volumen	80,000 m <sup>3</sup>	capacidad	120 m <sup>3</sup> /s	

#### Hidrología:

temperatura	14-18 C invierno-verano
oxígeno	mínima de 6.0 en mayo
pH	6.5-7.5
carbonatos	8 mg/l
bicarbonatos	35 mg/l
dureza total	38 mg/l
Calcio	24 mg/l
magnesio	14 mg/l
cloruros	0.2 mg/l
conductividad	0.111 mhos/cm
sólidos disueltos	79.9
calidad del agua	C1-S1 riego

#### Biología:

Tiene poca variedad planctónica con dominancia de cladóccera (*Daphnia* sp.) y copépodos (*Cyclops* sp.), con larvas de insectos acuáticos (Chironómidos). El fitoplancton tiene también poca variedad con dominancia de clorofitas y cianofitas.

Existen seis especies de peces introducidas en la presa; dos autóctonas de la región, la acómara (*Algansea lacustris*) y el pescado blanco (*Chirostoma estor*); dos nativas del país, la lobina negra (*Micropterus salmoides*) y la trucha arco-iris (*Salmo gairdneri*); y dos exóticas carpa común (*Cyprinus carpio*) y carpa dorada (*Caraceus auratus*).

## SELECCION DE LA ESPECIE DE CULTIVO

Debido a que la presa presenta condiciones ambientales para especies de agua fría, se seleccionó a la trucha arco-iris (*Salmo gairdneri*) por ser una especie ya presente en el embalse y por contar con las facilidades de obtención de las crías del Centro Acuícola "Pucúato", que se encuentra a 300 m de la cortina de la presa y se alimenta de agua de ésta.

### El Centro Acuícola "Pucúato"

Fue construido en 1954 a iniciativa de la S.R.H. con el propósito de producir crías de trucha arco-iris para la repoblación de embalses y ríos dentro de su zona de influencia. Dentro una área de 3000 m<sup>2</sup> cuenta con un canal conectado al conducto de la presa con un gasto de agua de 120 l/s que se distribuye después de pasar por un filtro a una sala de incubación de 10x15 m con 10 tinas rectangulares para huevos; 6 estanques de 3 x 1 m para alevines, 7 estanques para crías de 1.2 x 12 m, 5 estanques circulares de 6 m de diámetro y dos estanques rústicos de 20 x 20 m. Tiene además una casa habitación y oficina, un pequeño laboratorio y un almacén de alimentos y herramientas de trabajo.

## V. FACTORES BIOLÓGICOS

## LAS TRUCHAS

Las truchas son exclusivamente peces de agua fría, limpia y cristalina, pertenecientes a la familia Salmonidae que incluye también a los salmones. Todas las especies son originarias del Hemisferio Norte, pero se encuentran distribuidas artificialmente en el Hemisferio Sur.

Dentro de este grupo encontramos distribuidas en México a la trucha arco-iris *Salmo gairdneri*, Richardson y en forma más restringida a la trucha de arroyo *Salvelinus fontinalis*, Mitchell, a la trucha dorada mexicana *Salmo chrysogaster* Needham y Gard, y la trucha de Baja California *Salmo nelsoni*, Everman. Especies endémicas de la parte norte del país, en los arroyos, ríos y embalses de la Sierra Madre Occidental, y de la Península de Baja California. De éstas la que más interés tiene en la piscicultura es la trucha arco-iris por su demanda en el mercado y adaptación al cultivo.

## CARACTERÍSTICAS TAXONÓMICAS DE LAS TRUCHAS

Las especies de truchas se encuentran clasificadas en dos géneros; *Salmo* y *Salvelinus*, que a continuación se describen:

Reino	Animal	
Phylum	Chordata	
Subphylum	Vertebrata	
Superclase	Gnathostomata	
Clase	Osteichthyes	
Subclase	Actinopterygii	
Grupo	Teleostei	
Orden	Salmoniformes	
Suborden	Salmonoidei	
Familia	Salmonidae	
Género	<i>Salmo</i>	
Especies americanas	<i>gairdneri</i>	trucha arco-iris
	<i>aguabonita</i>	trucha dorada
	<i>chrysogaster</i>	trucha dorada mexicana
	<i>nelsoni</i>	trucha bajacaliforniana
	<i>clarki</i>	trucha de montaña
	<i>gila</i>	trucha gila
Especies europeas	<i>trutta</i>	trucha café
	<i>fario</i>	trucha de río
	<i>lacustris</i>	trucha de lago
	<i>macrostigma</i>	trucha marmorea
	<i>irideus</i>	trucha arcoiris
	<i>carpio</i>	trucha carpón
	<i>salar</i>	salmón del atlántico

Género	<i>Salvelinus</i>	
Especies	<i>fontinalis</i>	trucha de arroyo
americanas	<i>malma</i>	trucha toro
	<i>namaycush</i>	trucha de lago
	<i>aureolus</i>	trucha sunapee
	<i>alpinus</i>	char

La especie americana *S. nelsoni* (Everman) es considerada como una subespecie de *S. gairdneri* (Richardson) Carlander (1970). Todas las especies europeas del género *Salmo* a excepción de *S. salar* (Linnaeus) y *S. irideus* (Gibbons) son consideradas como subespecies de *S. trutta* (Linnaeus) que poco a poco han perdido su características originales por su constante dispersión artificial que provoca hibridaciones entre ellas, Turly (1966). *S. gairdneri* y *S. irideus* son consideradas como subespecies o sinónimos ya que la especie es originaria de Norteamérica, Holcik (1968).

#### ORDEN SALMONIFORMES

Con este orden comienza la cohorte Euteleostei de la clasificación de Greenwood (1968). Los peces considerados a pertenecer a este orden representan el superorden Protocanthopterygii. Este orden tipifica la generalización de los peces óseos, con muchas características primitivas. Peces de este orden parecen estar más cerca a la principal rama de la filogenia de los peces que otros ordenes. Los salmoniformes de rayos suaves y su mayoría fisóstomos, aunque la vejiga natatoria puede estar ausente en algunos. No hay conexiones de la vejiga natatoria con el oído a través de una cadena de conexiones o en otra forma. Una aleta adiposa esta frecuentemente presente. El orden está considerado como una forma base de la cual varios de los grupos más complejos pudieron haber evolucionado. Los salmoniformes son conocidos desde el Cretácico.

#### EL SUBORDEN SALMONOIDEI

Incluye a los salmones, truchas y sus relativos. Todos tienen una aleta adiposa, los oviductos estan reducidos o ausentes y todos retienen un gran porción de cartilago en el cráneo, muchos de ellos son estimados como peces de consumo humano y deportivos.

#### LA FAMILIA SALMONIDAE

Incluye a las truchas, salmones, peces blancos y grises. Estos peces se caracterizan por una aleta adiposa dorsal y por un proceso auxiliar en la base de cada aleta pélvica. La familia está dividida en la subfamilia de las truchas y salmones, Salmoninae; la subfamilia de los peces blancos, Coregoninae; y la subfamilia de los peces grises, Thymallinae (Eddy 1978). Todos nativos del Hemisferio Norte.

Los miembros de la subfamilia salmón-trucha, Salmoninae son peces de escamas finas, poseen unos dientes bien desarrollados y orquillas branquiales burdas. Esta subfamilia tiene tres géneros; *Salmo*, *Salvelinus* y *Oncorhynchus*. Las truchas y el salmón del Atlántico son del género *Salmo*, tales especies como *S. gairdneri*, la trucha arco-iris en Norteamérica y *S. irutta*, la trucha café de Europa, son apreciadas como peces deportivos. Ambas han sido transplantadas a partes templadas del Hemisferio Sur.

El salmón del Atlántico *S. salar* es todavía visto con propósitos comerciales en algunas partes del Atlántico del Norte. Las dos primeras especies (*S. gairdneri* y *S. irutta*) así como otras truchas generalmente viven en agua dulce, pero pueden ser anádromas, alimentándose y creciendo en el océano pero desovan y pasan una parte de su vida en agua dulce. Los miembros de este género no mueren después de desovar.

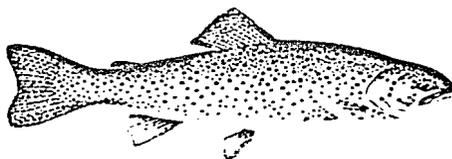
Los chars están colocados en el género *Salvelinus*, que difiere en coloración con las truchas y salmones en tener motas de color suave en un fondo oscuro en lugar de motas oscuras en un fondo suave. Son peces de agua dulce y anádromos encontrados en aguas frías del hemisferio norte, comúnmente son llamados también truchas. Ejemplos de este género son la trucha toro *S. malma*, la trucha de lago *S. namaycush*, la trucha de arroyo *S. fontinalis* y el char ártico *S. alpinus*.

El género *Oncorhynchus* que contiene a los salmones del Pacífico del Norte, con seis especies anádromas, cinco de ellas a lo largo de la costa de Norteamérica y las seis a lo largo de la costa asiática. Generalmente mueren después de desovar.

Los miembros de la subfamilia de los peces blancos, Coregoninae, se encuentran sólo en la parte norte del Hemisferio Norte, tienen grandes escamas, mandíbulas débiles, muchos tienen orquillas branquiales filamentosas, la mayoría de ellos viven en lagos y con excepción de las formas occidentales y árticas entran en los arroyos.

La subfamilia de los peces grises, Thymallinae está representada por varias especies encontradas en Europa septentrional, Norte de Asia y Norteamérica, son similares a las truchas pero son fácilmente reconocidos por su gran aleta dorsal en forma de vela, tienen un hermoso cuerpo iridicente de color gris púrpura y plateado con pequeñas motas y tienen líneas de puntos azules con bordes rosas o naranjas en la aleta dorsal.

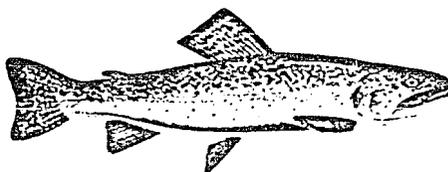
La familia salmonidae presenta menos de 13 radios en la aleta anal, dientes cónicos, cuerpo subcilíndrico, escamas ctenoides pequeñas, generalmente más de cien en una serie longitudinal, sin espinas en las aletas, con aletas pélvicas en posición abdominal, aleta adiposa dorsal y un proceso auxiliar en la base de las aletas pélvicas.



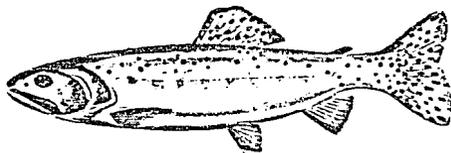
Trucha arco iris  
*Salmo gairdneri* (Richardson)



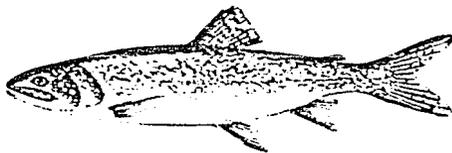
Trucha de montaña *Salmo clarki*



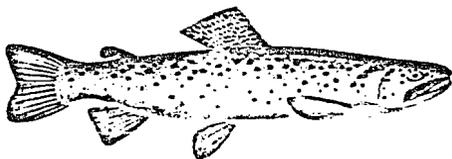
Trucha de arroyo *Salvelinus fontinalis*



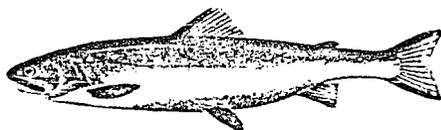
Trucha dorada *Salmo aquabonita*



Trucha de lago *Salvelinus namaycush*



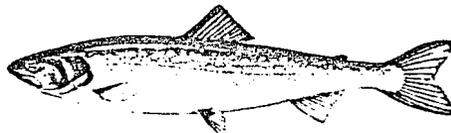
Trucha café *Salmo trutta*



Trucha sunapee *Salvelinus aureolus*



Trucha toro *Salvelinus malma*



Char ártico *Salvelinus alpinus*

El género *Salmo* presenta menos de 190 escamas en una serie longitudinal, aleta dorsal y anal generalmente con 11 radios, con pequeñas manchas oscuras y generalmente redondas sobre un fondo claro. Dientes sobre el margen del vómer aplanado arregiados en dos líneas en series alternadas o patrón de zig-zag.

LA TRUCHA ARCO-IRIS *Salmo gairdneri*, Richardson 1836

El nombre de trucha arco-iris incluye no a una, sino a varias especies de truchas norteamericanas caracterizadas por puntos negros (motas) esparcidas en todo el cuerpo y una banda roja o púrpura en ambos lados desde la cabeza a la cola. El hábitat original de esta especie es la costa Occidental de Norteamérica desde Alaska hasta México.

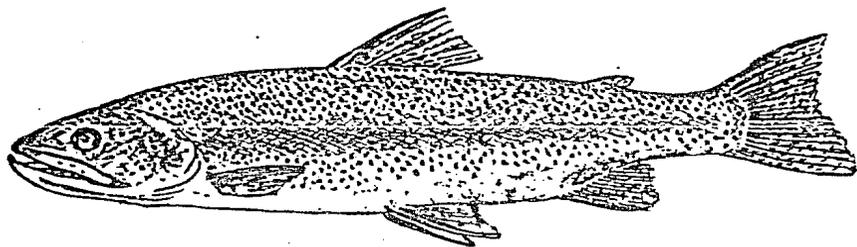
Granados y Sevilla (1962) sugieren que esta especie se distribuye en forma natural desde el mar de Bering y la Península del Labrador hasta la cuenca del río Bravo, en México en los estados de Durango, Sinaloa y Chihuahua y en los ríos Santo Domingo, Casas Grandes, Gavilán, Cañón Negro, Verde, Sinaloa, Culiacán, Truchas, Tabacateadas, y Hondo.

Se ha ampliado notablemente su distribución y siembra en 21 estados de México y el Distrito Federal (Contreras y el Desierto de los Leones). Siendo los lugares más importantes en el estado de México, la presa Brockman de el Oro, Bordo Santa Elena, Lagunas de Zempoala, la Boquilla y Salazar; en Michoacán en la presas Mata de pinos (Agostitlán), Pucuat y Sabaneta, y en algunos lugares de Puebla, Veracruz y Chiapas.

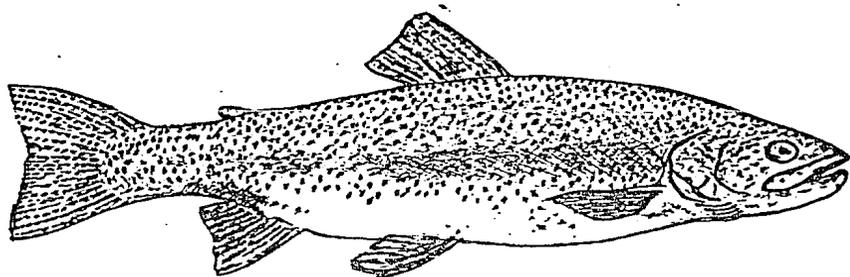
La trucha arco-iris *Salmo gairdneri*, uno de los peces de pesca deportiva más populares en Norteamérica Occidental, ha sido introducido en muchas otras partes del mundo. En 1882 fue introducido en Europa (Alemania). En 1883 en Nueva Zelanda, Tasmania y Australia. En 1889 en Sudáfrica y en 1926 en Madagascar. Para 1960 ya estaba completamente esparcida por todos los lugares del mundo donde las condiciones ambientales lo permiten.

La especie incluye formas migratorias y no migratorias. Las migratorias viven en el mar y ascienden a los ríos a desovar, las no migratorias viven toda su vida en agua dulce. Se pueden distinguir tres tipos principales de trucha arco-iris; la trucha "arco-iris", la "cabeza de acero" y la "kamloops". Se han realizado también hibridaciones entre el género *Salmo* y el género *Salvelinus*.

Aquellas que emigran y regresan al agua dulce para desovar son llamadas "cabeza de acero" y las que pasan toda su vida en agua dulce "arco-iris". Una raza especial localizada en Columbia Británica y el Noroeste de U.S.A. es llamada trucha "kamloops".



*Salmo gairdneri*. Macho en época de reproducción



*Salmo gairdneri*. Hembra en época de reproducción

El color es variable, tanto que basados en el color la especie fue dividida una vez en más de una docena de diferentes especies, los jóvenes son moteados y tienen manchas oscuras verticales pronunciadas a lo largo de los lados del cuerpo, en los adultos las manchas desaparecen pero son usualmente abundantes en ríos y riachuelos, típicamente una banda de color iridiscente principalmente rosa se extiende desde las branquias hasta la cola, sin embargo la cabeza de acero pierde su banda lateral rosa cuando esta en el mar pero la adquiere después de un periodo de tiempo en agua dulce, su color es predominante verde oliva en la parte superior y en la parte ventral del cuerpo es plateada, la boca es grande y oblicua con dientes bien desarrollados en las mandíbulas, las arcoiris no tienen dientes en la base de la lengua (dientes hidinos) la trucha de montaña sí, aunque la presencia de estos dientes es una de las principales características para distinguir la trucha de montaña de la arco-iris, algunas truchas de montaña no los tienen.

La trucha arco-iris adulta es fácilmente distinguible de la trucha café y de los chars por su cuerpo fornido y cubierto de motas negras que se extienden hasta la aleta dorsal y caudal, su más marcada característica, sin embargo es su banda roja, rosa o púrpura a lo largo de sus flancos en la mitad del cuerpo, la aleta dorsal contiene cuatro radios duros y 10 radios suaves, la aleta anal tres radios duros y 10 u 11 radios suaves, la línea lateral comprende de 120 a 150 pequeñas escamas ganoides.

La trucha arco-iris inmadura es similar a la trucha café juvenil, sólo difiere con esta última en tener mayor densidad de puntos negros y la ausencia de motas rojas. La trucha arco-iris tanto en aguas lénticas como lóticas, prefiere el agua fría, pero al contrario de otras especies de truchas, soporta relativamente altas temperaturas, no mayores de 22 C.

Normalmente desova en invierno, algunas veces en otoño. Menos comúnmente desovan dos veces al año, tanto en otoño como en invierno. Las que viven en lagos se mueven hacia los ríos y riachuelos, buscando zonas poco profundas con fondos de grava y arena con abundante agua fría limpia y cristalina, donde las hembras hacen un nido donde dejarán los huevos, una hembra puede dejar de 500 a 3000 huevos (2000 en promedio por kg de peso de la hembra), el macho inmediatamente los fecunda, y la hembra cubre el nido cuidadosamente con grava y construye otro nido junto al primero. Los huevos avivan aproximadamente de un mes a mes y medio dependiendo de la temperatura del agua, los alevines se mueven inmediatamente hacia el lago una vez absorbido el saco vitelino o pueden mantenerse en el arroyo por unos tres años.

En el primer año la trucha arco-iris crece a una talla de 8 a 12 cm, puede llegar de 12 a 23 cm en el segundo año, y en el tercero de 20 a 28 cm, con los años puede llegar a medir 90 cm a 100 cm. La trucha arcoiris no migratoria más grande que se ha capturado fue de un peso de 15 kg en E.U. Midgalasky (1976). En México Ramírez y Sevilla (1962) reportan la captura de un ejemplar de un metro de longitud y 9.5 kg de peso en la presa Brockman, El Oro, Estado de México.

La trucha arco-iris muestra un claro dimorfismo sexual que se acentúa durante el celo, lo cual se manifiesta en la coloración del cuerpo, forma de la cabeza y en particular el prognatismo de la mandíbula inferior en los machos, (la mandíbula inferior ligeramente sobresaliente en forma de pico), su cuerpo es más delgado y el poro genital menos hinchado y de forma ovoide, con su banda roja de color más vivo que en las hembras. Las hembras presentan el abdomen más abultado, el poro genital más hinchado y el color de su cuerpo es más oscuro, y al apretar el vientre cerca del poro genital salen huevos, mientras que del macho sale esperma (leche). El cuerpo de las truchas que viven en aguas tranquilas es relativamente más corto y alto que el de las que viven en ríos y arroyos.

En estanques, lagos y reservorios, donde usualmente hay más alimento que en ríos y arroyos crece más rápido alcanzando un peso de 2 kg en 4 años. Se alimenta de crustáceos, moluscos, larvas de insectos acuáticos, insectos que caen al agua, especímenes más grandes y también de pequeños peces. El hábitat natural de la trucha arco-iris son aguas cristalinas suficientemente oxigenadas, por lo que éstas deben estar alimentadas por manantiales de montaña de corriente rápida, temperatura baja, fondo arenoso y con suficiente alimento natural, libres de contaminación.

La "cabeza de acero" viaja hasta el mar, donde vive por varios años antes de regresar a los arroyos de agua dulce a desovar, llegan a ser comúnmente más grandes que las que se quedan en agua dulce, promediando un peso de 3.5 kg y algunas veces pesan más de 9 kg. Hay registros auténticos de ambos grupos pesando considerablemente más. Una "cabeza de acero" de 17 kg fue capturada en las aguas de Alaska en 1970, pero es raro. Como con los salmones la construcción de presas hidroeléctricas en los ríos de desove atenta contra la sobrevivencia de estas especies, lo mismo por bloquear su paso o por sus aguas contaminadas.

Tanto los salmones como las truchas son altamente sensitivas a cambios en las condiciones naturales del agua. Los excesos de nitrógeno en los arroyos de desove han sido los que más daño han causado.

#### COMPOSICION QUIMICA DE LA TRUCHA

La composición química de la carne fresca de trucha arco-iris es agua 70-80 %, proteínas 18-20 %, grasa 0.7-8.3 %; el contenido de grasa y agua varía con la temporada y tipo de dieta (Papoutsoglou 1978).

## EL CULTIVO DE TRUCHA

## HISTORIA.

El cultivo de trucha se extendió a partir del trabajo realizado por Sthephan Ludwing Jacobi (1711-1784) en la técnica artificial de fertilización de huevos publicada en 1763 en <Hannoverschen Magazin> redescubierta en 1842 por dos pescadores franceses, Remy y Gehin la cual ponen en práctica y que fue descrita en 1851 por Haxo. Esta técnica permitió la proliferación de granjas de engorda de trucha en Europa durante los últimos 20 años del siglo pasado. En 1870 Wrannssky introduce el método seco de fertilización de huevos. El cultivo se mantuvo básicamente con las premisas de agua limpia abundante y alimentación con productos animales ad libitum, (Sabault, 1976).

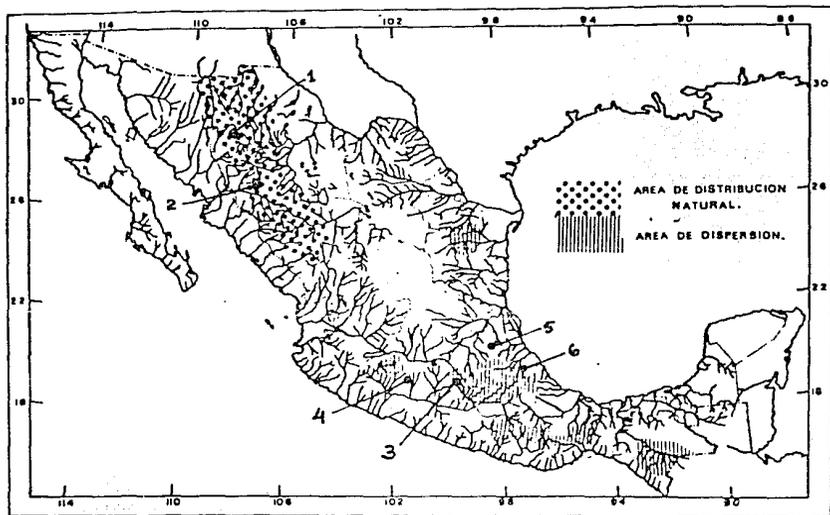
El cultivo de trucha fue introducido en América por Garlic y por Nykolsky y Vransky en Rusia y a partir del inicio de este siglo se ha extendido mundialmente en sitios con condiciones favorables. Es la especie más cultivada a niveles más intensivos y con la tecnología más avanzada.

Este avance fue sólo posible al establecer en forma adecuada las necesidades fisiológicas y nutricionales que permiten un mejor desarrollo y mejorando sus características de cultivo mediante selección genética (Gjedrem 1976, Gall 1978).

Este proceso se inició a partir de 1940 y a partir de 1950 se logró iniciar la formulación de dietas balanceadas al "peletizar" las materias primas conformando un alimento de más fácil control y asimilación que las clásicas dietas de carnes y desechos animales que son más caras y con más problemas de manejo (Jayaram 1979, Hitton, et al, 1981). Esta tecnología permite producir peces en altas densidades en estanques, canales de corriente rápida y jaulas flotantes. En México el cultivo se formalizó con Chazari (1884) y actualmente existen seis centros de la Secretaría de Pesca productores de crías.

## EL CULTIVO DE TRUCHA EN MEXICO.

A finales del siglo pasado por iniciativa de Esteban Chazari y con el apoyo de la Secretaría de Fomento, Colonización Industria y Comercio, se importaron huevos inoculados de trucha arco-iris para la Estación de Chimealozapan en Ocoyoac, Mex. en 1884. El mismo año se construyó la Estación Piscícola de la Condesa en el D.F., en la que se realizan experimentos sobre alimentación de peces. Pero esta tendencia de apoyo a la piscicultura no pudo continuar por problemas políticos y sociales (La Revolución Mexicana).



DISTRIBUCION APROXIMADA DE LA TRUCHA ARCOIRIS *Salmo gairdneri* R.  
Y LOCALIZACION DE LOS CENTROS PRODUCTORES DE SE.PES.  
(según Arredondo 1976)

CENTROS PRODUCTORES DE CRIAS DE TRUCHA  
ARCO-IRIS *Salmo gairdneri* (Richardson) (Juárez 1982)

numero en el mapa	Nombre, Edo.	superficie m <sup>2</sup> (1)	produccion (miles)	
			1981	1982
1	Guachochi, Chih.	7100	500	1'000
2	Madera, Chih.	50000	ND	ND
3	El Zarco, D.F.	15000	800	1'000
4	Pucuateo, Mich.	3000	250	400
5	Apulco, Pue.	30000	ND	ND
6	Manzinga, Ver.	6700	3'000	4'000
6	Totales	111800	4'550	6'400

(1) comprende el espejo de agua de la estanquería.

No fue sino hasta 1937 que se creó la estación piscícola de Almoloya y en 1943 que se construyó la estación El Zarco en el D.F. donde de manera constante se han venido realizando trabajos tendientes a fomentar el manejo integral de la especie. Y desde 1976 con la creación del Departamento de Pesca (hoy Secretaría de Pesca) el apoyo institucional ha llegado a su máxima expresión con la incorporación de cinco centros más productores de crías que son: Guachochi, Chih., Madera, Chih., Pucuatón, Mich., Apulco, Pue., y Manzinga, Ver. lo que permite que este cultivo se realice en todo el país en lugares donde las condiciones lo permitan.

Estas unidades tienen una capacidad instalada para producir 15.7 millones de crías al año. Estas crías se distribuyen a una talla de 12 cm fijada por la autoridad central como talla mínima de siembra, por lo que la capacidad de producción real se redujo a 4.5 millones en 1981 y 7.8 millones en 1982.

La trucha se cultiva en tres formas. En jaulas flotantes, estanquería rústica, y canales de corriente rápida. A nivel nacional se estima que 450 Ha. de cuerpos de agua están destinados al cultivo extensivo y el cultivo intensivo se realiza en 40 has. En 1982 la producción de trucha mediante el cultivo fue de 3,750 tons. Por otra parte el sector privado opera seis granjas pero se desconoce su producción. (Juárez 1984)

#### LA INVESTIGACION DEL CULTIVO DE TRUCHA EN MEXICO.

Aparte de la contribución de Chazari sobre el cultivo de la trucha son pocos los trabajos relacionados con el tema donde destacan Ramírez Granados (1962) que hace algunas sugerencias para la elaboración de alimentos artificiales. Arredondo (1976) define su distribución, condiciones y perspectivas de cultivo. Rodríguez (1975) experimenta con dietas naturales y una dieta balanceada en estanques asegurando que las dietas balanceadas presentan mejores alternativas para el cultivo comercial. Rodríguez (1978) experimenta con una dieta artificial balanceada en estanques. Villalobos (1983) realiza una sinopsis sobre la biología y cultivo de trucha arco-iris en México. Todos los trabajos están basados en experiencias extranjeras enfocados a situaciones para nuestro país.

#### INVESTIGACION DE LA NUTRICION EN EL CULTIVO DE TRUCHA.

La necesidad de mejorar el cultivo de trucha tanto en el crecimiento de los peces como condiciones de cultivo, implicó la utilización de dietas más elaboradas que en el transcurso de las tres últimas décadas, ha permitido que el cultivo de la trucha alcance un alto grado de tecnificación y sea una de las especies más domesticadas, que con la estructuración de una economía vertical, permite el control total de todas las etapas que implica el cultivo integral (producción de alimento, crías, peces para consumo humano, distribución, y comercialización de los productos en toda la etapa de vida de la especie). Lo que ha hecho que sea un ejemplo a seguir para la implementación de cultivos de otras especies.



Destacan en esta actividad los Estados Unidos, Japón, Canadá, y los países europeos como: Dinamarca, Noruega, Francia, Inglaterra, Rusia e Italia. En 1976 estas naciones produjeron 70 mil toneladas de esta especie que fue el 8% de la producción acuacultural mundial, y se estima que para el año 2000 esta producción alcanzará las 300 mil toneladas, manteniendo la misma proporción, pero incorporándose países en desarrollo mediante programas de apoyo y extensión (Pillay 1976).

En lo que respecta a la nutrición de trucha arco-iris Calvo (1959) experimentó diferentes dietas con cantidades variables de proteínas. Phillips et al (1959) demostró que crece con bajos niveles de almidón. Butheer y Halver (1961) trabajaron con carbohidratos. Ramirez Granados (1962) hace algunas sugerencias para la elaboración de alimentos artificiales, en combinaciones variables. Phillips et al (1964) estudia las dietas compuestas, calorías de la trucha y el valor de las grasas.

Leitris (1963) determina que los alimentos secos permiten una rapidez y facilidad de alimentación con disminución de pérdidas de compuestos. Phillips (1964) obtiene una conversión de 1.09 con alimentos peletizados. Kitamikado et al (1965) demuestra que el almidón reduce la digestibilidad de la proteína. Singh y Nose (1967) las dietas peletizadas producen 600 grs de pescado con la mitad de lo que usan otras dietas. Nose (1971) determina el valor nutritivo de la caseína, harina de pescado y harina de soya en crías. Cowen y Sargent (1972) establecen que la meta principal en la investigación de la nutrición es la de proporcionar la dieta balanceada que cumpla con los requerimientos del pez, en lo que respecta a cualquier función fisiológica, abarcando desde el crecimiento hasta la reproducción, las dietas peletizadas aseguran una continua disponibilidad y uniformidad en la comida porque hay facilidad de transporte y almacenamiento, se facilita la alimentación mediante raciones controladas, se mantiene la estabilidad del agua y disminuye considerablemente la transmisión de enfermedades.

Austreng (1967, 1976, 1981) estudia los efectos de variar los niveles de proteína, la influencia de los niveles de carbohidratos en la composición química y la utilización del alimento, la digestibilidad de las grasas y los ácidos grasos, y diferentes contenidos de ácidos grasos en aceite de pescado en dietas para crías. Zeitoun et al (1974), determina el efecto de la salinidad y los niveles de proteína en crías. Lall (1976) determina los requerimientos nutricionales en agua de mar y agua dulce. Kaushik (1977) estudia los aminoácidos libres en relación a cambios de salinidad. Koops et al (1974), estudia la eficiencia del consumo de almidón y grasa en trucha cultivadas en cajas. Malevski et al (1974), estudia el metabolismo de grasas y proteínas en el hígado en truchas alimentadas con ácidos grasos. Landless (1976), determina el comportamiento de la demanda alimenticia.

Huisman (1976) estudia la eficiencia de la conversión alimenticia y los niveles de producción. Refstie (1977) determina el efecto de la densidad sobre el crecimiento y la mortalidad, y estudia la utilización de la proteína y energía de la dieta alimentando truchas a mano o por alimentador automático.

Ghittino (1973) dice que la dieta es el factor más importante en el cultivo entre 5 - 15 C. Postos (1974) la levadura de petróleo es deficiente en aminoácidos que contienen azufre. Arai et al (1975) el calcio es un factor importante en el crecimiento con levadura de petróleo. Rodríguez (1975) el concentrado (dieta elaborada) proporciona un crecimiento más rápido con mejor aprovechamiento que los alimentos naturales. Dabrowska y Wojno (1977) el crecimiento con diferentes dietas alimenticias, substituyendo harina de pescado con frijol soya en polvo con aminoácidos sintéticos cisteína y triptofano permite un crecimiento similar y satisfactorio.

Rodríguez (1978) utiliza una dieta experimental a base de harina de pescado, soya, carne, y alfalfa, complementada con suero de leche, levadura de cerveza, milo molido, ajonjolí, vitaminas y minerales, la evaluación es en base al crecimiento, mortalidad, factor de condición y costo del mismo, demostrando que la dieta es importante en el cultivo porque es del 50 al 60% de los costos y exalta la importancia de sus contenidos nutricionales para un mejor cultivo.

#### NECESIDADES AMBIENTALES DE LA TRUCHA ARCO-IRIS *Salmo gairdneri* PARA SU CULTIVO.

Soporta temperaturas de 4 a 22 C, su mejor desarrollo es de 10 a 15 C (Brett 1952). En el periodo de incubación la temperatura óptima es de 10 a 12 C y durante la época de crecimiento la óptima es de 15 C. Sus necesidades mínimas de oxígeno son de 5 ppm (Shaw 1954). El pH más ácido que puede soportar es de 4.7 y el más alcalino de 9.6, el mejor pH es entre 7.0 a 8.5 (Swingle 1969).

La cantidad de bicarbonatos puede fluctuar de 5 a 200 ppm y la concentración de CO<sub>2</sub> no debe rebasar las 2 ppm. Con respecto a la dureza, la trucha arco-iris se desarrolla mejor entre 150 a 250 ppm (Frost 1967). La salinidad de 0 a 33 0/00 previa aclimatación. Nitritos no más de 0.5 ppm. Nitratos no más de 10 ppm. Amonio no más de 0.012 ppm. Sólidos suspendidos no más de 80 mg/l. Sólidos disueltos no más 400 mg/l. Acido sulfhídrico no más de 0.002 mg/l. Calcio más de 52 mg/l. Zinc menos de 0.04 mg/l a un pH de 7.6. Cobre menos de 0.006 mg/l en aguas blandas y menos de 0.3 mg/l en aguas duras, (Wedemeyer y Wood 1976).

Además de la calidad fisicoquímica del agua de cultivo es importante la tasa de recambio de volumen de agua en el sistema de cultivo, que garantice que la calidad del agua se mantiene y además los desechos metabólicos y desperdicios alimenticios son transportados fuera del sistema. Se debe considerar también garantizar que la población cultivada este siempre libre de depredadores, competidores y parásitos mediante un buen sistema de higiene y saneamiento de las instalaciones, material y equipo. Se debe evitar que el sistema de cultivo este propenso a algún tipo de contaminación futura, ya que la especie es muy susceptible a la contaminación química, por lo que la elección del sitio de cultivo requiere aparte de cumplir los requerimientos de la especie pensar en las condiciones futuras y como pueden llegar a influenciar al cultivo, principalmente evitando la contaminación.

#### NECESIDADES NUTRICIONALES DE LA TRUCHA ARCO-IRIS

Carbohidratos no más de 12% (Phillips 1948), Proteínas entre 38 a 50 % según la edad (Shanks) alevines 50 % hasta un peso promedio de 5 grs, 40% de 5 a 40 grs, 38% de 40 grs hasta talla comercial de 230 a 450 grs. 40% para reproductores. Grasas de 18 a 8% disminuyendo de alevines a talla comercial, reproductores 10%.  
Minerales: Calcio, fósforo, magnesio, fluor, hierro, cobre, cobalto, sodio, cloro, potasio, zinc, iodo, azufre, manganeso. generalmente las dietas que contienen harina de pescado presentan superficies minerales suficientes por el hueso y otros tejidos. (Phillips 1956)

Vitaminas por kg de alimento;

Vitaminas liposolubles: A 2000 UI (tiamina); D 2000 UI; E 30 mg (alfa tocoferol); K 80 mg (menatoniánina).

Vitaminas hidrosolubles: C 100 mg (Ácido ascórbico); B 10 mg; tiamina 10 mg; riboflavina 20 mg (B2); B6 20 mg; ácido fólico 5 mg (factor H); B12 0.3 mg (cobalanina); biotina 1 mg; colina 3000 mg; ácido pantotéico 40 mg; inositol 400 mg.

El contenido de vitaminas en el alimento debe ser garantizado por el productor y es necesario duplicarlo para reproductores en el caso de las vitaminas hidrosolubles y mantenerlo igual con las liposolubles ya que su sobreadministración provoca que se acumulen en el tejido graso del organismo produciendo trastornos fisiológicos. La cantaxantina es necesario agregarla al alimento de reproductores antes de que empiece la época de reproducción (60 a 90 días). Algunas veces es necesario incorporar al alimento algunas sustancias como pigmentos, medicamentos o nutrientes específicos.

La textura, tamaño olor y sabor son factores importantes, así como la capacidad de poder soportar la desintegración por disolución en el agua, debe contener sustancias que permitan la adherencia de los constituyentes (celulosas, alginas y gelatinas) entre el 1 y 2 % y evitar el uso de compuestos que tengan tóxicos. Es necesario el uso de antioxidantes para la conservación de las propiedades de algunos constituyentes. Para las truchas es mejor utilizar un alimento extrudizado que permita el total consumo del alimento, fácil observación de los hábitos alimenticios, y mayor oportunidad a los peces para que lo consuman. Un buen alimento debe garantizar 3000 kcal/kg, una eficiencia total de conversión de 20 %, y una eficiencia de conversión de proteínas de 35 %, al menor costo posible.

#### MATERIAS PRIMAS PARA LA ELABORACION DE ALIMENTOS DE PECES.

Para la elaboración de dietas se emplean materias primas abundantes en nuestro país, con las que se puede contar con su abastecimiento a lo largo de todo el año en la mayoría de ellas, las cuales se detallan a continuación:

- I. Cereales; sorgo, trigo, arroz y cebada
- II. Materiales Hidrocarbonados: yuca, camote, papa, melaza y azúcar de caña.
- III. Subproductos de cereales; salvado de maíz, gluten de maíz, pastas de germen de trigo, acemite, salvado de trigo, harina de arroz, salvado de arroz, radícula de malta.
- IV. Pastas Oleaginosas; pasta de soya, ajonjolí, cártamo linaza, girasol, y harinolina.
- V. Otros Productos Protéicos; levadura de cerveza, harina de alfalfa, vegetales en general, (flor de zempaxochilt, potamogetón, etc.)
- VI. Subproductos Marinos; harina de pescado (anchoveta principalmente).
- VII. Subproductos Lácteos; lacto sueros deshidratados, leche descremada y deshidratada, lactona.
- VIII. Materias Primas; cebo, manteca, aceite vegetal (soya, cártamo, ajonjolí) aceite animal (pescado, tortuga).
- IX. Fuentes Externas; minerales, vitaminas, aminoácidos sintéticos y aditivos.

Para la elaboración de estas dietas se ha decidido suprimir el uso de harinas de plumas, sangre, huevo y carne, al no cumplir con los requerimientos de calidad microbiológica, dado que pueden llegar a ser perjudiciales para organismos bajo cultivo. (Doreste 1979).

Albamex cuenta para la elaboración de los alimentos con plantas en Mérida, Yuc., Cd. Delicias, Chih., Texcoco, Méx., Guadalajara, Jal. y Matamoros, Tam. y produce dietas para las siguientes especies; trucha (cria y engorda); bagre; tilapia; carpa, (crias), carpa dorada, peces de ornato, langostino, tortuga, y cocodrilo (crias y engorda).

## PROCESAMIENTO DEL ALIMENTO PARA PECES.

Los primeros experimentos demostraron que las dietas para trucha, bagre y carpa en forma de harina no eran tan eficientemente utilizadas como las formas peletizadas. Cuando peces grandes son alimentados con alimentos de partículas pequeñas, o alimentos conteniendo cantidades significativas de ingredientes poco adheribles (polvo), las partículas más pequeñas pueden no ser ingeridas, resultando en una baja conversión alimenticia.

Un problema adicional unido a la alimentación del pez es que éstas partículas de alimento no consumidas causan eutroficación del sistema de cultivo que generalmente resulta en la disminución de los niveles de oxígeno, incrementando el crecimiento de plancton indeseable, y el aumento de los desechos metabólicos. Para minimizar estos efectos indeseables en el medio ambiente y el incremento de la eficiencia del alimento, la mayoría de los alimentos comerciales para peces son procesados con partículas estables en el agua de tamaño y textura de acuerdo a las preferencias alimenticias de la especie de pez cultivado.

### "PELETIZADO".

La "peletización" involucra el uso de humedad, calor y presión para aglomerar los ingredientes en partículas homogéneas más grandes. El vapor agregado a la mezcla de alimento (masa) durante la "peletización" gelatiniza los almidones que ayudan a unir los ingredientes. Generalmente una cantidad de almidón es agregado a la masa para incrementar su contenido de humedad aproximadamente 16 % a una temperatura cerca de 85 C antes de pasar al molde de "pelets"; sin embargo, la composición de los ingredientes influyen en estas condiciones, la humedad debe ser removida con enfriamiento apropiado y ventilación inmediatamente después de que los "pelets" dejan el aparato peletizador.

La calidad del "pelet" se refiere a su resistencia a desmoronarse y su estabilidad en el agua, los alimentos "peletizados" para peces deben ser retenidos en una malla de 3 mm cuando son sumergidos en agua por diez minutos, y no deben de perder más del 10 % de su masa original. Esta especificación puede ser alcanzada haciendo pasar la formulación a través de una malla de 3 mm después de mezclarla, usando vapor de alta calidad, a alta presión (seco) para acondicionar la masa, antes de peletizar, enfriando rápidamente y manejándola sin permitir el rompimiento, no más del 4 % de las partículas finas deben estar presentes en un alimento peletizado. Las cantidades de grasa, fibra o almidón en la fórmula pueden influenciar la calidad del alimento peletizado. Algunos ingredientes, debido a sus propiedades físicas y químicas no tienen calidad deseable y pueden ser usados sólo en cantidades limitadas en alimentos "peletizados".

Los aditivos que sirven primero como promotores del "peletizado" son frecuentemente usados en fórmulas de alimentos para peces para reducir la finesa e incrementar la estabilidad en el agua, aunque la investigación en la tecnología de alimentos ha demostrado que los alimentos para peces de alta calidad pueden ser hechos sin materiales aditivos siguiendo buenos procedimientos de "peletizado". Sin embargo, el uso de componentes tales como hemicelulosa, lignosulfatos, bentonitas, y otros permiten al procesador gran variación en la selección de ingredientes y condiciones de proceso para producir "pelets" de alta calidad.

#### "EXTRURIZADO".

Más altos niveles de humedad, calor y presión son empleados en el proceso de "extrusión" (expansión) de los alimentos para peces que en el "peletizado". Generalmente, la mezcla de ingredientes de tamaño fino es condicionada con vapor de agua y pueden ser precocidos antes de entrar al "extractor". La masa que contiene cerca de 25 % de humedad, es compactada y calentada de 135 a 175 C bajo alta presión. Mientras el material es pasado entre los hoyos al final de extractor, parte del agua en la masa supercalentada inmediatamente se evapora y esto causa la expansión. La baja densidad de las partículas "extrudizadas" contiene más agua que los pelets y requiere más secamiento. Vitaminas sensitivas al calor son comunemente agregadas oportunamente después de la "extrucción" y secado. Los alimentos "extrudizados" están más firmemente unidos debido a la casi completa gelatinación del almidón y resultan con menos partículas finas que los pelets.

Los alimentos de peces "estrurizados" o expandidos tienen tres ventajas definitivas sobre los alimentos "peletizados"; 1) flotan en el agua y son más resistentes a la desintegración; 2) los alimentos que flotan permiten al piscicultor observar la condición de los peces y la cantidad de alimento que consumen, y 3) El proceso de precocido en la "extrusión" facilita la digestibilidad, debido a la cocción a la que se someten los ingredientes es suficiente para que se efectúe una degradación de los carbohidratos y proteínas, favoreciendo así la asimilación al ser ingeridos. Para este precocido se tiene que mantener un control muy estricto de la presión, temperatura del aire y tiempo de cocimiento.

Para la elaboración de alimentos "extrudidos" se sigue una serie de operaciones como se detalla a continuación:

- 1) Recibo y control de la materia prima.
- 2) Almacenaje y control de calidad, para conservar la eficiencia de los ingredientes.
- 3) Molienda fina de los ingredientes, para dar la granulometría deseada.
- 4) Pesaje y mezclado de los componentes de la dieta.
- 5) Preacondicionamiento de producto en el cocedor para "extrurización" por medio de vapor de agua.

- 6) Paso por el tornillo "extrusor" y salida por los orificios al final del tornillo de alta presión.
- 7) Cambio de presión en el interior del "extrusor" y la presión atmosférica con la consecuente expansión del producto.
- 8) Corte del producto en el orificio de salida del "extrusor" y la elevación neumática del ciclón para la alimentación de la secadora.
- 9) Paso por la secadora y enfriado por medio de aire seco, caliente o frío.
- 10) Tamizado del producto, para la separación de partículas finas, para retornarlas al proceso.
- 11) Control de calidad, por medio de análisis bromatológicos y microbiológicos del alimento.
- 12) Envasado.

El tamaño del alimento está determinado de acuerdo a las necesidades de cada cultivo específico así como el contenido proporcional de sus constituyentes nutricionales.

#### RAZONES QUE HACEN A LA TRUCHA ARCO-IRIS PREFERIDA PARA EL CULTIVO.

La trucha arco-iris es el salmónido más apropiado para el cultivo industrial y para la producción de trucha de consumo debido a que;

1) Posee mayor capacidad de adaptación que otras truchas. Se presta mejor a la domesticación en general y a la alimentación artificial. Soporta mejor temperaturas más elevadas y menos contenido de oxígeno, en aguas profundas y con suficiente renovación puede soportar temperaturas comprendidas entre los 20 y 22 C, llegando incluso momentáneamente a 24 C.

2) Es más resistente a enfermedades principalmente a furunculosis.

3) Su desarrollo es más rápido, el periodo de incubación más corto, es menos carnívora y saca mejor partido del alimento del fondo comiendo gusanos y moluscos. Por el contrario es más sensible a la enfermedad del torneo y según su origen manifiesta una tendencia más o menos migratoria, por lo que puede cultivarse en aguas salobres y marinas con buenos resultados.

#### EVALUACION DE NUTRIENTES EN LAS DIETAS.

La garantía de un alimento radica en que el productor del mismo debe garantizar la clase de nutrientes especificándolos como: mínimo porcentaje de proteína cruda (nitrógeno x 6.25), mínimo porcentaje de grasa cruda (extracto étereo), y mínimo porcentaje de fibra cruda. Valores de ceniza, humedad y extracto libre de Nitrógeno (ELN) pueden ser agregados. Muchas veces se descuenta la declaración de ELN debido a que no es medida por análisis químico directo, sino como la diferencia entre la suma de proteína cruda, grasa cruda, fibra cruda, cenizas y humedad. ELN representa los carbohidratos en el alimento o un ingrediente no calificado como fibra cruda e implica digestibilidad, así como también puede incluir componentes no nutricionales.

Se pueden hacer en base a los componentes disponibles en el mercado mezclas que contengan la cantidad porcentual de nutrientes especificada, esto permite utilizar los ingredientes en forma económica. Los alimentos compuestos en base a proteína cruda, grasa y fibra garantizadas requieren de una evaluación química, bioquímica y su subsecuente prueba biológica. Varias tablas de la composición de nutrientes en los ingredientes están disponibles, lo que permite conocer la cantidad y calidad de los nutrientes específicos que componen estos ingredientes para poder establecer su porcentaje en la composición del alimento a evaluar, y han sido usadas tradicionalmente en la evaluación de alimentos para pollos y ganado en general y ahora en peces.

## VI. LA NUTRICION DE PECES

La nutrición de peces es relativamente joven. Es una ciencia que se inicia en términos de conocimientos y nivel de sofisticación, cuando se compara con la nutrición de aves, porcinos y ovinos. Los requerimientos de los salmónidos (truchas y salmones) han sido los más intensamente estudiados que la mayoría de las especies acuaculturales. La información desarrollada por los nutriólogos de salmónidos ha sido de gran ayuda para determinar las necesidades de otras especies en especial de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*). Aunque algunas diferencias entre los requerimientos de estas dos familias han sido identificadas, indican que cada especie acuacultural debe ser examinada individualmente para la formulación de una dieta óptima. Estas experiencias también han revelado que los estudios nutricionales son la base para la integración de otras áreas de operación del cultivo.

El nutriente que refleja mejor el valor del alimento es la proteína cruda. Una evaluación cualitativa de las proteínas se puede encontrar en sus aminoácidos constituyentes; aquellos que no son biosintetizados por el pez son indispensables en la dieta en una dosis mínima. Mitchel y Block (1946) fueron los primeros en hacer notar la importancia de los aminoácidos esenciales y determinaron la necesidad de contar con una tabla química comparando los aminoácidos esenciales en una proteína sola o en una mezcla de alimento con los que se encuentran en el huevo. Una extensión de la tabla química es el índice de aminoácidos esenciales' (IAE) desarrollado por Oser (1951) y Mitchell (1954) que clasifica a una proteína en base a las cantidades relativas de todos los aminoácidos esenciales, utilizando las proteínas totales del huevo como una unidad de comparación. El IAE muestra una mayor correlación en la evaluación biológica y la formulación del alimento que la 'tabla química' (Block y Weiss, 1956). La IAE de varios alimentos la determinó Shanks et al (1964) y son valores útiles para la formulación de alimentos.

No sólo es necesaria la garantía de los constituyentes de los nutrientes en el alimento sino también, su capacidad de mantenerse en buenas condiciones sin degradación de su calidad que permita un tiempo de almacenamiento prudente. Esta cualidad depende del tipo de constituyentes y puede variar de días en refrigeración, hasta 3 o 4 meses en buenas condiciones de almacenamiento, con humedad, ventilación y temperatura adecuada.

#### EVALUACION BIOQUIMICA.

Se determina utilizando enzimas para hidrolizar el alimento simulando el proceso dentro del aparato digestivo, para determinar el grado de digestibilidad de los nutrientes, información útil para la formulación de alimentos. Almquist et al (1935) fue el primero en utilizar este método y Gehrt et al (1957) correlacionó los valores de digestión de pepsina y lisina disponible y pruebas biológicas en harinas de pescado sujetas a condiciones controladas de daño por calor. Según Meade y Altherr (1966) esta prueba permite distinguir entre buenas y malas harinas.

#### EVALUACION BIOLOGICA

En la naturaleza los peces generalmente consumen organismos, los cuales, cambian estacionalmente en diversidad, cantidad, tamaño y edad (Keast 1965, Keast y Webb 1966) tal disponibilidad garantiza una adecuada representación de una compleja serie de aminoácidos, vitaminas y otros nutrimentos esenciales para el crecimiento normal, así como un relativo suministro promedio de energía calorífica por gramo de alimento consumido (Golley 1961). Las restricciones en el crecimiento de los organismos depende de la disponibilidad de alimento natural. Slobodkin (1961) y Sulliman (1968) sugieren que en base a la experimentación con poblaciones, la producción incluyendo el crecimiento y la reproducción, en el cultivo de organismos acuáticos es una función simple del suministro total de alimento y en algunos casos directamente proporcional a él.

El crecimiento y la producción en acuicultura es una situación muy diferente a la de la producción natural. Aquí se puede alimentar al pez con todo lo que puede comer, el problema es encontrar la ración adecuada, asegurando que se convertirá en carne de pez de la forma más eficiente, y alimentando a un grupo de peces con una alta tasa de crecimiento. Se reconoce sin embargo, que mientras las tasas de alimentación se incrementan, la tasa de crecimiento por alimento consumido se reduce. Aún más, peces grandes pueden consumir considerablemente menos alimento por peso corporal que los peces pequeños. Los cambios ambientales también influyen la tasa de alimentación y la eficiencia de crecimiento. A estas complejas circunstancias nutricionales hay que agregarles el problema de ajustar los precios de los componentes alimenticios y del pez como producto de consumo.

La combinación de estos factores permite determinar la producción óptima para el cultivo intensivo, y aunque no es un proceso sencillo, anteriores investigaciones indican que hay optimismo que tales procesos se desarrollen en el futuro. Algunos descubrimientos indican que es necesario trabajo experimental adicional para evaluar la disponibilidad de varios tipos de alimentos con el propósito de maximizar la producción.

#### MEDICION DE LOS INDICES DE CRECIMIENTO Y CONSUMO DE ALIMENTO.

El valor de un alimento para producción puede medirse comparando el índice de crecimiento de una población particular con su índice de consumo de alimento. Idealmente estos dos índices pueden ser términos comparables directamente si se consideran sus proporciones de calorías o proteínas. Los méritos relativos de esta comparación son debatidos por Gerkins (1967) y Mann (1967) los dos o al menos uno es apropiado para el entendimiento de problemas particulares.

Ostapenya y Sergeev (1963) encontraron que en una variedad de alimentos naturales hay una simple y regular cantidad proporcional de nutrientes; proteínas, carbohidratos, grasas, etc..El propósito de la manufactura de alimentos artificiales es dotar a estos de las proporciones encontradas en la naturaleza o según las condiciones específicas del cultivo.

#### INDICE DE CRECIMIENTO

El crecimiento se define como el incremento en el tiempo ya sea de la talla o el peso vivo del pez y este incremento presenta características definidas por el potencial genético de la especie así como por las condiciones ambientales.

Los individuos de cada especie tienden a alcanzar un tamaño máximo bajo ciertas condiciones favorables en un tiempo determinado. Este crecimiento tiene un patrón sigmoide de incremento en talla o peso con la edad. Este patrón sigmoide también presenta retrasos estacionales dependientes de las condiciones climáticas y la disponibilidad de alimento, que se refleja en la acumulación de zonas oscuras y claras en las partes duras del organismo (escamas, rayos, otolitos, etc.). La determinación de estas marcas respecto a la talla permiten determinar el índice de crecimiento de las poblaciones naturales.

La ganancia en talla (longitud patrón) y peso (peso vivo) del pez son los patrones más usados con fines de cultivo, para compararlos con otros índices. Estos se determinan midiendo la diferencia entre un tiempo inicial y uno final de la talla o el peso. Con ciertas restricciones se pueden tener aproximaciones satisfactorias al ideal. Se debe tener también la proporción de nutrientes que constituyen al pez para determinar su equivalentes proteicos respecto a su peso vivo. (Winberg 1956).

En relación al patrón de crecimiento es decir; exponencial, lineal y asintótico, es conveniente en los procesos de investigación, utilizar la parte del comportamiento lineal, entre los dos puntos de inflexión del patrón sigmoide, ya que esto disminuye los problemas matemáticos de comparación de tallas y pesos y hace más objetivo el análisis de la información considerando que esta etapa es la importante en cultivos comerciales, ya que es cuando el pez dedica el máximo porcentaje de su energía disponible al crecimiento.

## VII. ECONOMIA DE GRANJAS PISCICOLAS

La colección de análisis sobre costos y ganancias de las operaciones en el cultivo de peces puede servir para varios propósitos;

- i) puede ayudar a los administradores de granjas en el estudio real y sistemático de sus propias operaciones.
- ii) puede facilitar operaciones entre granjas y permitir decisiones para mejorar la eficiencia de la empresa.
- iii) pueden formar la base de las decisiones políticas relacionadas con el cultivo de peces y facilitar la acción cooperativa considerando el mercado, suministro de alimento, peces para cultivo, etc.

Yang (1965) enlista los siguientes propósitos para tales estudios;

- i) determinación de la ganancia relativa de varios tipos de granjas.
- ii) cuantificación de causas y razones de las variaciones de los costos de producción.
- iii) establecimiento de la eficiencia y manejos estándares.
- iv) descripción de las prácticas más eficientes y técnicas de operación de las granjas.
- v) determinar los requerimientos óptimos de inversión para cada tipo de granja.

## INVESTIGACIONES ECONOMICAS EN GRANJAS DE PECES

Se sugiere que la investigaciones económicas de granjas de peces deben ser llevadas en tres etapas sucesivas, como sigue:

- 1) descripción general de la industria de granjas piscícolas:

El primer paso es obtener una visión total de la industria de granjas de peces, los principales datos colectados deben ser:

- i) número de empresas
- ii) localización de empresas
- iii) tipo de producción
- iv) cantidad total producida y ventas
- v) empleo
- vi) inversión

Este tipo de investigación no requiere de expertos en el cultivo de peces y no es un análisis detallado de las granjas. Las oficinas de la Secretaría de Pesca con su sistema de colección de datos y análisis estadísticos puede fácilmente hacerlo. Esta investigación general puede ayudar a seleccionar empresas para estudios más profundos y detallados.

### 2) Estudios detallados de granjas muestra:

Un estudio detallado de granjas muestra es el siguiente paso. Debe de estar basado en llenar un cuestionario detallado por una persona con un buen conocimiento en el cultivo de peces. esta investigación puede proveer:

- i) análisis detallado de ingresos y costos
- ii) valores clave de rentabilidad, producción, inversión, etc.
- iii) análisis de ventas y mercados
- iv) análisis de las relaciones biológicas y técnicas tales como densidad de peces, coeficientes de alimentación, tasas de crecimiento, materiales de construcción, tipos de equipos y maquinaria, unidades de producción, etc.

### 3) Establecimiento de granjas piloto:

Las granjas piloto deben establecerse para obtener datos que requieran conservar una contabilidad de libros detallada y registros de datos relevantes, y deben ser planeadas entre investigadores y productores. durante el periodo piloto debe estar en constante comunicación el investigador con el productor para asistirle y controlar la operación de la granja y el registro de los datos de las secciones 1 y 2; ejemplos de los tópicos a investigar son:

- i: eficiencia del trabajo y efecto de la mecanización para establecer manejos o normas o estándares.
- ii: funciones de producción bajo condiciones prácticas de cultivo.
- iii: combinaciones de producción y nuevas técnicas de producción

## TENEDURIA DE LIBROS Y ANALISIS FINANCIERO.

La teneduría de libros debe servir para dos propósitos fundamentales

- i: proveer al productor (piscicultor) con datos para controlar y analizar su producción.
- ii: proveer información y estadísticas de los negocios "acuaculturales".

Un sistema común de teneduría de libros para la industria del cultivo de peces incrementará gradualmente la comparación y veracidad de los datos para los productores e investigadores de granjas piscícolas.

## Sistema de Teneduría de Libros

Es importante que toda empresa tenga un sistema para la recolección y análisis de datos económicos, presupuestos y costos reales que permitan comparación entre ellos. Por lo tanto debe ser hechos bajo el mismo patrón, sólo así pueden ser usados para la planificación y análisis.

El método de contribución es un intento para la simplificación de los cálculos económicos. El sistema tradicional de contabilidad con el método de costos particulares están frecuentemente caracterizados por algunas complejidades, haciendo difícil al administrador interpretar los datos derivados. La programación lineal es relativamente el método más apropiado de contabilidad pero requiere de más conocimientos matemáticos. La planeación de la teneduría de libros en negocios acuaculturales puede dividirse en dos tipos:

- i: planeación a corto plazo
- ii: planeación a largo plazo

Los sistemas tradicionales de contabilidad son inadecuados para la planeación a corto plazo, ya que considera costos que son fijos sobre un largo periodo de tiempo como costos de producción, que son los usados en las decisiones a corto plazo. El método de contribución distingue costos fijos de costos variables directos y mantiene esta separación a través de todo el sistema contable en los reportes y análisis. Los términos comunes usados en la teneduría de libros son los siguientes:

- i: Ingresos de Operación: es el valor de la producción, ejem; ventas ajustadas a cambios en el "stock" de peces.
- ii: Costos Variables: costos que varían según el volumen de producción, ejem; alimento, empaque, etc.
- iii: Contribución: Ingresos de Operación menos Costos Variables; indica lo que queda para Costos Fijos y Ganancias Netas.

- iv: Costos Fijos: no varían con el volumen de producción, ejem: amortización, mantenimiento, interés, etc.  
 v: Ganancia Neta: contribución menos costos fijos. En una empresa personal esto indica lo que queda de remuneración para el propietario.

De estos valores clave se calculan:

- i: Grado de contribución: la contribución como porcentaje del ingreso  
 ii: Punto de Equilibrio: la cantidad de ingresos donde la contribución es suficientemente grande para cubrir los costos fijos. Este punto indica el balance entre pérdida y ganancia. En este punto no habrá pérdida ni ganancia.

Estos valores se calculan de la siguiente manera:

$$i: \text{Grado de Contribución} = \frac{\text{Contribución} \times 100}{\text{Ingresos}}$$

$$ii: \text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos fijos} \times 100}{\text{Grado de Contribución}}$$

$$iii: \text{Margen de seguridad MS} :$$

$$\text{MS} = \frac{(\text{Ingresos} - \text{Punto de Equilibrio}) \times 100}{\text{Ingresos}}$$

Un análisis de rentabilidad llevado a cabo para comparar empresas puede ser sólo real si se usan sistemas de contabilidad uniformes. Se sugiere que el principio de Contribución debe formar la base del sistema de contabilidad y que algunos indicadores clave se deben utilizar como la rentabilidad, liquidez, solvencia, etc.

La primera información a coleccionar para obtener una visión de la economía de una granja de peces se enlista a continuación:

#### i) Ingresos - Costos

##### Ingresos de Operación

Incremento o decremento en el "stock" de productos terminados  
 Efectivo y Ventas a crédito de bienes y servicios

##### Costos de Producción Variables

Costos de empleo variables  
 Costos de producción variables (corregidos por decrementos e incrementos del "stock" de materia prima)

## Contribución

## Costos Fijos

Salarios  
 Costos indirectos  
 Ingresos sobre préstamos  
 Depreciación sobre Activo Fijo

## Ganancias Netas

## ii) Activo - Pasivo

## Activos Totales

Activos fijos  
 "Stock" (existencias)  
 Activo corriente

## Pasivo Total y Patrimonio

Pasivos a largo plazo  
 Pasivos a corto plazo  
 Patrimonio

## iii) Producción, Empleo, Capacidad

## Cantidad producida

Volumen de agua en m<sup>3</sup>, superficie de estanques en m<sup>2</sup>  
 Horas hombre por año  
 Capacidad de producción máxima

## iv) Valores clave

## Retorno de la Inversión

Habilidad para pagar salarios por hora-hombre anuales  
 Inversión por horas-hombre anuales  
 Inversión por kg producido  
 Producción en kg por volumen de agua en m<sup>3</sup>  
 Utilización de la capacidad

## v) Otros valores clave

Rentabilidad  
 Liquidez  
 Solvencia

## Catálogo de Cuentas

Para una apropiada teneduría de libros y contabilidad de costos, una compañía necesita un catálogo de cuentas que llene las necesidades del registro de datos requeridas por la compañía, satisfaga las leyes y regulaciones relacionadas al mantenimiento de las cuentas de la compañía y le permita la provisión de estadísticas e información para las autoridades apropiadas. En el apéndice se sugiere un catálogo de cuentas.

## Cálculo de la producción

La base para un presupuesto es el cálculo de costos e ingresos esperados, considerando una tecnología y producción kg/m<sup>3</sup> o tons/ha ya definida dentro de un marco de oferta y demanda apropiado que permitan un desarrollo económico sano de la granja con márgenes de inversión y ganancias aceptables comparados con otros sistemas de producción; agricultura, pesca o industrial.

## Presupuesto de Operaciones

Cuando los cálculos de varios productos han sido hechos, la extensión de los productos se tiene que decidir. En esta decisión los factores más importantes a evaluar son: recursos de agua, equipo de producción, condiciones de mercado, fuerza de trabajo disponible, que permitan realizar un presupuesto de rentabilidad.

## Planificación de Operaciones

El siguiente paso es preparar un plan de operación el cual se divide en cuatro partes;

- i: Ingresos y costos; este es un sumario de las cuentas de pérdidas y ganancias contenidas tanto en la operación del año anterior y el presupuesto para el año en curso.
- ii: Activos-Pasivos / Capital: esto es un sumario del balance al comienzo y final de periodo, donde se muestra el flujo de caja.
- iii: Producción, Empleo y Capacidad; esto comprende datos técnicos para calcular valores clave.
- iv: Determinación de los valores clave: Retorno de la inversión, Habilidad para pagar sueldos, Inversión por horas-hombre anuales, Utilización de la capacidad, Inversión por kg producido, Producción por horas-hombre anuales, Producción por unidad de volumen de agua, Horas hombre anuales por empleado.

## VIII. MATERIAL Y METODOS

## MATERIAL.

Para la investigación se utilizaron 5 jaulas (fig M-1) flotantes con las siguientes características:

## Estructura de sostén y de flotación:

- Un bastidor rectangular de madera de pino de 10 cm de diámetro por 4 metros de largo en cada lado
- 2 flotadores metálicos cilíndricos de 1.2 m de largo y 50 cm de diámetro, uno a cada lado.
- Toda la estructura impermeabilizada con pintura antioxidante.
- El bastidor y los flotadores unidos por cabo de nylon de 2.5 cm de diámetro.

## Jaula:

- Cuatro lados y una base de paño de red de nylon con abertura de malla de 2 cm en dos corrales, y de 3.2 cm en los otros tres corrales, conformando un cubo y una tapa del mismo material, los vértices formados con cabo de 2.5 cm de diámetro y cosidos con hilo del número 9. La tapa unida al bastidor con cabo de 0.7 cm de diámetro.

## Estructura de anclaje:

- permite a la jaula mantenerse en su posición.
- 4 unidades formadas por dos muertos de 25 y 50 kg unidos por un cabo de 3.2 cm de diámetro al vértice inferior por medio de una polea de 16 cm de diámetro
- 4 boyas esféricas de 30 cm de diámetro, cada una unida a un muerto de 50 kg, con cabo de 2.5 cm de diámetro que permita modificar la posición del muerto para mantener la forma adecuada del cuerpo de la caja.

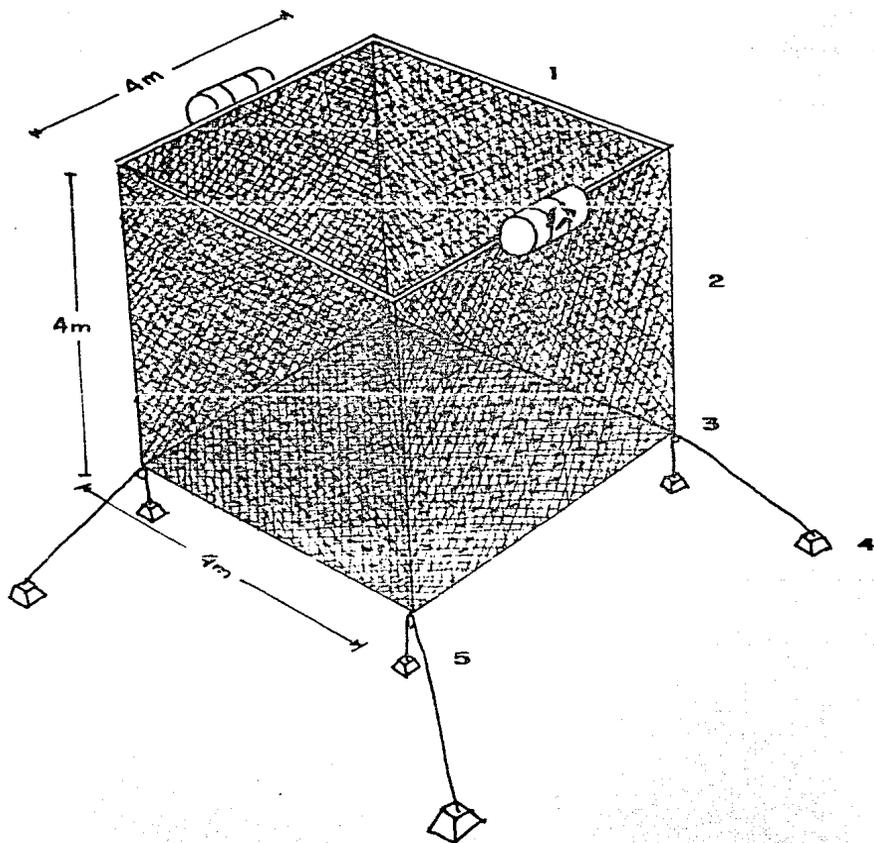
Se contó además con una lancha de fibra de vidrio de 3 m. de largo, de fondo plano, y motor fuera de borda de 25 H.P.

Dos cucharas de 40 de diámetro con malla de 1.5 cm y un corral cuadrado de 1.5 m de lado y 1 metro de profundidad, del mismo tipo de malla que las cucharas. Un chinchorro de 4 m. de largo y 2m de ancho del mismo tipo de malla.

Un ictiómetro de madera de 50 cm de largo marcado en medios centímetros, y una balanza marca Ohaus con una capacidad máxima de 2.6 kg con una exactitud de 0.1 grs.

Una balanza de reloj con capacidad hasta de 10 kg con una exactitud de 10 grs.

# CARACTERISTICAS DE LAS JAULAS FLOTANTES UTILIZADAS EN LA INVESTIGACION



- 1 Estructura de sostén de madera de pino con dos flotadores
- 2 Jaula de red de nylon
- 3 Polea
- 4 Muertos
- 5 Estructura de anclaje

Fig. M-1

Un termómetro de mercurio con escala en grados centígrados con un rango de -10 a 100 C. Un potenciómetro portátil marca Bekuman

Material y equipo de laboratorio para determinar el oxígeno disuelto según el método de Winkler modificado por Alsterber utilizando azida de sodio.

10 mil truchas, proporcionadas por el centro Acuicola Pucuató. alimento para peces, y papelería para toma de datos de cultivo.

Dos tipos de alimento, uno por etapa; alimento "peletizado" para pollos, Purina; y alimento "extruzizado" Albamex especial para trucha. Medicamentos.

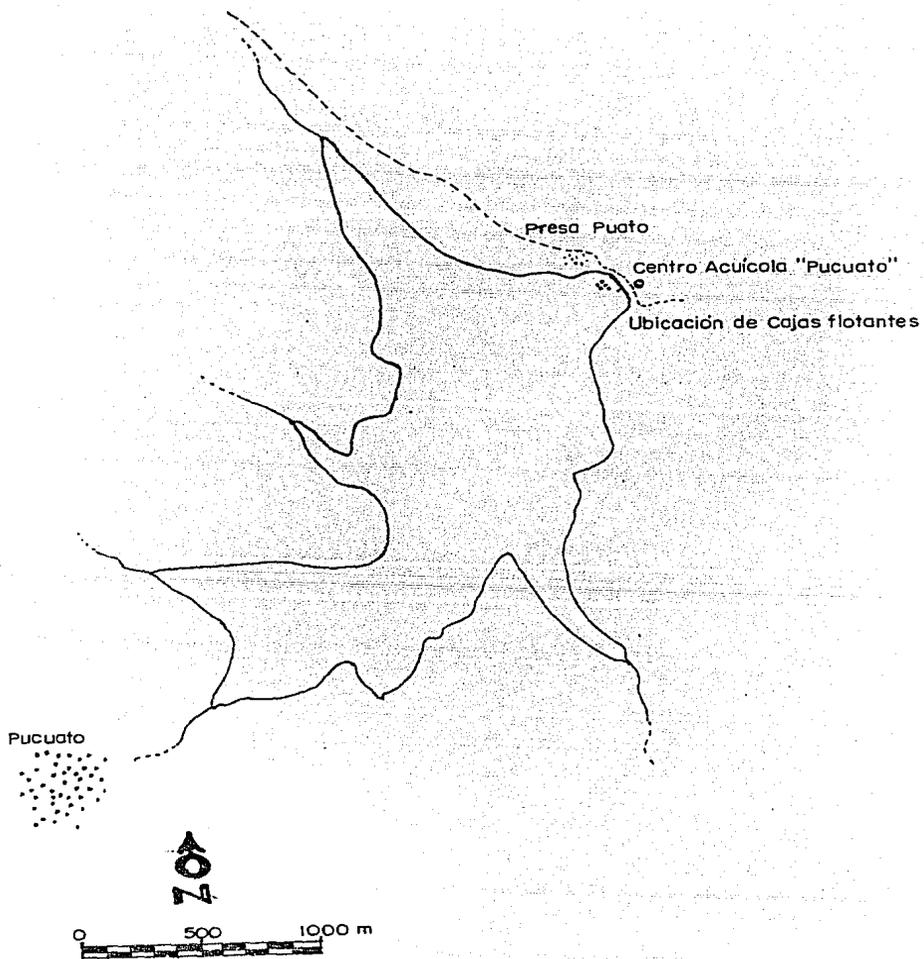
Gasolina y lubricantes para el motor fuera de borda.

#### METODO

Las cajas fueron colocadas en la zona más profunda de la presa, que fluctuó de 8 a 10 m. de profundidad, aproximadamente a 50 metros de la orilla, cerca del vertedor de demasías, a 600 m. de Centro Acuicola "Pucuató". Las cajas estaban separadas 10 m de cada una y formando dos hileras una de tres (cajas 1, 2 y 3) y una de dos (cajas 4 y 5). Esto permitió una buena localización de los cajas tanto por las características físicas del sitio que permitía un buen flujo de agua como por su cercanía con el Centro Acuicola, (mapa M-2).

Una vez colocadas las jaulas en la presa y después de haber probado su eficiencia como estructura física, se procedió a sembrar truchas dentro de las jaulas de talla adecuada a la abertura de malla (2 cm y 3.2 cm).

La investigación consistió de dos etapas, utilizando en cada una de ellas 5 cajas flotantes de 4x4x4 m. (64 m<sup>3</sup>). En la primera etapa que duró 197 días se utilizó un alimento "peletizado" que contenía 22% de proteínas y tenía un complemento vitamínico (gallinacea de Purina). La cantidad de alimento suministrada fue del 5% según la biomasa de cada caja. La segunda etapa consistió de 184 días y se utilizó un alimento "extruzizado" con 38 % de proteínas (trucha, ALBAMEX), se disminuyó el porcentaje de alimento suministrado según la biomasa de cada jaula, que varió de 3.5 a 2 %, según el método de Deuel (1942) que considera el tamaño del pez y la temperatura del agua para determinar la cantidad de alimento diaria respecto de la biomasa total. Se trató a los peces a base de nitrofuranos cuando fue necesario.



CROQUIS I

Los peces fueron alimentados diariamente, en forma manual, el alimento que estaba almacenado en la bodega del Centro Acuicola era pesado en una balanza con una exactitud de 10 g. y era transportado en cubetas hasta las cajas con la ayuda de una lancha con motor fuera de borda.

Los peces fueron medidos y pesados según el método de Lopinot (1964) a intervalos quincenales y mensuales para determinar la cantidad de alimento que debía suministrarse, lo que permitió mantener un control de las condiciones en que se desarrolló el cultivo. Para este propósito se seleccionaban 100 peces por jaula utilizando un chinchorro pequeño, cucharas, un corral pequeño, lancha y motor, para transportarlos hasta el embarcadero a una orilla de la presa donde eran tomados los datos de longitud patrón con un ictiómetro con exactitud de 0.5 cms y peso vivo con una balanza con exactitud de 0.1 g. tarada con un litro de agua. La mortalidad se determinó diariamente, por la mañana eran recogidos los muertos en caso de haber y registrados en una forma de control de mortalidad.

La temperatura, el pH, y el oxígeno disuelto en el agua se determinó quincenalmente.

Los datos de siembra por etapa y corral fueron los siguientes;

#### ETAPA I con alimento Purina

JAUJA	N	lp (x) cm	s	peso (x) grs	s
1	1000	14.0	0.53	36.2	8.0
2	1000	16.0	0.30	51.1	6.9
3	3000	8.9	0.40	13.6	1.9
4	3000	9.0	0.46	14.0	1.9
5	1000	14.0	0.50	37.0	6.3

#### ETAPA II con Albamex

JAUJA	N	lp x cm	s	peso x grs	s
1a	1500	21.0	0.31	135.7	9.1
2a	463	23.0	0.28	175.1	7.7
3a	2500	16.0	0.24	55.3	3.6
4a	2500	16.0	0.25	56.4	3.0
5a	1500	21.0	0.27	136.2	5.0

Donde: N = peces por jaula; lp = longitud patrón;  
s = desviación standar

Al inicio de cada etapa se seleccionó a los peces por tallas y se poblaron las cajas con diferentes densidades con el propósito de determinar el efecto de la densidad en el cultivo por etapa y el efecto del tipo de alimento entre etapas.

La composición nutricional en porcentaje de los alimentos fue

Nutriente	ALBAMEX	PURINA	
humedad	9.2	11.7	
proteína cruda	38.6	22.3	
grasa	9.2	4.5	
extracto libre de nitrógeno	18.7	42.4	
fibra cruda	8.9	9.3	
ceniza	15.4	9.8	
total de compuestos digeribles			
proteína + grasa + carbohidratos	66.5	69.2	
Kilocalorías por componente por kg de alimento:			
componente	cant. unit	total	total
proteína	39	1505.5	869.7
grasa	80	736.0	360.0
carbohidratos	16	299.2	678.4
total		2540.4	1908.1

#### METODO ESTADISTICO

Ya que en el cultivo comercial en cajas flotantes lo importante es conocer el crecimiento de los peces, la densidad óptima, la edad (talla y peso) inicial y la producción a talla comercial (talla y peso finales, biomasa final en kg/m<sup>3</sup> y mortalidad final), así como la dieta más adecuada, se planteó modificar estas tres variables: talla edad inicial (talla y peso), densidad inicial (número de peces por jaula), y el tipo de alimento (gallinácea de Purina y trucha de ALBAMEX).

Para encontrar las diferencias entre el crecimiento de los peces en cada jaula por etapa según el tipo de alimento, se realizó un análisis de covarianza de las pendientes de las regresiones lineales de las relaciones:

tiempo-log longitud patrón;  
 tiempo-log peso;  
 log longitud patrón-log peso.

De las cuales las dos primeras, tiempo-log longitud patrón y tiempo-log peso representan la tasa de crecimiento del pez en talla y peso dependientes del tiempo, y en la tercera relación log longitud patrón - log peso el estado de condición del pez.

Ya que en cada etapa el alimento es el mismo y las condiciones de cultivo iguales para cada caja, los factores diferentes son la densidad y la edad de los peces. Si hay diferencia en el crecimiento los responsables serán estas dos variables.

#### DETERMINACION DEL CRECIMIENTO Y FACTOR DE CONDICION DE LOS PECES

Para determinar el crecimiento en talla (longitud patrón en cm) y peso (peso vivo en gr) en el tiempo (días) y la condición de los peces, se utilizaron las medias de la longitud patrón y el peso de cada muestreo quincenal o mensual (ver tablas de resultados por caja tablas R-4 a R-15) con los cuales se obtuvieron según el método de mínimos cuadrados las regresiones lineales de las relaciones  $t\text{-log } l_p$ ;  $t\text{-log } p$ ; y  $\log l_p\text{-log } p$ .

#### DETERMINACION DE LAS DIFERENCIAS EN EL CRECIMIENTO Y ESTADO DE CONDICION DE LOS PECES.

Una vez obtenidas las regresiones lineales según el método de mínimos cuadrados (tabla M-1) para cada etapa de cultivo (I y II) considerando una significancia del 95% en su correlación, se utilizó un análisis de covarianza para determinar la significancia de las diferencias entre sus pendientes (tabla M-2), (Zar J.H. 1974), considerando la hipótesis nula;

$$H_0 : b_1 = b_2 = b_3 = b_4 = b_5$$

Lo cual indica que no hay diferencia significativa entre las pendientes por lo que se pueden representar por una sola ecuación de regresión y las variables de densidad y edad no afectan el ritmo de crecimiento, y la hipótesis alternativa;

$$H_a : b_1 \neq b_2 \neq b_3 \neq b_4 \neq b_5$$

La cual se acepta al rechazar la hipótesis nula si el resultado encontrado de F es mayor que el de las tablas para los grados de libertad considerados (según tablas F) y significa que sí hay diferencia entre los crecimientos y dependen directamente de la densidad de cultivo y la edad del pez, lo que obliga a seleccionar una densidad y edad inicial entre las probadas para el mejor desarrollo del cultivo, después de determinar las diferencias y similitudes entre las cajas según su densidad, talla y peso iniciales respecto a los resultados finales de producción en kg/m<sup>3</sup> y talla y peso finales, mortalidad y costos por kg producido.

Para el análisis estadístico de los datos, y el análisis económico se utilizó un paquete de cuatro programas: regresión - correlación lineal, covarianza y varianza de acuerdo a Zar J.H. (1974), y análisis económico de acuerdo a Berge L. (1976) realizados en Super-Calc (hoja electrónica programable) y una microcomputadora IBM PC/XT.

tabla M-1  
Método de mínimos cuadrados para la determinación de  
la ecuación de regresión lineal para dos variables

-----  
valores de x --> x1 , x2 , x3 , ...xi , ...xn      variable independiente  
valores de y --> y1 , y2 , y3 , ...yi , ...yn      variable dependiente  
determinar;  
varianza de x = A      varianza de y = B      covarianza de xy = C  
Ex: sumatoria de x      Ey: sumatoria de y      M: nóm. de pares de datos  
Ex2: sumatoria de las      Ey2: sumatoria de      x promedio: y promedio  
x promedio      y promedio      Exy: sumatoria xy

$$A = \frac{(Ex)^2}{N} \quad B = \frac{(Ey)^2}{N} \quad C = \frac{(Ex)(Ey)}{N}$$

$$\text{Pendiente } b = \frac{C}{A} = \frac{\text{covarianza de xy}}{\text{varianza de x}}$$

Ordenada al origen a = y promedio - b (x promedio)

$$\text{Coeficiente de correlación } r = \frac{C}{(A \cdot B)^{1/2}}$$

predicción de valores de y:  $Y_i = a + b X_i \pm S_{yx}$

$Y_i$  = valor de y dependiente de  $X_i$

$S_{yx}$  = error estandar de la regresión .

$$S_{yx} = \frac{\sqrt{\text{suma de cuadrados residual}}}{\sqrt{\text{grados de libertad}}}$$

Prueba de t para la significancia de b;  $H_0: b=0$  contra  $H_a: b \neq 0$

$$t = \frac{(\text{parametro estimado}) - (\text{valor hipotético del parametro})}{\text{error estandar del parametro estimado}}$$

$$t = \frac{b - 0}{\text{error estandar de b}}$$

$$EE \text{ de } b = (\text{Cuadrado medio residual } S_{yx}^2 / A)^{1/2}$$

-----

tabla M-2. Análisis de Covarianza  
 variable: tipo de alimento ("peletizado" o "extrudizado")  
 Prueba de significancia para las diferencias entre las  
 pendientes de las regresiones lineales de las relaciones  
 variables:  $t\text{-log } l_p$  ;  $t\text{-log } p$  ;  $\log l_p\text{-log } p$

Regresión	varianza	covarianza	varianza	num de	b <sub>i</sub>	S C	grados
Mo -)	k <sub>i</sub> de x = A	xy = B	de y = C	datos	pend	residual	libertad
caja 1	A1	C1	B1	n1	C/A	B-C2/A	M-2
caja 2	A2	C2	B2	n2	C/A	B-C2 A	M-2
caja 3	A3	C3	B3	n3	C/A	B-C2 A	M-2
caja 4	A4	C4	B4	n4	C/A	B-C2 A	M-2
caja 5	A5	C5	B4	n5	C/A	B-C2 A	M-2
Reg. P.						SCpool	E(Ki-2k)
Reg. Com	EAI	ECi	ECi		C/A	SCcomu	Eni-k-1

Ho ; b1=b2=b3=b4=b5 => no hay diferencia entre las pendientes

Ha ; b1=b2=b3=b4=b5 => si hay diferencia entre las pendientes

$$SCc - SCp / k-1$$

$$F = \frac{\quad}{SCp / 6Lp} = F \text{ encontrada}$$

$$SCp / 6Lp$$

F de tablas = % significancia,

Donde: SCc = Suma de cuadrados residual, SCp = Suma de cuadrados pool, K i = número de regresión, SCcomu = Suma de cuadrados común.

Si no se encuentran diferencias significativas, se puede utilizar una sola ecuación de regresión para todas las regresiones utilizadas, cuya pendiente y ordenada al origen se obtienen de la Reg Com. y será:

$$y = a + b x$$

donde y es la variable dependiente, x la variable independiente, a la ordenada al origen y b la pendiente. b se obtiene de la tabla y a con la fórmula;  $a = y \text{ prom} - (b * x \text{ prom})$  donde y prom y x prom son los promedios de todos los valores de x y y utilizadas en las regresiones.

Si se encuentran diferencias significativas entonces se determinan la diferencias y similitudes con un análisis de varianza de rango múltiple SNK (Student-Newman-Keuls, según Zar 1974) como en la tabla M3.

Tabla N-3. Análisis de Varianza  
 Método de comparación múltiple SNK (Student, Newman, Keuls)  
 para determinar las diferencias y similitudes entre las pendientes  
 encontradas en las regresiones lineales (Zar 1974)

comparación	diferencias	SE	q	p	q, %	conclusión
B - A	bB - bA				GL, p	
5 vs 1	b5 - b1	SE(b5-b1)	q(5-1)	p(5-1)	:	:
5 vs 2	b5 - b2	:	:	:	:	:
5 vs 3	b5 - b3	:	:	:	se busca	se acepta o
5 vs 4	b5 - b4	:	:	:	en	se rechaza
4 vs 1	b4 - b1	:	:	:	tablas	la hipóte-
4 vs 2	b4 - b2	:	:	:	:	sis nula
4 vs 3	b4 - b3	:	:	:	:	H <sub>0</sub> : bA=bB
3 vs 1	b3 - b1	:	:	:	:	:
3 vs 2	b3 - b2	:	:	:	:	:
2 vs 1	b2 - b1	SE(b2-b1)	q(2-1)	p(2-1)	:	:

El orden de comparación debe ser de la mayor diferencia a la menor, por ejemplo;

$$b5 > b4 > b3 > b2 > b1$$

donde:

$$SE = \frac{\sqrt{(S_{xy}N^2)_p}}{ExN^2} \quad \text{si } ExN^2 \text{ es la misma para A y B}$$

o si las Ex2 son diferentes se usa:

$$SE = \frac{\sqrt{(S_{xy}N^2)_p} \cdot \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{1}{(Ex2)_A} + \frac{1}{(Ex2)_B}}}{Ex2}$$

$$q = \frac{bA - bB}{SE} \quad bA = \text{pendiente A}, \quad bB = \text{pendiente B}$$

p número de rango de pendientes probadas, ordenadas en orden ascendente

q%, GL, p : el q de las tablas, con el porcentaje de probabilidad elegido, los grados de libertad y la p correspondiente.

## IX. RESULTADOS

Después de 390 días de cultivo experimental, se obtuvieron los resultados que se muestran en las tablas siguientes:

Parametros ambientales: la tabla R-1 muestra los valores para oxígeno disuelto, pH, y temperatura del agua, con su promedio anual, desviación estandar (s) y los máximos y mínimos.

Resultados generales por tipo de alimento: la tabla R-2 muestra los resultados obtenidos con el alimento "peletizado" y la tabla R-3 los obtenidos con el alimento "extrurizado".

Resultados por caja para el alimento "peletizado": las tablas R-4, R-5, R-6, R-7, y R-8 muestran los resultados de las cinco cajas para el alimento "peletizado".

Correlaciones y regresiones para el alimento "peletizado": la tabla R-9 muestra las correlaciones y regresiones para las cinco cajas de alimento "peletizado" para las relaciones; tiempo - log longitud patrón, tiempo - log peso, log longitud patrón - log peso, y tiempo - log biomasa.

Resultados por caja para el alimento "extrurizado": las tablas R-10, R-11, R-12, R-13, y R-14 muestran los resultados de las cinco cajas para el alimento "extrurizado".

Correlaciones y regresiones para el alimento "extrurizado": la tabla R-15 muestra las correlaciones y regresiones para las cinco cajas de alimento "extrurizado" para las relaciones; tiempo - log longitud patrón, tiempo - log peso; log longitud patrón - log peso, y tiempo - log biomasa.

Análisis de covarianza para el alimento "peletizado": las tablas R-16, R-17, R-18, y R-19, muestran los resultados de las diferencias entre las pendientes de las regresiones de las relaciones antes mencionadas.

Análisis de covarianza para el alimento "extrurizado": las tablas R-20, R-21, R-22, y R-23, muestran los resultados de las diferencias entre las pendientes de las regresiones de las relaciones antes mencionadas.

Análisis de varianza para el alimento "peletizado": las tablas R-24, R-25, R-26, y R-27, muestran las similitudes y diferencias entre las pendientes de las regresiones de las relaciones mencionadas.

Análisis de varianza para el alimento "extrurizado": la tabla R-28 muestra las similitudes y diferencias entre la pendiente de la relación tiempo - log biomasa, que fue la única que mostró diferencias de todas las relaciones probadas para el alimento "extrurizado".

## IX. RESULTADOS

Tabla R-1

PARAMETROS AMBIENTALES			
mes	Oxigeno disuelto	pH	temp C agua
nov 77	7.4	6.4	16.7
	8.8	6.8	15.3
dic	8.6	6.6	14.6
	8.5	6.4	14.5
ene 78	9.9	6.5	13.7
	9.6	6.6	12.2
feb	9.2	6.4	13.8
	9.0	6.6	13.5
mar	8.7	7.2	14.6
	9.1	7.1	14.9
abr	6.7	7.0	15.6
	6.6	7.0	15.3
may	6.5	7.3	16.4
	6.0	7.5	16.8
jun	7.0	7.2	17.3
	6.8	7.3	17.7
jul	6.4	6.5	18.2
	7.2	6.7	18.5
ago	6.5	6.3	18.6
	7.4	6.3	17.8
sep	7.6	6.7	17.9
	8.3	6.5	17.5
oct	7.2	6.5	17.5
	7.5	6.7	17.0
nov	8.1	6.4	16.4
	8.7	6.8	15.7
dic	7.9	6.3	14.8
	7.8	6.2	14.2
promedio anual	7.8	6.7	15.9
s	1.06	0.36	1.68
maximo	9.9	7.5	18.6
minimo	6.0	6.2	12.2

Considerando que los valores de oxígeno disuelto nunca deben de disminuir a menos de 5 ppm, el pH puede estar entre 6.0 a 8.0 y la temperatura mejor de crecimiento es de 15 C, con rangos de 12 a 18 para el cultivo de la trucha, estos parámetros se mantuvieron dentro de estos rangos por lo que las condiciones ambientales son buenas para el cultivo de trucha en la presa 'Pucato'.

## RESULTADOS

Tabla R-2

Del cultivo de trucha arco-iris (*Salmo gairdneri*, Richardson) en la presa "Pecuate", Mich. con cajas flotantes de 4 x 4 x 4 x m (64 m<sup>3</sup>) I PARTE: iniciarina de Purina como alimento con 22 % de proteina

Jaula	1	2	3	4	5
dia de siembra	15/nov/77	15/nov/77	15/nov/77	15/nov/77	15/nov/77
numero de peces por jaula	1000	1000	3000	3000	1000
edad inicial, meses	15	15	9	9	15
tasa de siembra (peces/m <sup>3</sup> )	15.6	15.6	46.9	46.9	15.6
peso inicial promedio (g)	36	51	13	14	37
talla inicial promedio lp (cm)	14	16	9	9	14
biomasa inicial (kg/m <sup>3</sup> )	0.565	0.798	0.637	0.656	0.578
biomasa inicial (kg/caja)	36.16	51.07	40.76	41.98	36.99
dia de cosecha	15/may/78	15/may/78	15/may/78	15/may/78	15/may/78
numero de peces cosechados	896	884	2648	2690	906
num. de dias en cultivo	197	197	197	197	197
cantidad cosechada (peces/m <sup>3</sup> )	14.0	13.8	41.4	42.0	14.1
peso final promedio (g)	108.8	152.3	47.7	52.2	118.4
talla final promedio lp (cm)	20.3	22.2	15.3	15.8	20.4
biomasa final (kg/m <sup>3</sup> )	1.52	2.10	1.97	1.63	1.62
biomasa final (kg/caja)	97.28	134.40	126.08	104.32	103.68
ganancia en peso (kg/m <sup>3</sup> )	0.95	1.30	1.33	0.97	1.04
incremento individual (g/dia)	0.36	0.51	0.17	0.19	0.41
cantidad de alimento (kg/m <sup>3</sup> )	8.16	11.77	11.27	12.02	9.03
tasa de conversion de alimento	7.7	6.1	7.6	7.0	7.4
tasa de mortalidad	10.4	11.6	11.7	10.3	9.4

Observaciones: los peces no alcanzaron talla comercial (230-240) con apenas una tasa de incremento individual promedio de 0.38 g/dia. La produccion total promedio de 1.76 kg/m<sup>3</sup> es muy baja comparada con los 10-35 kg/m<sup>3</sup> reportados en otros paises (Coche 1978). En definitiva un alimento con 22 % de proteina no debe ser utilizado en peces de 9 a 10 cm.

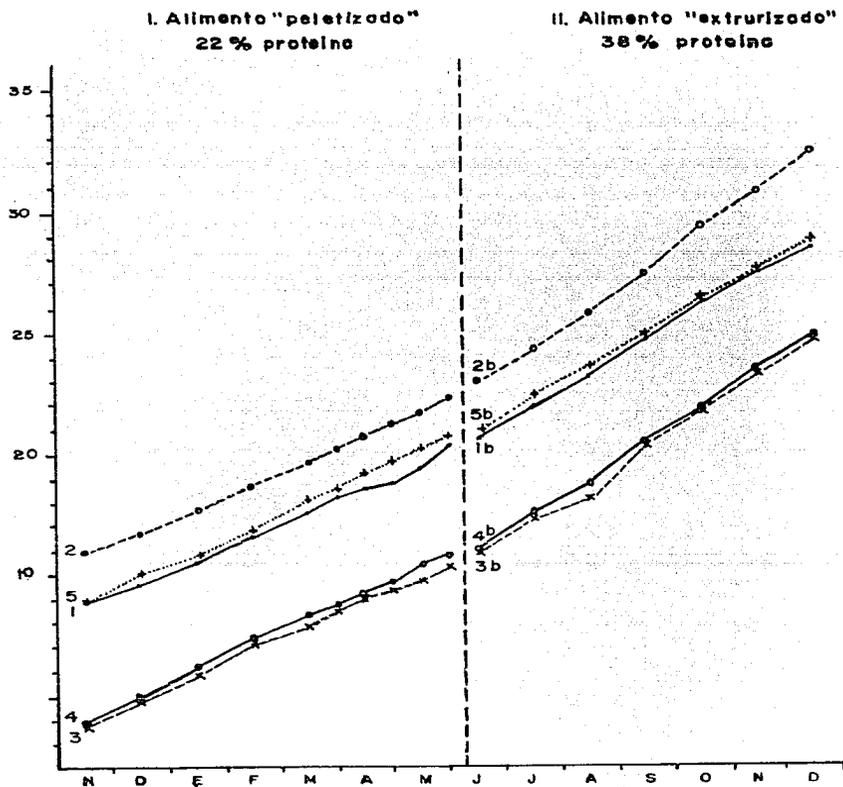
## RESULTADOS

tabla R-3

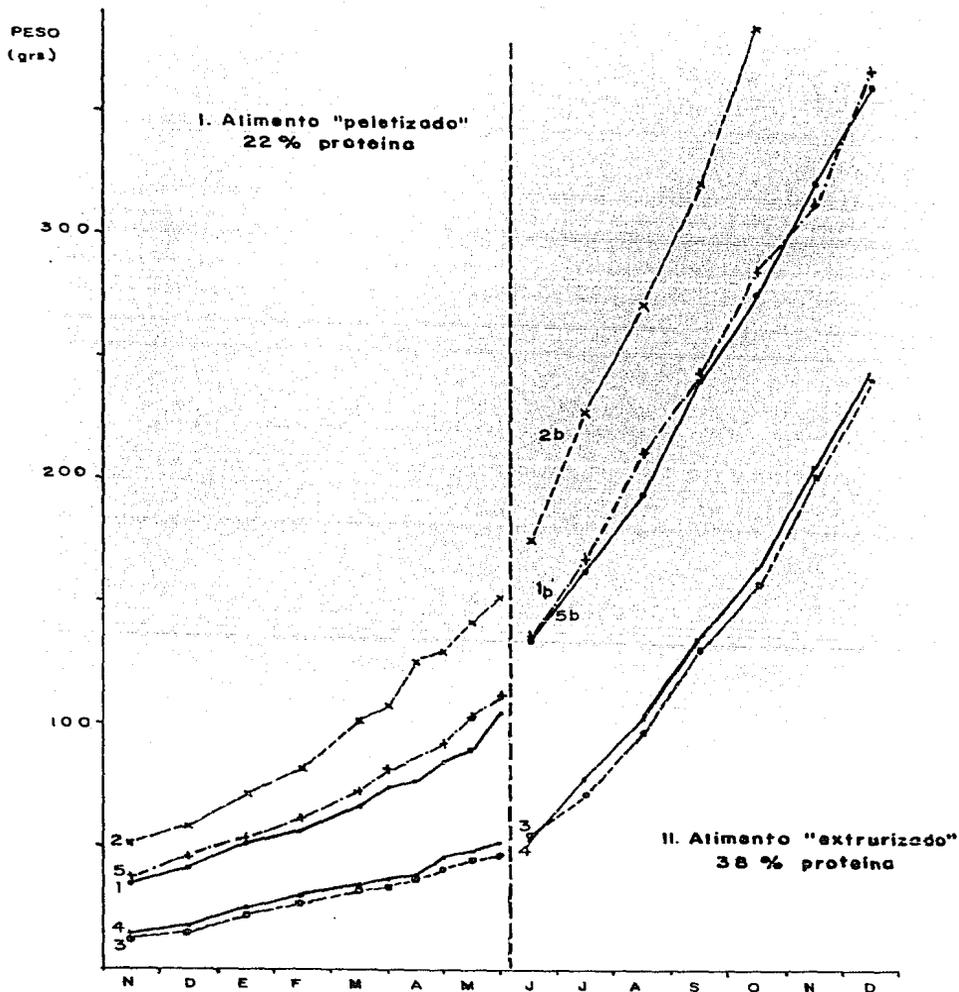
Del cultivo de trucha arco-iris (*Salmo gairdneri*, Richardson)  
 en la presa "Pucato", Mich. con cajas flotantes de  
 4 x 4 x 4 m (64 m<sup>3</sup>) II PARTE: alimento ALBAMEX  
 "Extrudizado" para trucha con 38 % de proteína

Jaula	1	2	3	4	5
día de siembra	15/jun/78	15/jun/78	15/jun/78	15/jun/78	15/jun/78
Número de peces por jaula	1500	463	2500	2500	1500
edad inicial, meses	21	21	15	15	21
tasa de siembra (peces/m <sup>3</sup> )	23.4	7.2	30.0	39.0	23.4
peso inicial promedio (g)	137.5	175.1	55.3	56.4	136.2
talla inicial promedio lp (cm)	21.0	23.0	15.9	16.0	21.0
biomasa inicial (kg/m <sup>3</sup> )	3.2	1.3	2.1	2.2	3.2
biomasa inicial (kg/caja)	203.5	81.0	138.2	141.0	204.3
día de cosecha	15/dic/78	15/dic/78	15/dic/78	15/dic/78	15/dic/78
número de peces cosechados	1421	431	2384	2375	1433
num. de días en cultivo	184	184	184	184	184
cantidad cosechada (peces/m <sup>3</sup> )	22.2	6.7	37.2	37.1	22.4
peso final promedio (g)	361.2	519.0	241.4	244.4	368.1
talla final promedio lp (cm)	28.7	32.5	24.8	25.0	28.9
biomasa final (kg/m <sup>3</sup> )	8.0	3.5	9.07	9.0	8.2
biomasa final (kg/caja)	513.22	223.68	575.49	580.45	527.48
ganancia en peso (kg/m <sup>3</sup> )	4.8	2.2	6.9	6.8	5.0
incremento individual (g/día)	1.22	1.86	1.01	1.02	1.26
cantidad de alimento (kg/m <sup>3</sup> )	17.6	6.86	18.13	18.69	17.94
tasa de conversión de alimento	3.4	2.9	2.5	2.6	3.7
tasa de mortalidad	5.2	6.9	4.6	5.0	4.5

Observaciones: Los peces alcanzaron talla comercial (230-250 g), mejoró la tasa de incremento individual promedio con 1.27 g/día. La producción total promedio de 7.55 kg/m<sup>3</sup> ya se acercó a la reportada en otros países, 10-35 kg/m<sup>3</sup>, (Coche 1978). La producción alcanzada ya permite una planeación con fines comerciales, pero es necesario más investigación a nivel nutricional, y probando mayores densidades, para mejoras económicas en el cultivo.



Gráfica de valores puntuales del promedio de la longitud patrón (cm) en el tiempo (días) por caja en las dos etapas: I alimento "pelletizado" con 22 % de proteina, II alimento "extrudizado" con 38 % de proteina.



Gráfica de valores puntuales del promedio del peso (gr.) en el tiempo (días) por caja en las dos etapas: I alimento "peletizado" con 22 % de proteina, II alimento "extruzado" con 38 % de proteina.

## TABLAS DE RESULTADOS POR CAJA

## ETAPA I COM ALIMENTO "PELETIZADO" PURINA, 22 % DE PROTEINA

CAJA ---) 1		Tabla R-4										alimento "peletizado"				CAJA ---) 1									
fecha	T	N	mortalidad	l.p.	peso	biomasa	incre.	incre.	alimento	incre.	CONVERSION														
mes	dia	t	n	mes	acu	prox	prox	gms.	gms.	gms.	gms.	%	n	por	por	ALIMENTICIA									
=====																									
nov	15	1	1	1000	0	0.00	0.0	14.02	36.02	36.200				1.8	29	52.5									
dic	15	31	31	978	22	2.20	2.2	14.64	41.30	40.391	4.191	4.191	2.0	31	62.6	115.1	12.5								
ene	16	32	63	968	10	1.02	3.2	15.76	50.90	49.271	6.880	13.071	2.5	28	69.0	184.1	7.1								
feb	14	29	92	956	12	1.24	4.4	16.58	57.80	55.257	5.986	19.057	2.8	28	77.4	261.4	9.7								
mar	15	29	121	950	6	0.63	5.0	17.65	68.70	65.265	10.008	29.065	3.3	14	45.7	307.1	7.7								
	30	15	136	940	10	1.05	6.0	18.17	75.80	71.257	5.987	53.052	3.6	13	46.3	353.4	7.6								
abr	13	15	151	924	16	1.70	7.6	18.59	79.30	73.272	2.021	37.073	3.7	14	51.3	404.7	22.7								
	28	15	166	918	6	0.65	8.2	18.94	86.90	79.774	6.501	43.574	4.0	15	59.8	464.6	7.9								
may	15	15	181	915	3	0.32	8.5	19.69	90.50	82.806	3.033	46.608	4.1	14	58.0	522.5	19.7								
	30	15	196	896	19	2.08	10.4	20.35	108.80	97.485	14.677	61.285													
totales													196	896		10.4		97.485	61.285					522.5	8.5
T=dias acumulados, N=num. de peces, n=muertos																	CON ALIM REV --)		7.7						

CAJA ---) 2		Tabla R-5										alimento "peletizado"				CAJA ---) 2									
fecha	T	N	mortalidad	l.p.	peso	biomasa	incre.	incre.	alimento	incre.	CONVERSION														
mes	dia	t	n	mes	acu	prox	prox	gms.	gms.	gms.	gms.	%	n	por	por	ALIMENTICIA									
=====																									
nov	15	1	1	1000	0	0.00	0.0	16.00	51.10	51.100				2.6	29	74.1									
dic	15	31	31	976	24	2.4	2.4	16.80	58.20	56.803	5.703	5.703	2.8	31	88.0	162.1	13.0								
ene	16	32	63	956	20	2.00	4.4	17.90	71.50	68.354	11.551	17.254	3.4	28	95.7	257.8	7.6								
feb	14	29	92	946	10	1.00	5.4	18.80	83.90	79.369	11.015	28.269	4.0	28	111.1	369.0	8.7								
mar	15	29	121	928	18	1.90	7.2	19.90	100.50	93.264	13.895	42.164	4.7	14	65.3	434.2	8.0								
	30	15	136	918	10	1.10	8.2	20.30	108.70	99.787	6.523	48.687	5.0	13	64.9	499.1	10.0								
abr	13	15	151	912	6	0.70	8.8	20.80	120.90	110.261	10.474	59.161	5.5	14	77.2	576.3	6.2								
	28	15	166	900	12	1.30	10.0	21.20	131.00	117.900	7.639	66.800	5.9	15	88.4	466.4	10.1								
may	15	15	181	892	8	0.90	10.8	21.70	142.60	127.199	9.299	76.099	6.4	14	89.0	753.7	9.5								
	30	15	196	884	8	0.90	11.6	22.20	152.30	134.633	7.434	83.533													
totales													196	884		11.6		134.633	83.533	83.533				753.7	9.0
T=dias acumulados, N=num. de peces, n=muertos																	CON ALIM REV --)		8.1						

```

#####
CAJA ---) 3          Tabla R-6          alimento "peletizado"          CAJA ---) 3
#####
fecha      T  N  mortalidad  l.p.  pesc  biomasa  incre. incre.  alimento  incre. CONVERSION
mes dia t   n  mes acu  prom  prom  kgs     bioma. acum. %  n  por  por  ALIMENTICIA
#####
nov 15 1   1 3000  0 0.00  0.0  8.90  13.60  40.800
#####
dic 15 31  31 2961 39 1.30  1.3  9.90  16.90  50.141  9.241  9.241  2.5 31  77.6 136.7  6.4  6.4
ene 16 32  63 2919 42 1.40  2.7 10.90  23.10  67.429  17.388  24.629  3.4 28  94.4 231.1  4.5  5.1
feb 14 29  92 2884 35 1.20  3.9 12.00  28.30  81.617  14.188  40.817  4.1 28  114.3 345.4  6.7  5.7
mar 15 29 121 2845 39 1.40  5.2 12.90  33.10  94.169  12.552  53.369  4.7 14  65.9 411.3  9.1  6.7
   30 15 136 2820 25 0.90  6.0 13.50  36.10 101.802  7.633  61.002  5.1 13  66.2 477.5  8.6  7.4
abr 13 15 151 2775 45 1.60  7.5 14.00  38.10 105.727  3.925  64.927  5.3 14  74.0 551.5  16.9  7.7
   28 15 166 2719 56 2.00  9.4 14.40  41.30 112.295  6.567  71.495  5.6 15  84.2 635.7  11.3  7.8
may 15 15 181 2680 39 1.40 10.7 14.90  45.70 122.476  10.181  81.676  6.1 14  85.7 721.4  8.3  8.4
   30 15 196 2648 32 1.20 11.7 15.30  47.70 126.310  3.834  85.510
#####
totales 196 2648          11.7          126.310  85.510  85.510          721.4          8.4
T=dias acumulados, N=num. de peces, a=muertos          CON ALIM REV --) 7.6
#####

```

```

#####
CAJA ---) 4          Tabla R-7          alimento "peletizado"          CAJA ---) 4
#####
fecha      T  N  mortalidad  l.p.  peso  biomasa  incre. incre.  alimento  incre. CONVERSION
mes dia t   n  mes acu  prom  prom  kgs     bioma. acum. %  n  por  por  ALIMENTICIA
#####
nov 15 1   1 2000  0 0.00  0.0  9.00  14.00  42.000
#####
dic 15 31  31 2954 46 1.52  1.5 10.00  19.10  56.421  14.421  14.421  2.8 31  87.5 148.4  4.2  4.2
ene 16 32  63 2918 36 1.22  2.7 11.20  25.00  72.950  16.529  30.950  3.6 28  102.1 250.5  5.3  4.8
feb 14 29  92 2874 44 1.51  4.2 12.30  29.50  84.783  11.833  42.783  4.2 28  118.7 369.2  8.6  5.9
mar 15 29 121 2846 28 0.97  5.1 13.40  35.00  99.610  14.827  57.610  5.0 14  69.7 438.9  8.0  6.9
   30 15 136 2824 22 0.77  5.9 13.20  37.50 105.900  6.290  63.900  5.3 13  68.8 507.7  11.1  7.8
abr 13 15 151 2776 48 1.70  7.5 14.20  38.70 107.431  1.531  65.431  5.4 14  75.2 582.9  45.0  7.1
   28 15 166 2757 19 0.68  8.1 14.90  45.10 124.341  16.910  82.341  6.2 15  93.3 676.2  4.4  7.4
may 15 15 181 2730 27 0.98  9.0 15.40  48.70 132.951  8.610  90.951  6.6 14  93.1 769.3  16.8  7.8
   30 15 196 2690 40 1.47 10.3 15.80  52.30 140.687  7.736  98.687
#####
totales 196 2690          10.3          140.687  98.687  98.687          769.3          7.8
T=dias acumulados, N=num. de peces, a=muertos          CON ALIM REV --) 7.0
#####

```

CAJA ---) 5													Tabla R-8		alimento "peletizado"			CAJA ---) 5				
fecha	T	K	mortalidad	l.p.	pesc	biomasa	incre.	incre.	alimento	incre.	CONVERSION											
mes dia t	n	mes	acu	proe	prom	kg	biom.	kg	%	a	por	por	ALIMENTICIA	mes	acu							
				mes.	gms.		kg	kg	dia	mes	mes	mes	mes	mes	mes							
nov 15	1	1	1000	0	0.00	0.0	14.00	37.00	37.000		1.8	29	53.6									
dic 15	31	31	982	18	1.80	1.8	15.10	45.80	44.976	7.976	7.976	2.2	31	69.7	123.4	6.7	6.7					
ene 16	32	63	974	8	0.81	2.6	15.90	51.90	50.551	5.575	13.551	2.5	28	70.8	194.1	12.5	9.1					
feb 14	29	92	962	12	1.23	3.8	16.90	61.30	58.971	6.420	21.971	2.9	28	82.6	276.7	8.4	8.8					
mar 15	29	121	954	8	0.83	4.6	18.00	73.60	70.214	11.144	33.214	3.5	14	49.2	325.8	7.3	8.0					
30	15	136	940	14	1.47	6.0	18.60	82.50	77.555	7.336	40.550	3.9	13	50.4	376.2	6.7	7.7					
abr 13	15	151	930	10	1.06	7.0	19.40	92.50	86.025	8.475	49.025	4.3	14	60.2	436.5	5.9	7.5					
28	15	166	924	6	0.65	7.6	19.80	103.10	95.264	9.239	58.264	4.8	15	71.4	507.9	6.5	7.9					
may 15	15	181	913	11	1.19	8.7	20.30	111.00	101.343	6.079	64.343	5.1	14	70.9	578.9	11.8	8.2					
30	15	196	906	7	0.77	9.4	20.60	118.40	107.270	5.927	70.270											
totales			196	906		9.4		107.270	70.270	70.270				578.9		8.2						
T=días acumulados, N=num. de peces, n=muertos													COM ALIM REV --)		7.4							

TABLA R-9. CORRELACIONES Y REGRESIONES DEL ALIMENTO "PELETIZADO":

caja num.	Relaciones	r(t)	r(t)	sig-co	y =	a +	b (x)	ecuacion
1	t - log lp	0.62	0.99	++	log lp =	1.143	+ 0.0008 (t)	1
2	t - log lp	0.62	0.99	++	log lp =	1.206	+ 0.0007 (t)	2
3	t - log lp	0.62	0.99	++	log lp =	0.958	+ 0.0012 (t)	3
4	t - log lp	0.62	0.97	++	log lp =	0.964	+ 0.0013 (t)	4
5	t - log lp	0.62	0.99	++	log lp =	1.148	+ 0.0009 (t)	5
1	t - log p	0.62	0.99	++	log p =	1.549	+ 0.00236 (t)	6
2	t - log p	0.62	0.99	++	log p =	1.708	+ 0.00217 (t)	7
3	t - log p	0.62	0.99	++	log p =	1.160	+ 0.00279 (t)	8
4	t - log p	0.62	0.99	++	log p =	1.187	+ 0.00279 (t)	9
5	t - log p	0.62	0.99	++	log p =	1.561	+ 0.00263 (t)	10
1	log lp - log p	0.62	0.97	++	log p =	-1.692	+ 2.814 (log lp)	11
2	log lp - log p	0.62	0.99	++	log p =	-2.397	+ 3.086 (log lp)	12
3	log lp - log p	0.62	0.99	++	log p =	-1.059	+ 2.315 (log lp)	13
4	log lp - log p	0.62	0.99	++	log p =	-0.963	+ 2.229 (log lp)	14
5	log lp - log p	0.62	0.99	++	log p =	-1.864	+ 2.966 (log lp)	15
1	t - log bio	0.62	0.99	++	log bio =	1.794	+ 0.00213 (t)	16
2	t - log bio	0.62	0.99	++	log bio =	1.951	+ 0.00224 (t)	17
3	t - log bio	0.62	0.98	++	log bio =	1.644	+ 0.00250 (t)	18
4	t - log bio	0.62	0.98	++	log bio =	1.667	+ 0.00256 (t)	19
5	t - log bio	0.62	0.99	++	log bio =	1.562	+ 0.00241 (t)	20

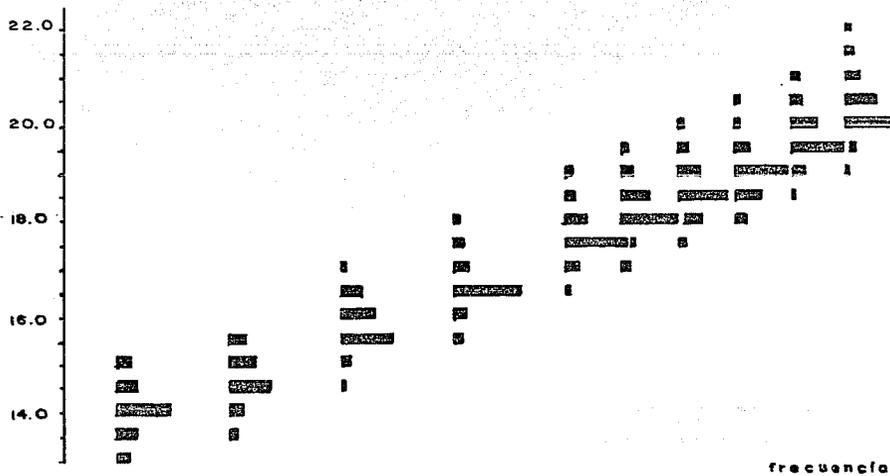
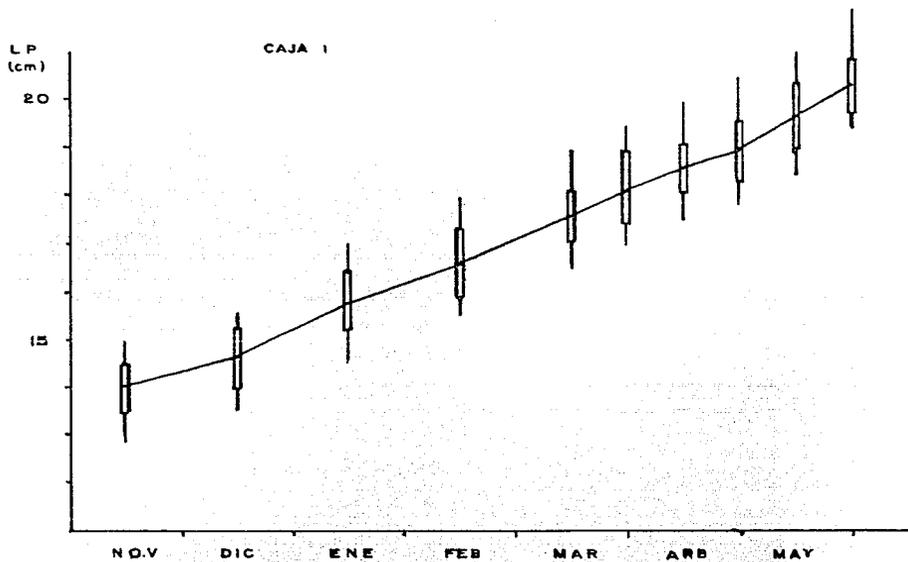
r(t) coeficiente de correlacion encontrado

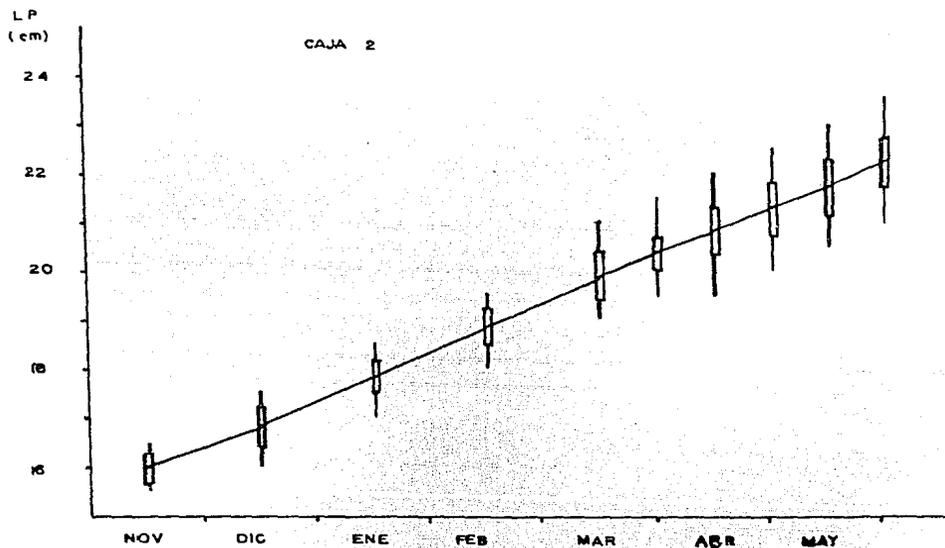
r(t) coeficiente de correlacion en tablas con un nivel de significacia de 95 %.

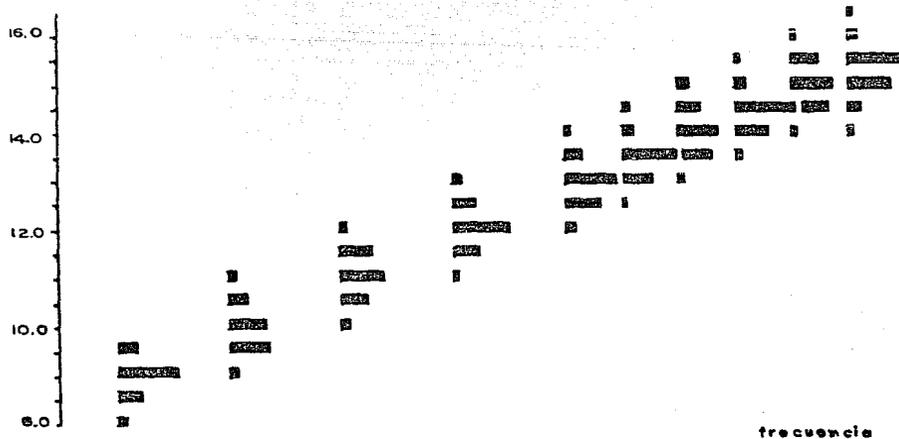
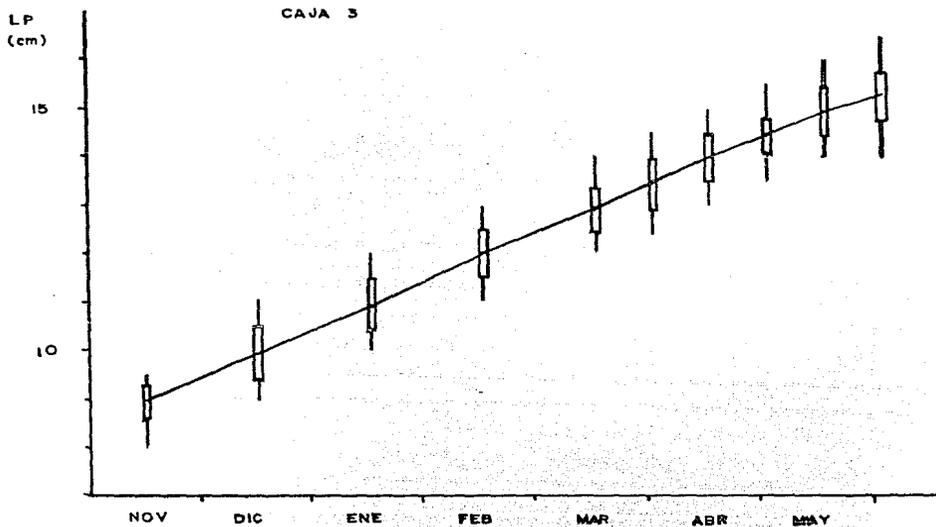
sig-co significancia de la correlacion.

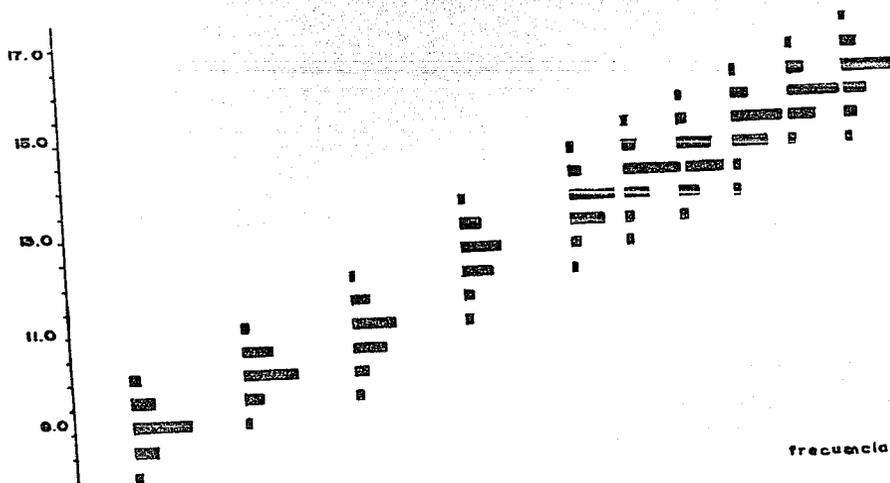
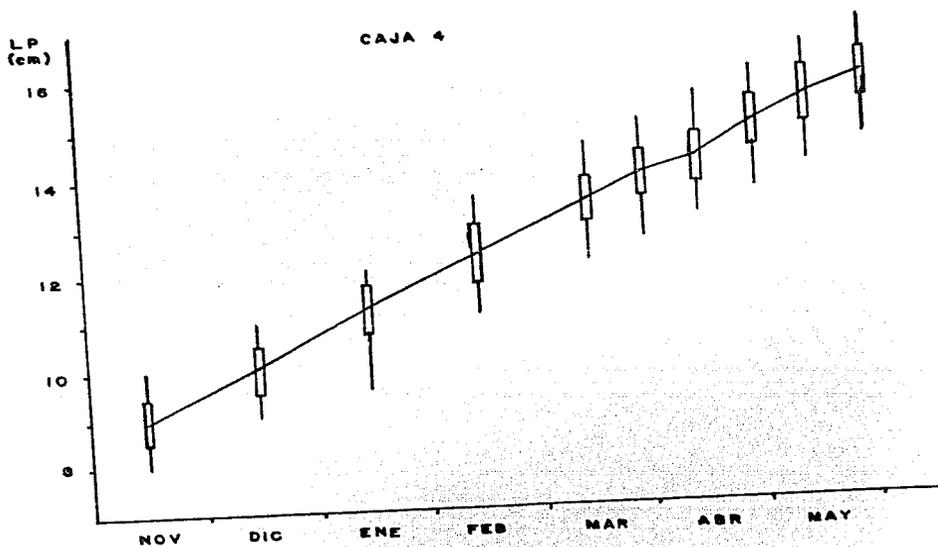
y = a + b (x) ecuacion de la regresion. p ==&gt; peso vivo

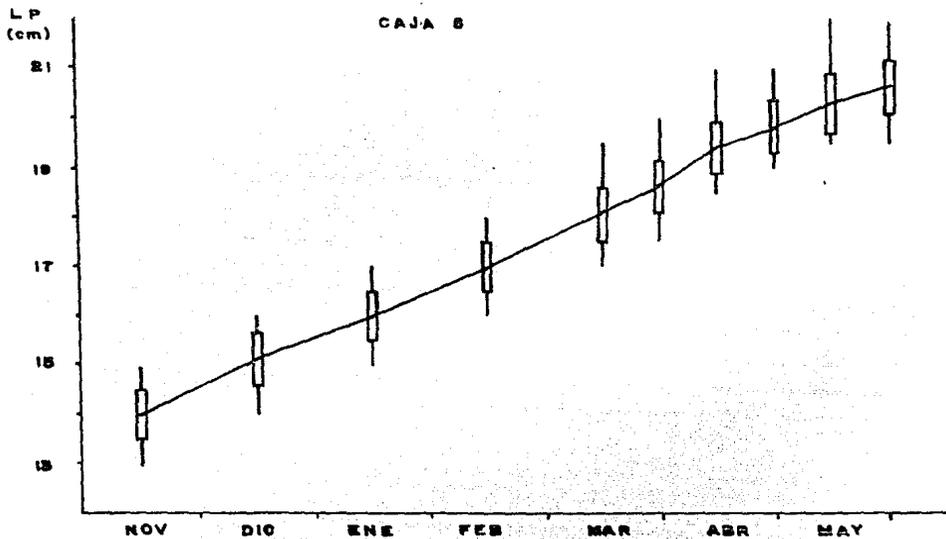
a ==&gt; ordenada al origen, b ==&gt; pendiente, lp ==&gt; longitud patron













```

#####
CAJA ---) 3b          Tabla R-12          alimento "extruzizado"          CAJA ---) 3b
#####
fecha      T      M      mortalidad  l.p.  peso  biomasa  incre.  incre  alimento  incre  CONVERSION
mes dia t      n  mes  acu  prom  prom  kgs      bioma.  acum.  %  n  por  por  ALIMENTICIA
mes dia t      n  mes  acu  cms.  grs.      kgs      kgs  C dia  dias  mes  mes  acu  mes  acu
#####
jun 15  1  1  2500  0  0.0  0.0  15.90  55.3  138.250          17  2.7  29  3.7  108.2

jul 14  30  30  2472  28  1.1  1.1  17.30  73.3  181.198  47.948  42.948  18  2.6  31  4.7  146.0  254.3  2.5  2.5

ago 15  32  62  2451  21  0.8  2.0  18.50  98.7  241.914  60.716  103.664  18  2.5  30  6.0  181.4  435.7  2.4  2.5

sep 14  30  92  2435  16  0.7  2.6  20.30  131.8  320.933  79.019  182.683  18  2.2  31  7.1  218.9  654.6  2.3  2.4

oct 16  32  124  2412  23  0.9  3.5  21.80  159.2  383.990  63.057  245.740  18  2.0  29  7.7  222.7  887.3  3.5  2.7

nov 15  30  154  2400  12  0.5  4.0  23.30  203.0  487.200  103.210  348.950  17  2.0  29  9.7  282.6  1159.9  2.2  2.5

dic 15  30  184  2384  16  0.7  4.6  24.80  241.4  575.498  88.298  437.248

totales  184  2384          4.6          575.498  437.248  437.348          1159.9  2.5

```

T=tiempo acuzulado, N=num. de peces, n=muertos

```

#####
CAJA ---) 4b          Tabla R-13          alimento "extruzizado"          CAJA ---) 4b
#####
fecha      T      M      mortalidad  l.p.  peso  biomasa  incre.  incre  alimento  incre  CONVERSION
mes dia t      n  mes  acu  prom  prom  kgs      bioma.  acum.  %  n  por  por  ALIMENTICIA
mes dia t      n  mes  acu  cms.  grs.      kgs      kgs  C dia  dias  mes  mes  acu  mes  acu
#####
jun 15  1  1  2500  0.0  0.0  16.00  56.4  141.000          17  2.7  29  3.8  110.4

jul 14  30  30  2477  23  0.9  0.9  17.50  79.8  197.665  56.665  56.665  18  2.6  31  5.1  159.3  269.7  1.9  1.9

ago 15  32  62  2448  29  1.2  2.1  18.90  101.4  248.227  50.563  107.227  18  2.5  30  6.2  186.2  455.9  3.2  2.5

sep 14  30  92  2427  21  0.9  2.9  20.50  135.4  328.616  80.389  187.616  18  2.2  31  7.2  224.1  680.0  2.3  2.4

oct 16  32  124  2411  16  0.7  3.6  21.90  164.2  395.886  67.270  254.886  18  2.0  29  7.9  229.6  909.6  3.3  2.7

nov 15  30  154  2396  15  0.6  4.2  23.40  206.5  494.774  98.888  353.774  17  2.0  29  9.9  287.0  1196.6  2.3  2.6

dic 15  30  184  2375  21  0.9  5.0  25.00  244.0  580.450  85.676  439.450

totales  184  2375          5.0          580.450  439.450  439.450          1196.6  2.6

```

T=tiempo acuzulado, N=num. de peces, n=muertos

CAJA ---) 5b Tabla R-14 alimento "extrurizado" CAJA ---) 5b											
fecha	T	M	mortalidad	l.p.	peso	biomasa	inacre.	inacre	alimento	inacre	CONVERSION
mes dia t			e mes	acu	prom	prom	kgs	biomasa.	%	n	por
				cms.	grs.	kgs	kgs	C dia	mes	mes	acu
										ALIMENTICIA	
										mes acu	
jen 15	1	1	1500	0.0	0.0	21.00	136.2	204.300	17	2.2	28 4.5 125.8
jul 14	30	30	1484	1.1	1.1	22.40	169.9	252.232	47.832	47.832	18 2.2 31 5.3 172.0 297.8 2.6 2.6
ago 15	32	62	1475	9	0.6	1.7	23.80	213.5	314.913	62.781	110.613 18 2.0 2.9 6.3 182.6 480.5 2.7 2.7
sep 14	30	92	1461	14	0.9	2.6	24.90	243.6	355.900	40.987	151.600 18 2.0 3.1 7.1 220.7 701.1 4.5 3.2
oct 16	32	124	1454	7	0.5	3.1	26.40	286.4	416.426	60.526	212.126 18 1.8 2.9 7.5 217.4 916.5 3.6 3.3
nov 15	30	154	1442	12	0.8	3.9	27.30	314.1	452.932	36.507	248.632 17 1.8 2.9 8.2 236.4 1154.9 6.0 3.7
dic 15	30	184	1433	9	0.6	4.5	28.90	368.1	527.487	74.555	323.187 16
totales			184	1433		4.5		527.487	323.187	323.187	1154.9 3.7

T=días acumulados, M=sum. de peces, n=muertos

TABLA R-15. CORRELACIONES Y REGRESIONES PARA EL ALIMENTO "EXTRURIZADO":

caja num.	relaciones	r(e)	r(t)	sig-co	y =	a + b (x)	ecuacion
1b	t - log lp	0.99	0.70	++	log lp =	1.320 + 0.00075 (t)	21
2b	t - log lp	0.99	0.70	++	log lp =	1.362 + 0.00082 (t)	22
3b	t - log lp	0.99	0.70	++	log lp =	1.203 + 0.00105 (t)	23
4b	t - log lp	0.98	0.70	++	log lp =	1.209 + 0.00104 (t)	24
5b	t - log lp	0.99	0.70	++	log lp =	1.326 + 0.00073 (t)	25
1b	t - log p	0.99	0.70	++	log p =	2.143 + 0.00235 (t)	26
2b	t - log p	0.99	0.70	++	log p =	2.268 + 0.00237 (t)	27
3b	t - log p	0.99	0.70	++	log p =	1.760 + 0.00348 (t)	28
4b	t - log p	0.99	0.70	++	log p =	1.783 + 0.00342 (t)	29
5b	t - log p	0.99	0.70	++	log p =	2.160 + 0.00228 (t)	30
1b	log lp - log p	0.99	0.70	++	log p =	-1.961 + 3.133 (log lp)	31
2b	log lp - log p	0.96	0.70	++	log p =	-1.737 + 2.944 (log lp)	32
3b	log lp - log p	0.98	0.70	++	log p =	-2.165 + 3.267 (log lp)	33
4b	log lp - log p	0.99	0.70	++	log p =	-2.330 + 3.276 (log lp)	34
5b	log lp - log p	0.99	0.70	++	log p =	-2.143 + 3.000 (log lp)	35
1b	t - log bio	0.99	0.70	++	log bio =	2.319 + 0.00222 (t)	36
2b	t - log bio	0.99	0.70	++	log bio =	1.935 + 0.00233 (t)	37
3b	t - log bio	0.99	0.70	++	log bio =	2.160 + 0.00339 (t)	38
4b	t - log bio	0.99	0.70	++	log bio =	2.181 + 0.00330 (t)	39
5b	t - log bio	0.99	0.70	++	log bio =	2.336 + 0.00217	40

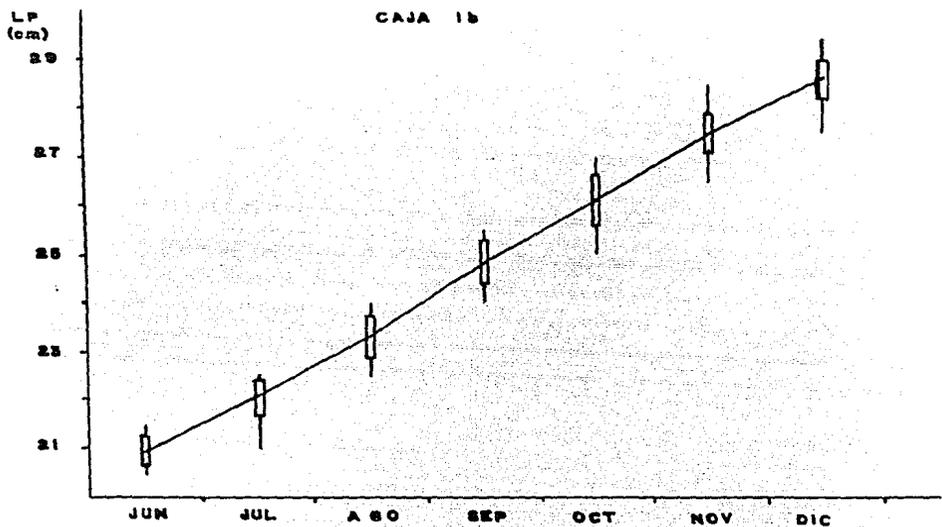
r(e) factor de correlacion encontrado

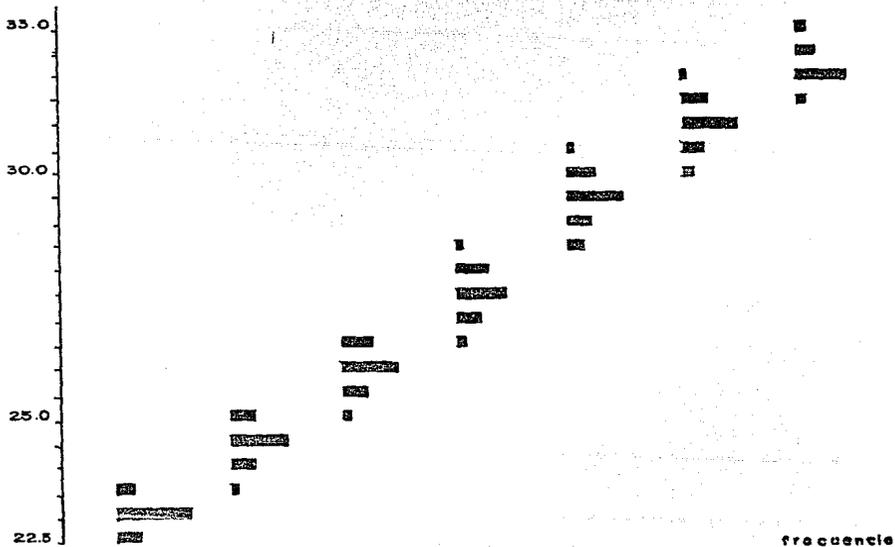
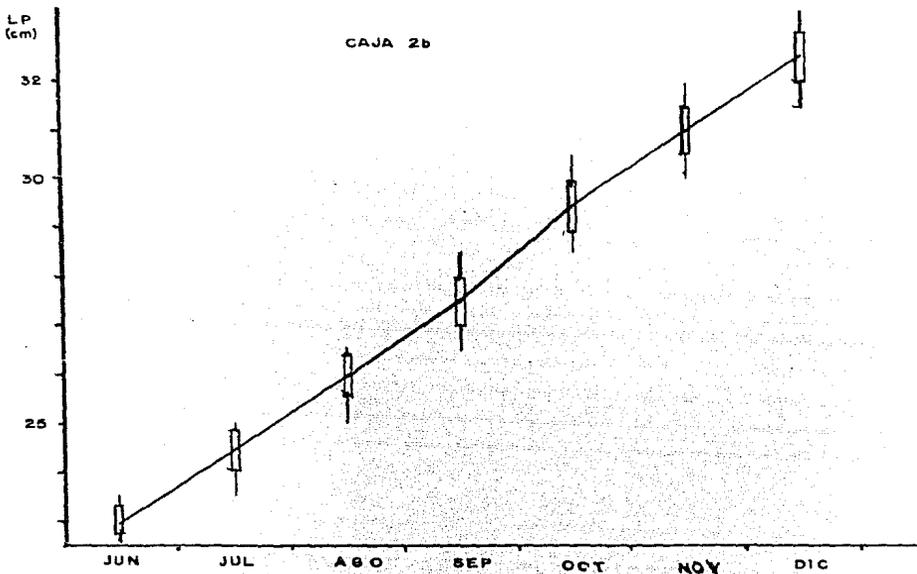
r(t) factor de correlacion en tablas con una significancia de 95%

sig-co significancia de la correlacion

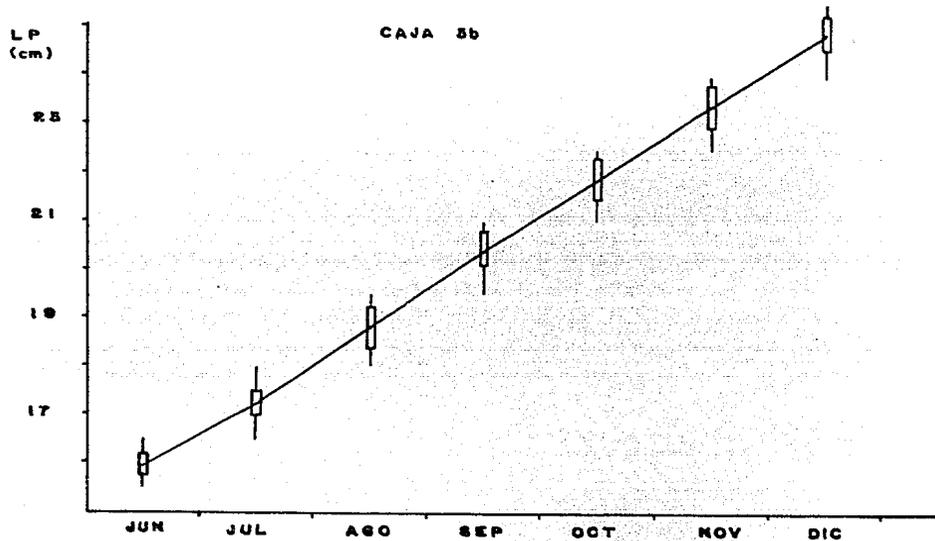
y = a + b (x) formula de la regresion p = peso vivo

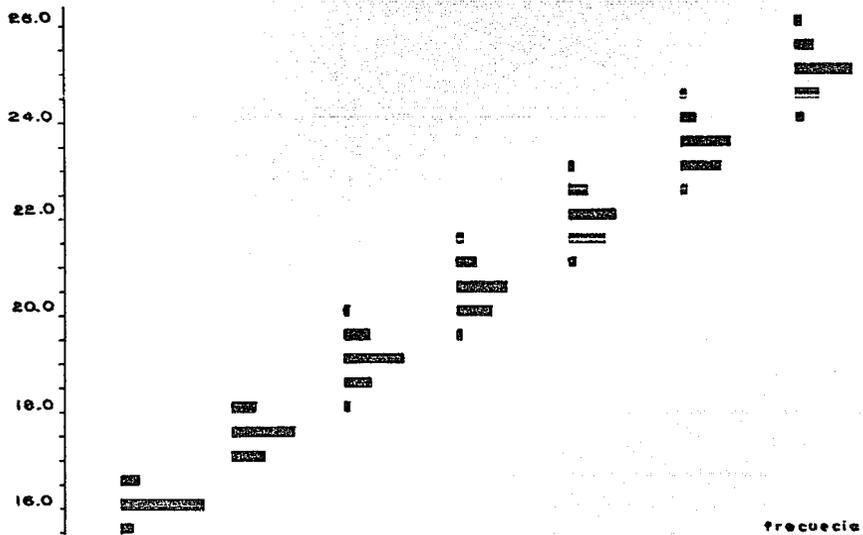
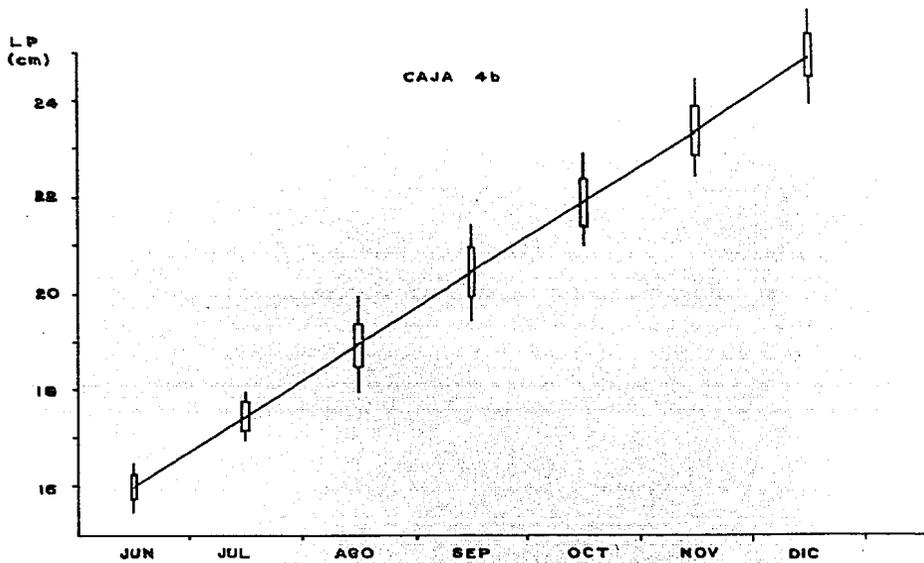
a = ordenada al origen b = pendiente lp = longitud patron

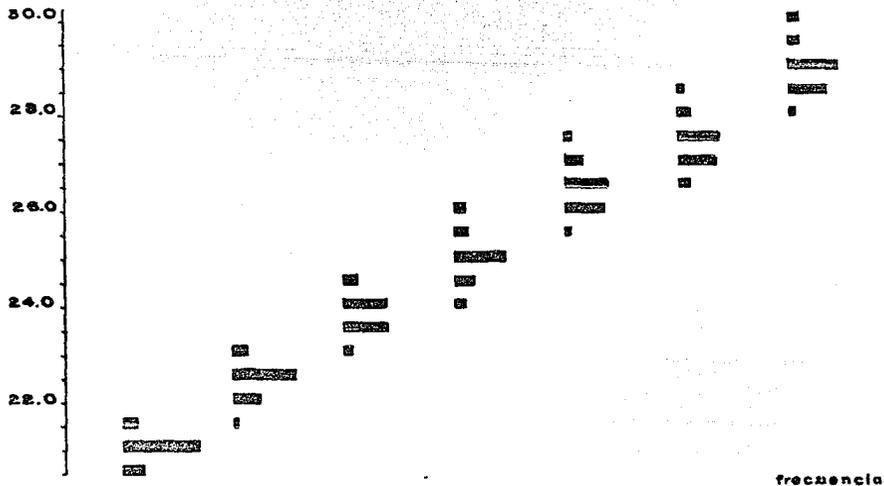
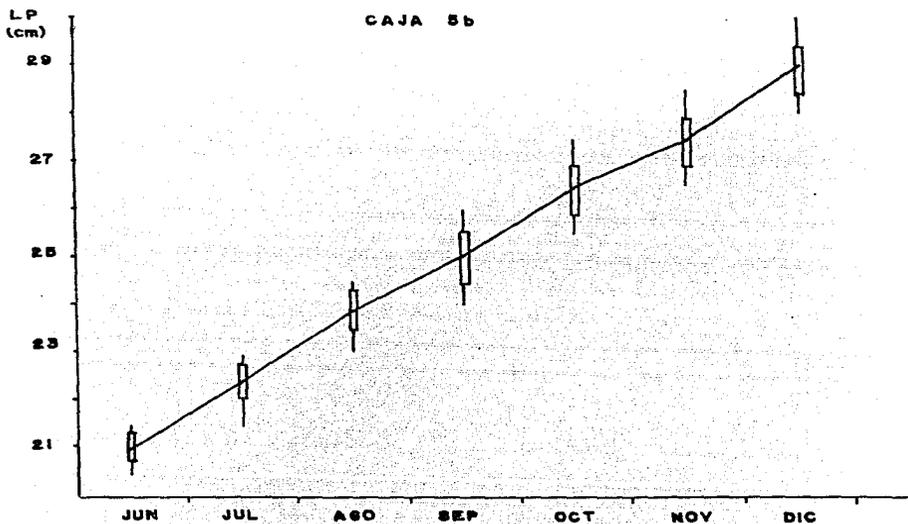




frecuencia







R-16. ALIMENTO "PELETIZADO"  
Prueba de significancia para las diferencias entre  
pendientes de las regresiones lineales encontradas  
para la relación  $t - \log p$

regresion num.	Ex2 = A	Exy = B	Ey2 = C	a	b	S C residual	G L residual
1	38561.600	32.141	0.027000	10	0.0008	0.000211	8
2	38561.600	28.082	0.021000	10	0.0007	0.000550	8
3	38561.600	46.759	0.057000	10	0.0012	0.000301	8
4	38561.600	48.358	0.061000	10	0.0013	0.000357	8
5	38561.600	33.975	0.030000	10	0.0009	0.000066	8
reg. P.						0.001484	40
Reg Coe	192808.000	109.315	0.196000		0.0016	0.010115	42

Ho :  $b_1=b_2=b_3=b_4=b_5 \Rightarrow$  no hay diferencia en las pendientes

Ha :  $b_1 \neq b_2 \neq b_3 \neq b_4 \neq b_5 \Rightarrow$  si hay diferencia en las pendientes

$$F = \frac{SCc - SCp / k - 1}{SCp / GLp} = \frac{0.002159}{0.000037} = 58.1529$$

F 0.05,1,4,40 = 2.61 Se rechaza la hipótesis nula, si hay diferencia es necesario hacer un análisis de varianza, ver tabla R-24.

R-17. ALIMENTO "PELETIZADO"  
Prueba de significancia para las diferencias entre  
pendientes de las regresiones lineales encontradas  
para la relación  $t - \log p$

regresion num.	Ex2 = A	Exy = B	Ey2 = C	a	b	S C residual	G L residual
1	38561.600	91.199	0.216000	10	0.002365	0.000312	8
2	38561.600	83.856	0.183000	10	0.002174	0.003617	8
3	38561.600	107.803	0.306000	10	0.002796	0.004625	8
4	38561.600	107.831	0.306000	10	0.002796	0.004625	8
5	38561.600	101.584	0.269000	10	0.002634	0.001394	8
reg. P.						0.011360	40
Reg Coe	192808.000	492.273	1.280000		0.002559	0.023139	42

Ho :  $b_1=b_2=b_3=b_4=b_5 \Rightarrow$  no hay diferencia en las pendientes

Ha :  $b_1 \neq b_2 \neq b_3 \neq b_4 \neq b_5 \Rightarrow$  si hay diferencia en las pendientes

$$F = \frac{SCc - SCp / k - 1}{SCp / GLp} = \frac{0.002944}{0.000284} = 10.368$$

F 0.05,1,4,40 = 2.61 Se rechaza la hipótesis nula, si hay diferencia es necesario hacer un análisis de varianza, ver tabla R-25.

R-18. ALIMENTO "PELETIZADO"  
 Prueba de significancia para las diferencias entre  
 pendientes de las regresiones lineales encontradas  
 para la relación  $\log lp - \log p$

regresion num.	Ex2 = A	Ey = B	Ey2 = C	n	b	S C residual	G L residual
1	0.027	0.076	0.216000	10	2.814	0.002074	8
2	0.023	0.075	0.243000	10	3.086	0.003464	8
3	0.057	0.132	0.306000	10	2.315	0.000315	8
4	0.061	0.136	0.305000	10	2.229	0.001786	8
5	0.039	0.089	0.266000	10	2.966	0.001966	8
reg. P.						0.009605	40
Reg Coef	0.196	0.504	1.336000		2.571	0.040000	42

Ho :  $b_1=b_2=b_3=b_4=b_5 \Rightarrow$  no hay diferencia en las pendientes

H0 :  $b_1 \neq b_2 \neq b_3 \neq b_4 \neq b_5 \Rightarrow$  si hay diferencia en las pendientes

$$F = \frac{SCr - SCp / k - 1}{SCp / GLp} = \frac{0.007598}{0.000240} = 31.64$$

F 0.05,1,4,40 = 2.61 Se rechaza la hipótesis nula, si hay diferencia es necesario hacer un análisis de varianza, ver tabla R-26.

R-19. ALIMENTO "PELETIZADO"  
 Prueba de significancia para las diferencias entre  
 pendientes de las regresiones lineales encontradas  
 para la relación  $t - \log bio$

regresion num.	Ex2 = A	Ey = B	Ey2 = C	n	b	S C residual	G L residual
1	38561.6	82.4456	0.177493	10	0.001238	0.001222	8
2	38561.6	86.5198	0.194491	10	0.002244	0.000368	8
3	38561.6	97.1990	0.251453	10	0.002506	0.004452	8
4	38561.6	98.7535	0.258382	10	0.002560	0.005481	8
5	38561.6	93.3126	0.226741	10	0.002419	0.000940	8
reg. P.						0.014464	40
Reg Coef	192808.0	458.2305	1.108560		0.002377	0.019522	42

Ho :  $b_1=b_2=b_3=b_4=b_5 \Rightarrow$  no hay diferencia en las pendientes

H0 :  $b_1 \neq b_2 \neq b_3 \neq b_4 \neq b_5 \Rightarrow$  si hay diferencia en las pendientes

$$F = \frac{SCr - SCp / k - 1}{SCp / GLp} = \frac{0.001265}{0.000362} = 3.49$$

F 0.05,1,4,40 = 2.61 Se rechaza la hipótesis nula, si hay diferencia es necesario hacer un análisis de varianza, ver tabla R-27.

## R-20. ALIMENTO "EXTRURIZADO"

Prueba de significancia para las diferencias entre  
pendientes de las regresiones lineales encontradas  
para la relación  $t - \log p$

regresion num.	Ex2 = A	Ey2 = B	Ey2 = C	a	b	S C residual	6 L residual
1	26355.715	19.91386	0.015113	7	0.000755	0.000665	5
2	26355.715	21.75965	0.018003	7	0.000825	0.000380	5
3	26355.715	27.89919	0.029810	7	0.001059	0.000254	5
4	26355.715	27.53752	0.028878	7	0.001044	0.000105	5
5	26355.715	19.42328	0.014374	7	0.000736	0.000797	5
reg. P.						0.002201	25
Reg Com	131778.570	116.5350	0.106198		0.000884	0.003146	27

$H_0$  :  $b_1=b_2=b_3=b_4=b_5 \Rightarrow$  no hay diferencia en las pendientes

$H_a$  :  $b_1 \neq b_2 \neq b_3 \neq b_4 \neq b_5 \Rightarrow$  si hay diferencia en las pendientes

$$F = \frac{SCc - SCp / k - 1}{SCp / 6Lp} = \frac{0.0002362}{0.000088} = 2.68$$

$F_{0.05, 1, 4, 25} = 2.760$  Se acepta la hipotesis nula, no hay diferencias.  
Conclusión: la tasa de crecimiento en cm. es la misma en las 5 cajas, y es independiente de la densidad y la edad.

## R-21. ALIMENTO "EXTRURIZADO"

Prueba de significancia para las diferencias entre  
pendientes de las regresiones lineales encontradas  
para la relación  $t - \log p$

regresion num.	Ex2 = A	Ey2 = B	Ey2 = C	a	b	S C residual	6 L residual
1	26355.714	62.1117	0.14724	7	0.002356	0.000863	5
2	26355.714	62.4859	0.16609	7	0.002370	0.017944	5
3	26355.714	91.8544	0.32567	7	0.003485	0.005541	5
4	26355.714	90.2845	0.31272	7	0.003425	0.002433	5
5	26355.714	60.0228	0.13913	7	0.002285	0.002433	5
reg. P.						0.030221	25
Reg Com	131778.570	366.7593	1.09185		0.002781	0.071110	27

$H_0$  :  $b_1=b_2=b_3=b_4=b_5 \Rightarrow$  no hay diferencia en las pendientes

$H_a$  :  $b_1 \neq b_2 \neq b_3 \neq b_4 \neq b_5 \Rightarrow$  si hay diferencia en las pendientes

$$F = \frac{SCc - SCp / k - 1}{SCp / 6Lp} = \frac{0.0010022}{0.0012088} = 0.84$$

$F_{0.05, 1, 4, 25} = 2.760$  Se acepta la hipotesis nula, no hay diferencias.  
Conclusión: la tasa de crecimiento en g. es la misma en las 5 cajas y es independiente de la densidad y la edad.

R-22. ALIMENTO "EXTRURIZADO"  
 Prueba de significancia para las diferencias entre  
 pendientes de las regresiones lineales encontradas  
 para la relación:  $\log l_p - \log p$

regresion num.	Ex2 = A	E <sub>xy</sub> = B	E <sub>y2</sub> = C	n	b	S C residual	G L residual
1	0.015	0.047	0.148000	7	3.133	0.000733	5
2	0.018	0.053	0.166000	7	2.944	0.009944	5
3	0.030	0.099	0.327000	7	3.267	0.006867	5
4	0.029	0.095	0.313000	7	3.276	0.001793	5
5	0.015	0.045	0.139000	7	3.000	0.004000	5
reg. P.						0.023338	25
Reg Cox	0.107	0.338	1.093000		3.159	0.025299	27

H<sub>0</sub> :  $b_1=b_2=b_3=b_4=b_5 \Rightarrow$  no hay diferencia en las pendientes

H<sub>a</sub> :  $b_1 \neq b_2 \neq b_3 \neq b_4 \neq b_5 \Rightarrow$  si hay diferencia en las pendientes

$$F = \frac{SCc - SCp / k - 1}{SCp / GLp} = \frac{0.000490}{0.000934} = 0.525$$

F 0.05,1,4,25 = 2.760 Se acepta la hipótesis nula, no hay diferencia. Conclusión:  
 la condición de los peces no es afectada por la densidad  
 ni la edad.

R-23. ALIMENTO "EXTRURIZADO"  
 Prueba de significancia para las diferencias entre  
 pendientes de las regresiones lineales encontradas  
 para la relación:  $t - \log bio$

regresion: num.	Ex2 = A	E <sub>xy</sub> = B	E <sub>y2</sub> = C	n	b	S C residual	G L residual
1	26355.714	58.770046	0.132139	7	0.002229	0.001089	5
2	26355.714	61.513175	0.145159	7	0.002233	0.001590	5
3	26355.714	89.562619	0.306574	7	0.003398	0.002220	5
4	26355.714	87.207349	0.291817	7	0.003385	0.003260	5
5	26355.714	57.250537	0.126729	7	0.002172	0.002368	5
reg. P.						0.010527	25
Reg Cox	131778.570	354.303726	0.999418		0.002689	0.036600	27

H<sub>0</sub> :  $b_1=b_2=b_3=b_4=b_5 \Rightarrow$  no hay diferencia en las pendientes

H<sub>a</sub> :  $b_1 \neq b_2 \neq b_3 \neq b_4 \neq b_5 \Rightarrow$  si hay diferencia en las pendientes

$$F = \frac{SCc - SCp / k - 1}{SCp / GLp} = \frac{0.006516}{0.000421} = 15.47$$

F 0.05,1,4,25 = 2.76 Se rechaza la hipótesis nula, si hay diferencias, es  
 necesario hacer un análisis de varianza, ver tabla R-28.

## R-24. ALIMENTO PELETIZADO

Análisis de Varianza de rango múltiple (prueba TRX) para determinar las similitudes y diferencias de las pendientes de las regresiones lineales encontradas para la relación  $t - \log I_p$

comparación	diferencia	S C residual	q	p	q	0.05, 40, p	conclusión
$b_4-b_2$	0.000526	0.0000383	13.733	5	4.04	se rechaza	$H_0 b_4()b_2$
$b_4-b_1$	0.000420	0.0000303	13.861	4	3.74	se rechaza	$H_0 b_4()b_1$
$b_4-b_3$	0.000373	0.0000261	14.291	3	3.44	se rechaza	$H_0 b_4()b_3$
$b_4-b_3$	0.000041	0.0000326	1.257	2	2.86	se acepta	$H_0 b_4=b_3$
$b_3-b_2$	0.000485	0.0000371	13.072	4	4.04	se rechaza	$H_0 b_3()b_2$
$b_3-b_1$	0.000379	0.0000287	11.567	3	3.44	se rechaza	$H_0 b_3()b_1$
$b_3-b_3$	0.000332	0.0000243	13.662	2	2.86	se rechaza	$H_0 b_3()b_3$
$b_3-b_2$	0.000153	0.0000315	4.857	3	3.44	se rechaza	$H_0 b_3()b_2$
$b_3-b_1$	0.000047	0.0000211	2.227	2	2.86	se acepta	$H_0 b_3=b_1$
$b_1-b_2$	0.000106	0.0000350	3.028	2	2.86	se rechaza	$H_0 b_1()b_2$

magnitud de la pendiente: - -----) +  
 número de la caja : 2, 1 = 5, 3 = 4

Se distinguen tres grupos, uno formado por la caja 2, otro por las cajas 1 y 3; y otro por las cajas 3 y 4

## R-25. ALIMENTO PELETIZADO

Análisis de Varianza de rango múltiple (prueba TRX) para determinar las similitudes y diferencias de las pendientes de las regresiones lineales encontradas para la relación  $t - \log p$

comparación	diferencia	S C residual	q	p	q	0.05, 40, p	conclusión
$b_4-b_2$	0.000522	0.0000903	6.888	5	4.04	se rechaza	$H_0 b_4()b_2$
$b_4-b_1$	0.000431	0.0000880	4.897	4	3.79	se rechaza	$H_0 b_4()b_1$
$b_4-b_3$	0.000162	0.0000974	1.663	3	3.44	se acepta	$H_0 b_4=b_3$
$b_4-b_3$	0.000000	0.0001213	0.000	2	2.86	se acepta	$H_0 b_4=b_3$
$b_3-b_2$	0.000622	0.0000917	6.782	4	3.79	se rechaza	$H_0 b_3()b_2$
$b_3-b_1$	0.000431	0.0000894	4.821	3	3.44	se rechaza	$H_0 b_3()b_1$
$b_3-b_3$	0.000100	0.0000987	1.013	2	2.86	se rechaza	$H_0 b_3()b_3$
$b_3-b_2$	0.000522	0.0000563	9.271	3	3.44	se rechaza	$H_0 b_3()b_2$
$b_3-b_1$	0.000331	0.0000525	6.304	2	2.86	se rechaza	$H_0 b_3()b_1$
$b_1-b_2$	0.000191	0.0000376	5.079	2	2.86	se rechaza	$H_0 b_1()b_2$

magnitud de la pendiente: - -----) +  
 número de la caja : 2, 1, 5 = 3 = 4

Se distinguen tres grupos, uno formado por la caja 2, otro por la caja 1, y otro por las cajas 5, 3 y 4

## R-26. ALIMENTO PELETIZADO

Análisis de Varianza de rango múltiple (prueba TNK) para determinar las similitudes y diferencias de las pendientes de las regresiones lineales encontradas para la relación  $\log I_p - \log p$

comparación	diferencia	S C residual	q	p	q 0.05,40,p	conclusión
$b_2-b_4$	0.857	0.099105	6.64	5	4.04	se rechaza $H_0(b_2 < b_4)$
$b_2-b_3$	0.771	0.084856	9.08	4	3.79	se rechaza $H_0(b_2 < b_3)$
$b_2-b_1$	0.272	0.118021	2.30	3	3.44	se acepta $H_0(b_2 = b_1)$
$b_2-b_5$	0.120	0.114136	1.05	2	2.86	se acepta $H_0(b_2 = b_5)$
$b_3-b_4$	no es necesario ya que $b_2=b_4$			4	3.79	se rechaza $H_0(b_3 < b_4)$
$b_3-b_5$	no es necesario ya que $b_2=b_5$			3	3.44	se rechaza $H_0(b_3 < b_5)$
$b_3-b_1$	no es necesario ya que $b_2=b_1$			2	2.86	se acepta $H_0(b_3 = b_1)$
$b_1-b_4$	0.585	0.080272	7.28	3	3.44	se rechaza $H_0(b_1 < b_4)$
$b_1-b_3$	no es necesario ya que $b_2=b_1$			2	2.86	se rechaza $H_0(b_1 < b_3)$
$b_4-b_5$	0.086	0.047182	1.82	2	2.86	se acepta $H_0(b_4 = b_5)$

magnitud de la pendiente: - -----) +  
 número de la caja : 4 = 3, 1 = 5 = 2

Se distinguen dos grupos, uno formado por las cajas 4 y 3; y otro por las cajas 1, 5, 2

## R-27. ALIMENTO PELETIZADO

Análisis de Varianza de rango múltiple (prueba TNK) para determinar las similitudes y diferencias de las pendientes de las regresiones lineales encontradas para la relación  $t - \log bio$

comparación	diferencia	S C residual	q	p	q 0.05,40,p	conclusión
$b_4-b_1$	0.003422	0.242795	4.05	5	4.04	se rechaza $H_0(b_4 < b_1)$
$b_4-b_2$	0.000316	0.000057	3.24	4	3.79	se acepta $H_0(b_4 = b_2)$
$b_4-b_3$	no es necesario ya que $b_4=b_2$			3	3.44	se acepta $H_0(b_4 = b_3)$
$b_4-b_5$	no es necesario ya que $b_4=b_2$			2	2.86	se acepta $H_0(b_4 = b_5)$
$b_3-b_1$	no es necesario ya que $b_4=b_2$			4	3.79	se rechaza $H_0(b_3 < b_1)$
$b_3-b_2$	no es necesario ya que $b_4=b_2$			3	3.44	se acepta $H_0(b_3 = b_2)$
$b_3-b_5$	no es necesario ya que $b_4=b_2$			2	2.86	se acepta $H_0(b_3 = b_5)$
$b_5-b_1$	no es necesario ya que $b_4=b_2$			3	3.44	se rechaza $H_0(b_5 < b_1)$
$b_5-b_2$	no es necesario ya que $b_4=b_2$			2	2.86	se acepta $H_0(b_5 = b_2)$
$b_2-b_1$	no es necesario ya que $b_4=b_2$			2	2.86	se rechaza $H_0(b_2 = b_1)$

magnitud de la pendiente: - -----) +  
 número de la caja : 1, 2 = 5 = 3 = 4

Se distinguen dos grupos, uno formado por la caja 1, y otro por las cajas 2, 5, 3, 4.

## R-28. ALIMENTO EXTRURIZADO

Análisis de Varianza de rango múltiple (prueba TRK) para determinar las similitudes y diferencias de las pendientes de las regresiones lineales encontradas para la relación  $t - \log \text{ bio}$

comparación	diferencia	S E residual	q	p	q 0.05, 25, p	conclusión
$b_3 - b_0$	0.001226	0.000132	9.292	5	4.17	se rechaza $H_0(b_3 = b_0)$
$b_3 - b_1$	0.001169	0.000755	1.548	4	3.90	se acepta $H_0(b_3 = b_1)$
$b_3 - b_2$	no es necesario ya que $b_3 = b_1$			3	3.53	se acepta $H_0(b_3 = b_2)$
$b_3 - b_4$	no es necesario ya que $b_3 = b_1$			2	2.92	se acepta $H_0(b_3 = b_4)$
$b_4 - b_0$	no es necesario ya que $b_3 = b_1$			4	3.90	se rechaza $H_0(b_4 = b_0)$
$b_4 - b_1$	no es necesario ya que $b_3 = b_1$			3	3.53	se acepta $H_0(b_4 = b_1)$
$b_4 - b_2$	no es necesario ya que $b_3 = b_1$			2	2.92	se acepta $H_0(b_4 = b_2)$
$b_4 - b_3$	no es necesario ya que $b_3 = b_1$			3	3.53	se rechaza $H_0(b_4 = b_3)$
$b_2 - b_1$	no es necesario ya que $b_3 = b_1$			2	2.92	se acepta $H_0(b_2 = b_1)$
$b_1 - b_0$	no es necesario ya que $b_3 = b_1$			2	2.92	se rechaza $H_0(b_2 = b_1)$

magnitud de la pendiente: - -----) +  
 número de la caja : 5, i = 2 = 4 = 3  
 -----

Se distinguen dos grupos, uno formado por la caja 5, y otro por las cajas 1, 2, 4, y 3

## X. ANALISIS ECONOMICO.

El análisis económico al terminar el experimento se realizó en dos etapas (I y II) dependiendo principalmente del tipo de alimento ("Pelets" de gallinácea de Purina con 22 % de proteína y alimento para trucha "extrurizado" ALBAMEX con 38 % de proteína).

El análisis incluyó Gastos de capital; jaulas, lancha, motor, material y equipo. Gastos de operación con Costos fijos; depreciación, y sueldos. Costos Variables; alevines, alimento, gasolina, aceite y servicios (medicinas, composturas, etc.). Se determinaron los costos de producción por kg de trucha, el valor de la producción, el porcentaje del costo de producción según el precio de mercado y un Estado de Pérdidas y Ganancias, como se muestra en la tabla AE-1

El análisis económico de la primera etapa mostró pérdidas debido a que la producción alcanzada en un periodo de seis meses no rebasó los costos de producción, además de que los peces no alcanzaron una talla comercial (230 - 250 gr), puesto que el máximo peso promedio fue de 152.3 gr con una talla promedio de 22.2 cm con peces de una talla inicial de 16.0 cms y un peso inicial de 51.1 gr. Los gastos de producción por kg de trucha fueron de \$251.00 lo que representó un 209 % del precio de mercado lo cual no es un buen negocio.

Para la segunda parte con alimento "extrurizado" para trucha ALBAMEX se absorvieron los costos de la primera parte, es evidente de que el cambio de dieta provocó un mejor crecimiento lo que a su vez aumentó la producción por m<sup>3</sup>, ocasionando con esto que los costos de producción por kg de trucha fueran 95.1 % del costo de mercado.

Al comparar la caja 2 de la primera parte con alimento Purina y las cajas 3b y 4b de la segunda parte con alimento Albamex, las cuales tienen los mismos pesos y tallas iniciales pero que en un periodo de crecimiento de seis meses la caja 2 sólo alcanzó 152.3 grs y 22.2 cms. mientras que las cajas 3b y 4b lograron llegar a la talla comercial de 240+ gr y 24.5+ cms.

Estos resultados permiten visualizar que el cultivo de trucha en jaulas flotantes es económicamente rentable bajo las condiciones de cultivo de la segunda etapa, solo es necesario determinar el número de cajas para rebasar el punto de equilibrio, pagar el crédito de avío, la cuota refaccionaria y obtener unas ganancias que permitan un desarrollo sano del cultivo desde el punta de vista económico.

Para relizar la proyección económica para la continuación del cultivo en 1979 se utilizaron los resultados de los corrales 3b y 4b donde se obtuvo una producción promedio de 577 kg (10 kg/m<sup>3</sup>) en un periodo de seis meses (184 días) de junio a diciembre de 1978 con talla y peso iniciales de 16 cm y 55 gr hasta una talla y peso final de 25 cm 240 gr, con una mortalidad de 5% y una densidad inicial de 40 peces/m<sup>3</sup> (2500 peces por caja de 64 m<sup>3</sup>) y utilizando alimento "extrudizado" Albamex con 38 % de proteína y una conversión alimenticia de 2.5:1.

Esto permite una producción de 1 ton por caja en dos periodos de cultivo semestrales, los resultados de las proyecciones económicas se describen en las tablas para una producción de 20 tons anuales, utilizando 20 cajas, con las mismas características de las utilizadas en la investigación.

Las proyecciones económicas incluyen; los gastos de Capital y de Operación, así como el pago del Crédito Refaccionario y el de Avío. Se efectuó la proyección a 20 cajas porque es la cantidad adecuada de cajas que pueden controlar la misma fuerza de trabajo con que se contaba al realizar la investigación y se permite un desarrollo económico sano del cultivo, como lo muestra el análisis de la tabla AE-2

Se considera además la construcción de cajas más apropiadas para el manejo del cultivo según el diseño de Landless (1974) con las mismas dimensiones de las utilizadas en la investigación, pero que incorpora en el sistema de flotación una plataforma que facilita el acceso a la jaula, la alimentación, revisión de la condición de los peces, el muestreo alométrico, y la cosecha, además de tener más resistencia y durabilidad. Aunque no se debe desechar la idea de que el material de construcción puede ser aprovechando material de la zona de cultivo como en el caso de esta investigación.

Con el propósito de hacer una comparación se hizo una proyección económica para 1985 considerando las mismas condiciones que las de 1979. Como se muestra en la tabla de la proyección, el aumento en los costos de capital, de operación, y créditos es considerable, aunque todavía resulta rentable bajo las mismas condiciones de cultivo.

Se puede considerar como alternativa el incremento de la producción hasta 20 kg/m<sup>3</sup> lo que duplicaría la producción y aumenta la rentabilidad del cultivo disminuyendo la cantidad de cajas para alcanzar el punto de equilibrio. Pero esta opción aunque ya es un hecho en países con una amplia experiencia en este tipo de cultivos como Japón, E.U., Inglaterra, Dinamarca, Noruega, Alemania Democrática y U.R.S.S. (Coche 1976,78) debe ser todavía experimentada en nuestro país.

Considerando que el cultivo planteado se inicia con truchas de 50 gr es necesario que exista un sistema de producción de apoyo, que suministre truchas de 50 gr para su cultivo en jaulas, éstas se pueden producir en estanques, canales de corriente rápida, o cajas flotantes iniciando con truchas de 8 - 9 cm (9gr) hasta alcanzar los 50 grs, para después ser transferidas a las cajas flotantes para engorda hasta talla comercial (230 - 250 gr).

Para determinar el punto de equilibrio se uso la fórmula:

$$P.E. = \frac{C.F. + C.R. + I.A.}{P.U.P - C.V. / P.T.}$$

donde: C.F. = Costos Fijos  
 C.R. = Cuota de Crédito Refaccionario  
 I.A. = Interés de Crédito de Avío  
 P.U.P. = Precio Unitario del Producto  
 C.V. = Costos Variables  
 P.T. = Producción Total

En el Apéndice se explican más detalladamente todos los parámetros económicos que hay que considerar dentro de los análisis económicos y financieros así como una forma de llevar el control administrativo de granjas piscícolas.

Tabla AE-1  
CULTIVO DE TRUCHA ARCO-IRIS EN CAJAS FLOTANTES  
ANALISIS ECONOMICO

Considerando una vida útil de los bienes de explotación de 5 años

GASTOS DE CAPITAL

	prec/uni	cantidad	total
Jaulas	7,000	5	35,000
Lancha 25 hp	12,000	1	12,000
Motor 25 hp	20,000	1	20,000
Material y equipo	15,000	1	15,000
TOTAL			82,000

GASTOS DE OPERACION I PARTE

Costos Fijos

Depreciación (20% de

Gastos de capital)

16,400

Sueldos	uni	por mes	meses	
Técnico	1	6,500	6	39,000
Piscicultores	2	4,000	12	48,000
Vigilante	1	3,000	6	18,000

Costos Variables

Alevines	mil	500	9	4,500
Alimento	ton	5,000	4.2	21,000
Gasolina y aceite		500	6	3,000
Servicios		400	6	2,400

TOTAL GASTOS DE OPERACION I PARTE 152,300

Gastos de producción por kg de trucha 251

% del precio de mercado 209.3

Producción en kgs de trucha 606.4

Valor de la producción a \$120 kg 72,528

Estado de Perdidas y Ganancias -79,772

GASTOS DE OPERACION II PARTE

Costos Fijos

Acumulados 121,400

Sueldos	uni	por mes	meses	
Técnico	1	6,500	6	39,000
Piscicultores	2	4,000	12	48,000
Vigilante	1	3,000	6	18,000

Costos Variables

Acumulados 30,900

Alevines	mil	5,000	1	5,000
Alimento	ton	6,000	7.2	43,200
Gasolina y aceite		500	6	3,000
Servicios		400	6	2,400

TOTAL GASTOS DE OPERACION II PARTE 310,900

Gastos de producción por kg de trucha 129

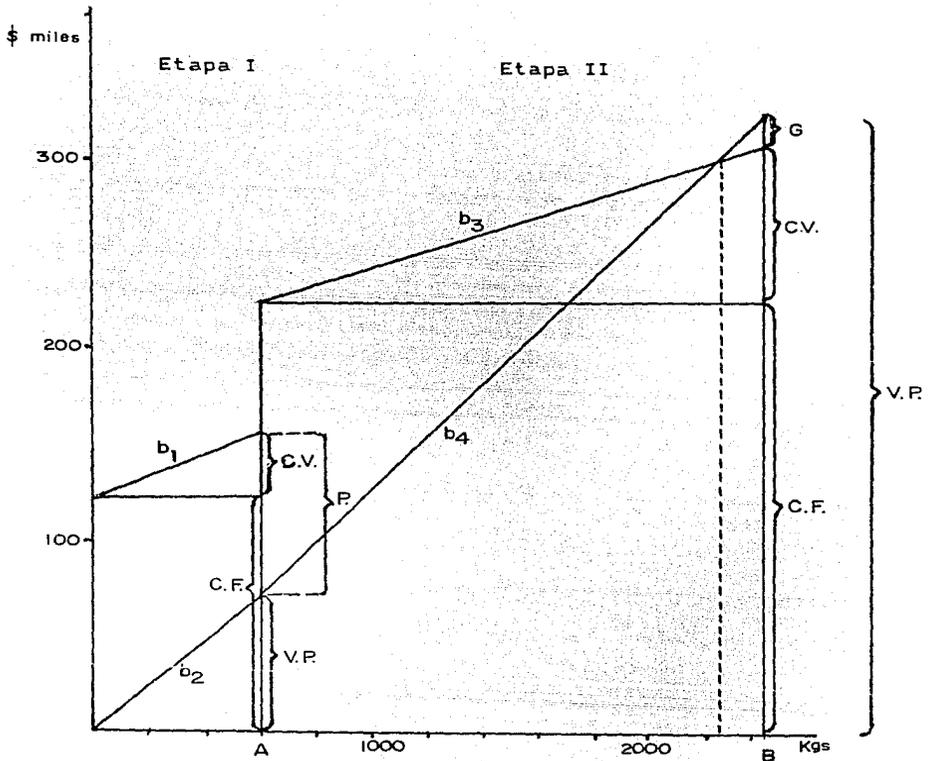
% del precio de mercado 95.1

Producción en kgs de trucha 2420.0

Valor de la producción a \$135 kg 326,700

Estado de Perdidas y Ganancias 15,800

## ANALISIS ECONOMICO



C.F.	Costos Fijos	121.4	226.4
C.V.	Costos Variables	30.9	84.5
V.P.	Valor de la Producción	72.8	326.7
P.	Pérdidas	-79.7	
G.	Ganancias		15.8
$b_1, b_3$	Costos de producción/kg	0.250	0.129
$b_2, b_4$	Precio del producto /Kg	0.120	0.135
A, B	Producción total (kg)	606.4	2420.0

$b_1, b_2, b_3, b_4$  son las pendientes de las rectas señaladas

Gráfica E-1

Tabla AE-2  
CULTIVO DE TRUCHA ARCO-IRIS EN CAJAS FLOTANTES  
ANALISIS ECONOMICO 1979.

Considerando una vida útil de los bienes de explotación de 5 años. Una producción de una tonelada en un periodo anual en dos etapas de cultivo semestrales, con una densidad inicial de 40 peces/m<sup>3</sup>, un peso prom. inicial de 50 gr, una mortalidad del 20 % y una conversión alimenticia de 2.5:1 utilizando alimento balanceado "extrurizado" ALBAMEX con 38 % de proteína.

## GASTOS DE CAPITAL

	prec/uni	cantidad	total
Jaulas	12,000	20	240,000
Lancha	15,000	1	15,000
Motor 25 hp	25,000	1	25,000
Camioneta	120,000	1	120,000
Almacen-lab	200,000	1	200,000
Material y equipo	20,000	1	20,000
<b>TOTAL</b>			<b>620,000</b>

## GASTOS DE OPERACION

Costos Fijos				488,000
Depreciacion (20% de Gastos de capital)				124,000
Sueldos	uni	por mes	meses	
Tecnico	1	10,000	13	130,000
Piscicultores	2	6,500	26	169,000
Vigilante	1	5,000	13	65,000
Costos Variables				736,000
Alevines	mil	1,000	100	100,000
Alimento	ton	12,000	50	600,000
Gasolina y aceite		1,000	12	12,000
Servicios		2,000	12	24,000
Interes Avio % :		17		208,800
<b>TOTAL GASTOS DE OPERACION</b>				<b>1,432,080</b>

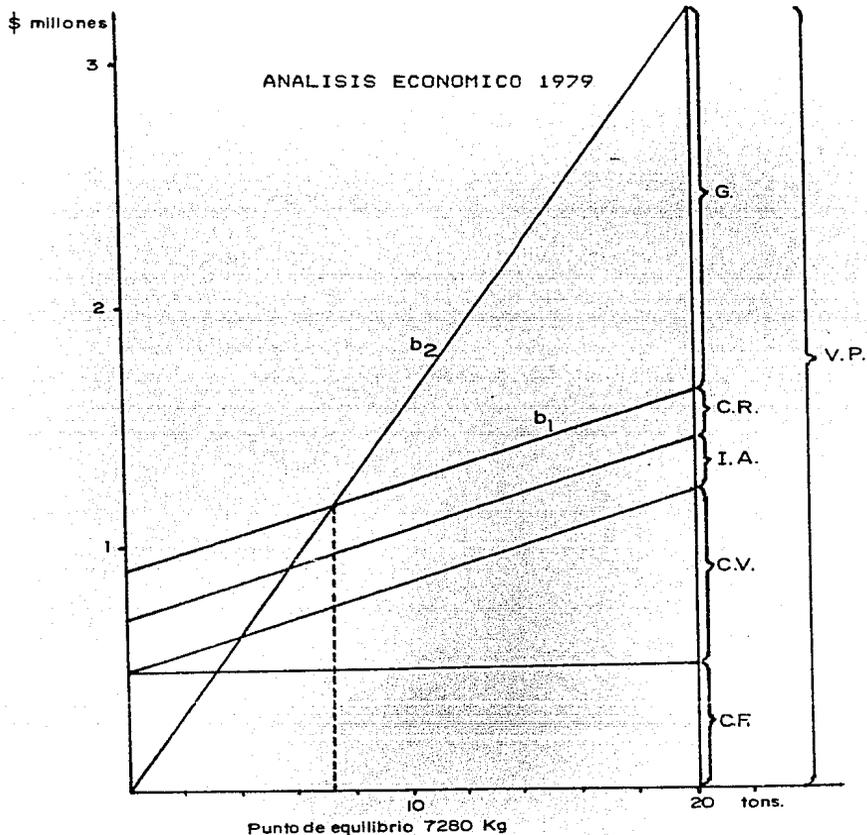
Gastos de producción por kg de trucha		72
% del precio de mercado	45.0	
Producción en kgs de trucha	20,000	
Valor de la producción a \$160 kg		3,200,000
Estado de Perdidas y Ganancias		1,767,920
Cuota refaccionaria		200,000
Ganancias netas al pagar cuota refaccionaria		1,567,920

## TABLA DE PAGO DE CREDITO REFACCIONARIO

anos	capital	interes	total	cuota anual	resta
Primero	620,000	17.0	725,400	200,000	525,400
Segundo	525,400	17.0	614,718	200,000	414,718
Tercero	414,718	17.0	485,220	200,000	285,220
Cuarto	285,220	17.0	333,707	200,000	133,707
Quinto	133,707	17.0	156,438	156,438	0

Punto de equilibrio \$ = 1,164,800.00

Punto de equilibrio tons. = 7,280.00



		\$ miles	%
C.F.	Costos Fijos	0.488	15.2
C.V.	Costos Variables	0.736	23.0
I.A.	Interes Avio	0.208	06.5
C.R.	Cuota Refaccionaria	0.200	06.2
G.	Ganancias	1.567	49.1
V.P.	Valor de la Produccion	3.200	
b1	Gastos por kg producido	.000072	
b2	Valor del producto	.000160	

b1, b2 son las pendientes de las rectas señaladas.

Gráfica E-2

Tabla AE-3  
CULTIVO DE TRUCHA ARCO-IRIS EN CAJAS FLOTANTES  
ANALISIS ECONOMICO 1985.

Considerando una vida útil de los bienes de explotación de 5 años. Una producción de una tonelada en un periodo anual en dos etapas de cultivo semestrales, con una densidad inicial de 40 peces/m<sup>3</sup>, un peso prom. inicial de 50 gr, una mortalidad del 20 % y una conversión alimenticia de 2.5:1 utilizando alimento balanceado "extruzizado" ALBAMEX con 38 % de protelna.

## GASTOS DE CAPITAL

	prec/uni	cant	total
Jaulas	150,000	20	3,000,000
Lancha	120,000	1	120,000
Motor 25 hp	150,000	1	150,000
Camioneta	2,800,000	1	2,800,000
Almacen-lab 100 m <sup>2</sup>	1,500,000	1	1,500,000
Material y equipo	500,000	1	500,000
TOTAL			8,350,000

## GASTOS DE OPERACION

Costos Fijos				4,270,000
Depreciacion (20% de Gastos de capital)				1,214,000
Sueldos	uni	por mes	meses	
Tecnico	1	90,000	13	1,170,000
Piscicultores	2	40,000	26	1,040,000
Vigilante	1	30,000	13	390,000
Costos Variables				7,780,000
Alevines	mil	30,000	100	3,000,000
Alimento	ton	80,000	50	4,000,000
Gasolina y aceite		40,000	12	480,000
Servicios		25,000	12	300,000
Interes Avio % :		27		3,232,380
TOTAL GASTOS DE OPERACION				15,282,380

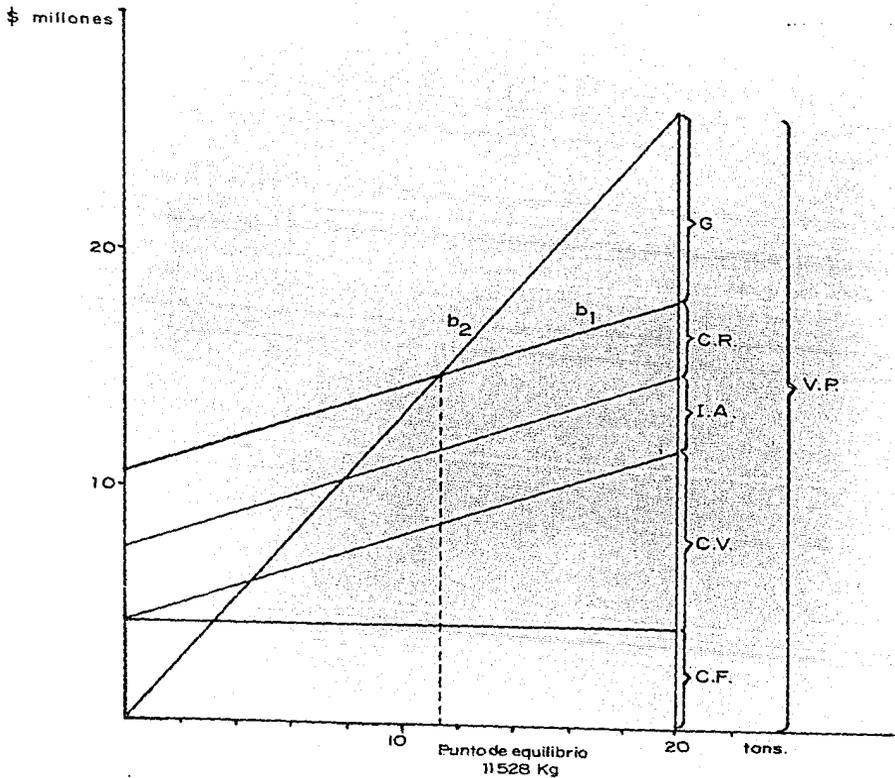
Gastos de producción por kg de trucha	764
% del precio de mercado	58.6
Producción en kgs de trucha	20,000
Valor de la producción a \$1,300 kg	26,000,000
Estado de Perdidas y Ganancias	10,717,620
Cuota refaccionaria	3,000,000
Ganancias netas al pagar cuota refaccionaria	7,717,620

## TABLA DE PAGO DE CREDITO REFACCIONARIO

Años	capital	interes	total	cuota anual	resta
Primero	8'350,000	27.0	9'334,500	3'000,000	6'334,500
Segundo	6'334,500	27.0	8'044,815	3'000,000	5'044,815
Tercero	5'054,815	27.0	6'406,916	3'000,000	3'406,915
Cuarto	3'406,915	27.0	4'326,782	3'000,000	1'326,782
Quinto	1'326,782	27.0	1,685,013	1'685,013	0

Punto de equilibrio \$ = 14'986,400  
Punto de equilibrio tons. = 11,528

## ANALISIS ECONOMICO 1985



		\$ miles	%
C.F.	Costos Fijos	4.270	16.4
C.V.	Costos Variables	7.780	30.0
I.A.	Interes Avío	3.232	12.4
C.R.	Cuota Refaccionaria	3.000	11.5
G.	Ganancias	7.717	29.7
V.P.	Valor de la Producción	24.000	
b <sub>1</sub>	Gastos por kg producido	.000764	
b <sub>2</sub>	Valor del producto	.001300	

b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub> son las pendientes de las rectas señaladas.

Gráfica E-3

## XI. BIOTECNOLOGIA

El cultivo de trucha arco-iris *Salmo gairdneri* en cajas flotantes desde el punto de vista técnico presentó los siguientes resultados:

Es factible cultivar la trucha arco-iris en la presa 'Pucuateo' a un nivel comercial mediante el método de la segunda etapa de la investigación, utilizando cajas de 4x4x4 m = 64 m<sup>3</sup>, alimento ALBAMEX "extruzizado" con 38% de proteína y una técnica de alimentación dependiente de la biomasa total de cada caja, el peso y talla promedio de los peces y la temperatura del agua.

Con el fin de disminuir los costos de producción se debe monitorear quincenal o mensualmente las condiciones ambientales en que se desarrolla el cultivo, así como muestrear las poblaciones de cada caja para determinar raciones de alimentación (100 peces por caja es suficiente).

No se debe alimentar a los peces en condiciones de "estres" o antes de su manejo porque aumentan las mortalidades por manejo, en caso de detectar síntomas de enfermedad se deben tratar oportunamente para evitar pérdidas en la biomasa o incrementos de mortalidad. El registro de la mortalidad debe ser diario así como la alimentación, verificando que los peces se alimenten. En caso de ser necesario se pueden reordenar las cajas por tallas más homogéneas que permitan un crecimiento uniforme.

Se deben revisar todos los días las cajas de posibles roturas o descomposturas y atender de inmediato el desperfecto.

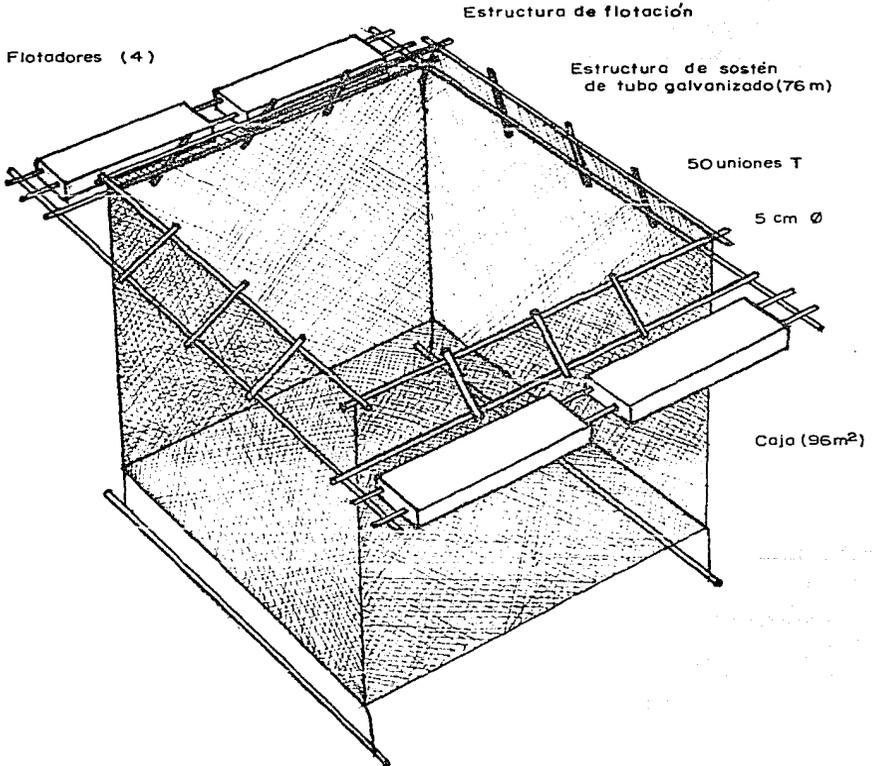
Con el fin de hacer más eficiente el manejo de la caja se puede utilizar el diseño de Landless (1974), figura B-1, con capacidad de hasta de 1 tonelada con una plataforma de flotación que facilita las tareas de alimentación y toma de datos alométricos, y que tiene las mismas medidas que la utilizada en esta investigación.

Además de la planeación con propósitos económicos debe existir una planificación y calendarización de las actividades técnicas que permita un control más eficiente del cultivo.

La Biotecnología que es el control de el ciclo de vida de la especie y su producción comercial considerando el control o manejo del medio ambiente de cultivo, está sustentada en:

- 1) La ingeniería de apoyo a la infraestructura de cultivo, que permite la realización de granjas funcionales con material y equipo apropiado, ejem: incubadoras, tinas, estanques, raceways, jaulas, transportadores, redes, equipo y material de laboratorio, etc.

Caja propuesta según diseño de Landless (1974) con el fin de hacer más eficiente el manejo del cultivo intensivo de trucha arco-iris *Salmo gairdneri*, con capacidad hasta de una tonelada, en un volumen de 64 m<sup>3</sup>.



- 1) Estructura de sostén de tubo galvanizado de 48.2 mm de diámetro exterior y 4 mm de grueso, con uniones t estandar.
- 2) Caja formada por un cubo de 4 m de lado de red de abertura de malla adecuada al tamaño de los peces y una tapa de protección.
- 3) Plataforma de trabajo y sistema de flotación de poliestireno expandido protegido con fibra de vidrio y sostenido por dos tubos unidos a la estructura de sostén.





Una vez estandarizados los resultados obtenidos es conveniente hacer modificaciones al total del sistema de producción, se puede experimentar o investigar dentro de un proceso tecnológico ya definido sólo dentro de un porcentaje de la producción total del 5 al 10%, por ejemplo probar otras técnicas; densidades, alimentos, tallas, tiempos de cultivo, etc. en 1 o 2 cajas de 20 que se encuentren ya en un proceso estandarizado de producción con el fin de buscar mejoras en la producción.

Es conveniente también contar con granjas experimentales que cumplan con los requisitos mínimos para desarrollar investigaciones cuyos resultados más sobresalientes puedan ser implementados posteriormente en granjas comerciales.

Considerando la infraestructura para la producción de alevines de trucha, con seis centros oficiales, la existencia de una tecnología en el procesamiento de alimentos capaz de producir alimento de buena calidad según especificaciones (cinco factorías ALBAMEX), que permite mejorar la dieta utilizada en esta investigación, la capacidad de conocer los recursos hidrobiológicos (Cortez 1978), que se cuenta con recursos humanos capaces de producir trucha, el futuro de este tipo de producción acuacultural es prominente sólo requiere de un amplio apoyo y difusión por parte de las autoridades competentes.

En el apéndice se explica la forma de conservar y procesar la trucha una vez cosechada en presentaciones: helada, congelada, empaquetada, salada y ahumada, con tiempos de duración y forma de manejo.

## XII. DISCUSION.

## EVALUACION DE LA DIETA "PELETIZADA" CON 22 % DE PROTEINA:

## Relación tiempo - longitud patrón:

Al realizar el análisis de covarianza, para las diferencias entre las pendientes, que representan la tasa de crecimiento en centímetros, de las regresiones de la relación tiempo - log longitud patrón, obtenidas de los resultados individuales por caja, las pendientes resultaron diferentes por lo que fue necesario realizar un análisis de varianza, tabla R-24, para similitudes y diferencias entre las pendientes. Se encontraron tres grupos diferentes que corresponden a las cajas:

magnitud de la pendiente	-	-----	>	+
numero de caja	2	<	1 = 5	<
			3 = 4	
		-----		
densidad (peces/caja)	A	A	A	B B
edad (meses)	a	a	a	b b

Lo que indica que las densidades dentro de esta fase del experimento (A=1000 y B=3000 peces por caja de 64 m<sup>3</sup>), no afectan el crecimiento en centímetros, pero éste sí es afectado por la edad de los peces (a=15, b=9, meses) peces de menor edad (talla, 9-14 cm) tienen una mayor tasa de crecimiento que peces de mayor edad (talla, 14-22 cm).

## Relación tiempo - peso:

Al realizar el análisis de covarianza, para las diferencias entre las pendientes, que representan la tasa de crecimiento en peso (gramos), de las regresiones de la relación tiempo - log peso, y obtenidas de los resultados individuales por caja, las pendientes resultaron diferentes por lo que fue necesario realizar un análisis de varianza, tabla R-25, para similitudes y diferencias entre las pendientes, se encontraron tres grupos diferentes que corresponden a las cajas:

magnitud de la pendiente	-	-----	>	+
numero de caja	2	<	1 <	5 = 3 = 4
		-----		
densidad (peces/caja)	A	A	A	B B
edad (meses)	a	a	a	b b

Lo que indica que las densidades utilizadas dentro de esta fase del experimento (A=1000 y B=3000 peces por caja de 64 m<sup>3</sup>), no afectan el crecimiento en centímetros, pero éste sí es afectado por la edad de los peces (a=15 b=9 en meses), peces de menor edad (talla, 9-14 cm) tienen una mayor tasa de crecimiento que peces de mayor edad (talla, 14-22 cm).

## Relación longitud patrón - peso:

Al realizar el análisis de covarianza, para las diferencias entre las pendientes, que representan la condición de los peces, de las regresiones de la relación log longitud patrón - log peso, obtenidas de los resultados individuales por caja, las pendientes resultaron diferentes, por lo que fue necesario realizar un análisis de varianza, tabla R-26, para similitudes y diferencias entre las pendientes, se encontraron dos grupos diferentes que corresponden a las cajas:

magnitud de la pendiente	-	----->	+
numero de caja	4	= 3 < 1 = 5 = 2	
-----			
densidad (peces/caja)	B	B	A A A
edad (meses)	b	b	a a a

Lo que muestra que la pendiente se incrementa al aumentar la edad, o el alimento afecta diferentemente la condición de los peces, siendo mejor su efecto en peces de 14 a 22 cms. que en peces de 9 a 14 cms. Esto permite asegurar que al ir creciendo los peces debe suministrárseles diferentes raciones de alimento ya que una ración constante en porcentaje de la biomasa o en su contenido proteico no es lo más conveniente, se plantea la necesidad de incrementar el contenido proteico en peces de 9 - 14 cms para ver si su condición mejora.

## Relación tiempo - log biomasa:

Al realizar el análisis de covarianza, para las diferencias entre las pendientes, que representa la tasa de producción de biomasa en kilogramos, de las regresiones de la relación tiempo - log biomasa, obtenidas de los resultados individuales por caja de las tablas, las pendientes resultaron diferentes, por lo que fue necesario realizar un análisis de varianza, tabla R-27, para similitudes y diferencias entre las pendientes, se encontraron dos grupos diferentes que corresponden a las cajas:

magnitud de la pendiente	-	----->	+
numero de caja	1	> 2 = 5 = 3 = 4	
-----			
densidad (peces/caja)	A	A	A B B
edad (meses)	a	a	a b b

Donde no hay diferencias significativas en la tasa de producción de biomasa en las cajas 4, 3, 5 y 2, pero la 1 es diferente.

Lo que indica que las densidades utilizadas en esta etapa (A=3000, B=1000 peces/caja) no afectan la tasa de producción de biomasa, y por lo tanto aún no se alcanza la densidad de carga máxima que puede soportar el sistema. La diferencia de la caja 1 se debe al efecto producido por enfermedad, esta caja para su restablecimiento fue tratada con nitrofuranos.

## Mortalidad

La mortalidad total tuvo un promedio de 10.68 % con un máximo de 11.6 % en la caja 2 y un mínimo en la caja 5 con 9.4 %, no se alcanzaron tallas comerciales en ninguna caja, por lo que utilizando esta dieta "peletizada" de 22% de proteína, no son suficientes 6 meses de cultivo para la comercialización del producto.

## Conversión alimenticia

Considerando que la conversión alimenticia tuvo un promedio de 7.56 kg de alimento por cada kg de trucha producido, no se recomienda este tipo de dieta para el cultivo comercial de trucha arco-iris en cajas flotantes, pues el análisis económico realizado evidencia pérdidas bajo la condiciones de la primera etapa. Es necesario utilizar una mejor dieta como lo demuestran los resultados de la etapa II.

## EVALUACION DE LA DIETA "EXTRURIZADA" CON 38 % DE PROTEINA:

### Relación tiempo - log longitud patrón:

Al realizar el análisis de covarianza, tabla R-20, para las diferencias entre las pendientes, que representan la tasa de crecimiento en centímetros, de las regresiones de la relación tiempo - log longitud patrón, obtenidas de los resultados individuales por caja, no se encontraron diferencias significativas por lo que la dieta "extrurizada" con 38 % de proteína permite un crecimiento homogéneo dentro de las tallas utilizadas en la etapa II.

Lo que indica que las densidades y edades utilizadas dentro de esta fase del experimento (1500, 2500 y 463 peces por caja de 64 m<sup>3</sup>), no afectan el crecimiento en centímetros, para peces entre 16 a 29 centímetros.

### Relación tiempo - peso:

Al realizar el análisis de covarianza, tabla R-21, para las diferencias entre las pendientes, que representan la tasa de crecimiento en gramos, de las regresiones de la relación tiempo - log peso, obtenidas de los resultados individuales por caja, no se encontraron diferencias significativas por lo que la dieta extrurizada con 38 % de proteína permite un crecimiento homogéneo dentro de los pesos utilizados en la etapa II.

Lo que indica que las densidades y edades utilizadas dentro de esta fase del experimento (1500, 2500 y 463 peces por caja de 64 m<sup>3</sup>), no afectan la tasa de crecimiento del peso en gramos, para peces entre 16 a 29 centímetros.

### Relación longitud patrón - peso:

Al realizar el análisis de covarianza, tabla R-22, para las diferencias entre las pendientes, que representan la condición de los peces, de las regresiones de la relación tiempo - log peso, obtenidas de los resultados individuales por caja, no se encontraron diferencias significativas por lo que la dieta "extrurizada" con 38% de proteína permite una condición homogénea, por lo que es evidente que este tipo de alimento es aceptable para esta etapa del cultivo (de 50 a 360 grs y 14 a 29 cms.) ya que disminuye las diferencias de las relaciones log longitud patrón - log peso y permite una mejor tasa de condición en los peces, dentro de los pesos utilizados en la etapa II (50 a 360 grs.).

### Relación tiempo - log biomasa:

Al realizar el análisis de covarianza, tabla R-23, para las diferencias entre las pendientes, que representan la tasa de producción de biomasa en kilogramos, de las regresiones de la relación tiempo - log biomasa, y obtenidas de los resultados individuales por caja, las pendientes resultaron diferentes por lo que fue necesario realizar un análisis de varianza que permitió distinguir dos grupos formados por las cajas:

magnitud de la pendiente	-	----->	+
numero de caja	5	> 1 = 2 = 4 = 3	
-----			
densidad (peces/caja)	A	A	C B B
edad (meses)	b	a	a b a

Con densidades de A=1500, B=2500, y c=463 peces/caja) y edades de a=21, b=15 meses, donde no hay diferencias significativas en la tasa de producción de biomasa en las cajas 1, 2, 3, y 4

### Mortalidad

La mortalidad total disminuyó en esta etapa a 5.24 % en promedio comparada con un promedio de 10.68 % de la etapa I, siendo la menor en las cajas 3 y 4 con 4.6 y 5 %, por lo que es evidente, que este alimento no solo mejora la condición de los peces sino que también disminuye la mortalidad y permite una mejor producción.

### Conversión alimenticia

El alimento "extrurizado" con 38% de proteína permitió una mejor conversión alimenticia, con un promedio de 3.02 kg de alimento por kg de trucha producido, con mejores resultados en las cajas 3b y 4b con una conversión de 2.5:1 y densidades de 2500 peces por caja.

## ANALISIS ECONOMICO

## Primera etapa con alimento "peletizado":

El alimento "peletizado" no permitió que los peces alcanzaran una talla comercial (230 - 250 gr), en 180 días de cultivo, por lo no es recomendable utilizarlo, ya que ni siquiera se cubrieron los costos de operación. Esto evidencia la importancia de una buena dieta alimenticia y la forma directa en que afecta la economía del cultivo.

## Segunda etapa con alimento "extrurizado":

Al utilizar el alimento "extrurizado" se recuperó económicamente el cultivo y se vislumbró la posibilidad de mejoras económicas, mediante una buena planeación del cultivo, seleccionando adecuadamente el número de cajas a utilizar, la densidad y tallas iniciales y el suministro del alimento según, la biomasa total, talla promedio de los peces y la temperatura del agua.

## Proyecciones económicas para determinar la producción óptima:

Los resultados obtenidos permiten visualizar que el cultivo de trucha arco-iris en cajas flotantes es económicamente rentable bajo las condiciones de cultivo de la segunda etapa, pero para mejorar las condiciones económicas es necesario contar con un módulo de 20 cajas para la producción de 20 toneladas en dos periodos de cultivo semestrales, lo que permite rebasar el punto de equilibrio económico, pagar el crédito de avío, la cuota refaccionaria y obtener unas ganancias que permitan el desarrollo sano del cultivo desde el punto de vista económico. Estas consideraciones están basadas en el resultado de las cajas 3 y 5 de la segunda etapa de la investigación, con una densidad inicial de 40 peces/m<sup>3</sup>, con tallas y pesos iniciales de 15 cms. y 50 grs. respectivamente, para que en un periodo de cultivo de 6 meses alcancen talla comercial (230 - 250 grs) con una producción de un poco más de 500 kgs. con una mortalidad total de 5 % y utilizando una dieta "extrurizada" con 38 % de proteína.

Al analizar los costos de capital necesarios para 1979 respecto de los necesarios para 1985, considerando un módulo de 20 cajas, que es el más adecuado para la fuerza de trabajo con que se contó durante la investigación; un técnico, dos piscicultores y un vigilante, los costos de capital de 1985 (\$ 8.350 millones) son 13.4 veces superiores de los de 1979 (\$ 0.62 millones), lo cual da una idea de la gran inflación existente en la adquisición de bienes de capital.

En los que respecta a gastos de operación, los costos fijos aumentaron 8.75 veces pero su porcentaje dentro del total del valor de la producción permaneció semejante (15.2 % para 1979 y 16.4 % para 1985).

Los costos variables aumentaron 10.5 veces, y su porcentaje varió un poco (23 % para 1979 y 30 % para 1985). Los intereses de Avío y Refaccionario sufrieron grandes cambios y aumentaron de 17 % anual en 1979 a 27 % anual para 1985, con tendencias a subir aun mucho más, esto se reflejó su porcentaje del total del valor de la producción, ya que el crédito de avío subió de 6.5 % en 1979 a 12.4 % en 1985.

La cuota refaccionaria aumentó 15 veces, así como su porcentaje en el total de los costos de operación, variando de 6.2 % en 1979 a 11.5 % en 1985. Estos cambios afectaron el porcentaje de ganancias que disminuyó respecto del total del valor de la producción de 49.1 % en 1979 a 29.7 % en 1985. Esto afecta directamente a los productores ya que el aumento de los intereses afecta los costos de producción aumentándolos y haciendo necesario, aunque aun no en este caso, que las unidades de producción aumenten (número de cajas) para poder rebasar el punto de equilibrio económico y tener un margen de ganancia aceptable.

Para 1979 los costos de producción por kg de trucha producido fueron de 45 % del valor del producto en el mercado (\$ 140) y para 1985 los costos de producción por kg de trucha producido fueron de 57 % del valor del producto en el mercado (\$ 1,300) lo que implica una disminución del 12 % del total del valor de la producción que deja de percibir el productor, por las cargas económicas tener que pagar el aumento del porcentaje anual del crédito de avío y refaccionario.

Este análisis permite comprender la tan necesaria implementación de investigaciones que permitan un aumento en la producción (kg/m<sup>3</sup>) ya que la alcanzada, en la segunda etapa (8.9 kg/m<sup>3</sup>) aunque permite mejoras económicas en el cultivo y la planeación de empresas económicamente rentables, la tendencia de incremento en el porcentaje anual a pagar en los créditos, puede hacer incosteable unidades con sólo 20 cajas como la planteada en este análisis.

Es importante realizar investigaciones de nutrición ya que el cambio de dieta en la segunda etapa de la investigación, aparte de mejorar las condiciones de crecimiento de los peces, en talla y peso, así como su condición y la producción de biomasa, sobre todo mejoró la conversión alimenticia de 7:1 en la primera etapa a 3:1 en la segunda etapa lo que permitió mejoras económicas.

Es importante además implementar aparte de las investigaciones de orden biológico (nutrición, sistema de cultivo, etc.) investigaciones económicas para tener una mejor idea de cuales son los efectos finales en la economía del cultivo.

## BIOTECNOLOGIA.

Al analizar las características técnicas en que se desarrolló el cultivo durante esta investigación y comparandola con los aspectos técnicos desarrollados en otros países; Dinamarca (Bregenballe 1963), Noruega (Edwards 1978, Hansen 1982, Jenssen 1966), U.R.S.S. (Miheev 1977, Romanycheva 1977), Japón (Bardach 1972), Alemania Democrática (Koops 1974, Stteffens 1972, 1975), U.S.A. (Collins 1972, Kilambi 1977), donde esta actividad se desarrolla ya en una fase industrial, con equipo más especializado, con producciones de 10 a 35 kg/m<sup>3</sup> (Coche 1978), la obtención de 8.9 kg en la segunda etapa utilizando alimento "extruzado" con 38 % de proteína con cajas de 64 m<sup>3</sup> (4x4x4), es aceptable, sin las sofisticaciones técnicas en su construcción de otros países, pero que soportaron las condiciones físicas y climatológicas durante todo el tiempo que duró la investigación.

Esta característica de resistencia permite asegurar que las cajas utilizadas, con el material utilizado en su construcción son susceptibles de ser usadas para un cultivo comercial con una vida media de al menos 5 años, aunque presentaron problemas para el muestreo alométrico y cosecha de los peces, por lo que se plantea la necesidad de utilizar el diseño de Landless (1974) para un mejor manejo de la población que facilita las maniobras de alimentación, muestreo y cosecha gracias a que incorpora una plataforma en el sistema de flotación que permite maniobrar para el manejo de la población en cultivo, además de tener las mismas dimensiones de la caja utilizada en esta investigación pero con una capacidad de hasta una tonelada de producción de biomasa de peces.

Es evidente que en México ya contamos con todos los requerimientos para desarrollar sistemas comerciales de trucha en cajas flotantes, pues la biotecnología del cultivo de trucha se encuentra dominada en todas las fases de su ciclo de vida. Se cuenta con 6 piscifactorías oficiales con una capacidad de producción de al menos 7.8 millones de crías de 8-10 cms. al año (Juárez 1984). lo que garantiza una disponibilidad de crías para cultivo en cajas flotantes.

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos decir que el cultivo de trucha arco-iris en cajas flotantes es factible utilizando densidades iniciales de 40 peces m<sup>3</sup>, con una longitud patrón inicial de 15 cms y peso inicial de 50 grs., que pueden alcanzar talla comercial, de 230 a 250 grs., en 6 meses de cultivo con una mortalidad total de 5.0 % y una producción de 8.9 kg/m<sup>3</sup>, si se utiliza una dieta "extruzada" con al menos 38 % de proteína, suministrada diariamente, según el método de Deuel (1942), a un porcentaje de su biomasa total, la temperatura del agua, la talla y peso promedio de los peces, obtenidas en muestreos quincenales con al menos 100 peces por lote muestreado.

Los problemas más evidentes son en los aspectos nutricionales y de sanidad para un mejor desarrollo del cultivo, como se hizo evidente en esta investigación donde el sólo cambio de dieta más de acuerdo con las necesidades nutricionales de la especie mejoró la tasa de crecimiento en longitud (cms.) y peso (grs.), la condición de los peces y la tasa de producción de biomasa, así como la economía del cultivo.

Tanto la nutrición como la sanidad son aspectos que deben ser investigados ampliamente mediante un programa de investigación sistemática que permita un mejor control del cultivo que repercuta en una mejor producción y mejoras económicas en los productores.

Considerando que la biotecnología comprende el control completo del ciclo de vida del organismo en cultivo para una producción comercial considerando el control o manejo del medio de cultivo y sustentada en la ingeniería de infraestructura, ingeniería de producción de alimentos, y evaluación de los recursos hidrobiológicos y socioeconómicos, podemos decir:

Se cuenta con un mercado nacional de suministros de materia prima para la elaboración de material y equipo, en cantidad y calidad, que garantizan condiciones óptimas para la construcción de jaulas y otras estructuras de cultivo.

En lo que respecta a la producción de alimento se cuenta con 6 factorías ALBAMEX, con óptimas condiciones técnicas y de infraestructura para la producción, capaces de utilizar una gama de productos vegetales, animales, y minerales para la producción de alimento balanceado con características físicas y químicas de acuerdo a las necesidades nutricionales de la especie de cultivo en todas las fases de su ciclo de vida, el factor limitante es que aún no se cuenta las características nutricionales adecuadas en el alimento, por ejemplo: cantidad porcentual en peso de proteínas, carbohidratos, grasas, minerales, vitaminas, aglutinantes, colorantes, antioxidantes, etc., para que la combinación de los ingredientes permita dosificar al pez en una forma adecuada para cada etapa de cultivo; alevinaje, crianza, engorda o reproducción, por lo que es necesario hacer más estudios a nivel nutricional para desarrollar dietas más apropiadas, que las probadas en esta investigación y poder mejorar la conversión alimenticia alcanzada, que fue de 3:1 y tener resultado de 1.5:1 a 2:1 como se reportan en los países antes mencionados (Brown 1977, Coche 1978).

En lo que respecta a los recursos hidrobiológicos, en México contamos con suficientes recursos hidrobiológicos para la implementación de empresas acuícolas de cajas flotantes, Cortez (1974) y Vidal (1985) caracterizaron los cuerpos de agua con fines acuaculturales, ahora sólo es necesario, realizar estudios socio-económicos para seleccionar los sitios más adecuados para la implementación de granjas de cajas flotantes, con las suficientes unidades de producción que permitan el establecimiento de una empresa económicamente rentable.

El único factor limitante para la formación de una industria en el cultivo de trucha arco-iris en cajas flotantes es la falta de integración de todos los factores; el sector oficial con su producción de crías, las comunidades con recursos hidrobiológicos para el establecimiento de granjas, la ingeniería de apoyo a la infraestructura, la ingeniería de producción de alimentos, y las instituciones financieras que apoyen la implementación de este tipo de empresas, con financiamiento y créditos blandos que permitan el desarrollo de este tipo de cultivos.

Es necesaria una planeación que contemple la solución de todos los problemas citados, para que el cultivo de trucha en cajas flotantes alcance la potencialidad que ofrecen nuestros recursos hidrobiológicos, permitiendo la implementación de toda una industria, que permita la formación de empleos, mejoras económicas y nutricionales en las comunidades de nuestro país.

## XIII. CONCLUSIONES

1. El análisis de los resultados obtenidos permite asegurar que el cultivo intensivo de trucha arco-iris en caja flotantes en la presa 'Pucuto' es posible, ya que las condiciones ambientales son adecuadas: la temperatura del agua fluctúa anualmente entre 12 a 18 C, con promedio de 15.9 C. El pH varía de 6.2 a 7.5 con un promedio anual de 6.7, el oxígeno disuelto fluctúa entre 6.0 a 9.9 ml/lit con promedio anual de 7.8 ml/lit, lo que permite que durante todo el año sea posible el cultivo de trucha.
2. El alimento "peletizado" Inciarina de Purina, con 22 % de proteína no es recomendable para el cultivo intensivo de trucha arco-iris en cajas flotantes, pues al suministrarlo a peces de 9 a 20 centímetros, no provoca una buena tasa de conversión alimenticia (7.5:1), ni una buena tasa de crecimiento y producción de biomasa, lo que afecta la economía del cultivo y sobre todo no debe ser usado para peces entre 9 y 14 centímetros ya que no cumple con los requerimientos nutricionales de la especie.
3. El alimento "extrudizado" Albamex con 38 % de proteína es recomendable para el cultivo intensivo de trucha arco-iris, con densidades iniciales de 2500 peces/caja de 64 m<sup>3</sup> con pesos y tallas iniciales de 50 grs y 15 cms que pueden alcanzar talla comercial (230 - 250 gr) con rendimientos un poco superiores a 500 kg/caja en un periodo de cultivo de 6 meses con mortalidad total de 5% y una conversión alimenticia de 2.5 kg de alimento por kg de trucha producido.
4. Esto permite una planeación de la producción para desarrollar sistemas de cultivo intensivo en cajas flotantes económicamente rentables. Solo hay que determinar el tamaño de la producción más apropiada, considerando que se cuenta con el apoyo del Centro Acuicola 'Pucuto' para suministrar las crías por su engorda.
5. Considerando los factores económicos, la producción más apropiada para la fuerza de trabajo utilizada, 1 técnico, 2 piscicultores y 1 vigilante es al menos de 20 tons, lo que requiere 20 jaulas y un suministro de 100 000 truchas de 15 cms (50 grs).
6. En México se cuenta con la infraestructura necesaria para el desarrollo de una industria en el cultivo de trucha en cajas flotantes, sólo es necesario la integración de todos los factores involucrados: a) la producción de crías de trucha en las piscifactorías oficiales, b) las comunidades con recursos hidrobiológicos, c) las fábricas de producción de alimentos, d) los fabricantes y proveedores de material y equipo para la construcción y equipamiento de granjas y e) la investigación socioeconómica para la determinación de los mejores sitios para el establecimiento de granjas de cultivo de trucha en cajas flotantes.

## XIV RECOMENDACIONES

Es necesario implementar investigaciones a nivel nutricional, que permitan desarrollar mejores dietas y mejoras en la producción, incrementando la densidad, se pueden probar densidades de 60, 80, 100, y 120 peces/m<sup>3</sup> hasta alcanzar la talla comercial, tratando al mismo tiempo de mejorar la calidad del alimento, que permita una mejor conversión y por lo tanto mejores rendimientos económicos y utilizar jaulas que faciliten más el manejo del cultivo, como la propuesta.

Este tipo de investigaciones deben estar definidas dentro de mejores diseños experimentales y considerando más factores dentro del análisis de resultados, como son el balance energético y el efecto del cultivo en el medio ambiente. El apéndice contempla los requerimientos para un mejor estudio nutricional y explica los parámetros más importantes para el control administrativo de granjas piscícolas.

Es recomendable proponer este tipo de cultivos intensivos en otros cuerpos de agua del estado, dada la potencialidad de sus recursos hidrológicos, por lo que es necesario implementar un monitoreo y evaluación de cuerpos de agua que cumplan con los requerimientos para el cultivo de trucha en cajas flotantes.

Este tipo de cultivo puede ser también implementado en dos presas cercanas al centro; 'Agostitlan' y 'Sabaneta' a 6 y 2 km del centro 'Pucuató' el cual puede apoyar con crías.

Este tipo de cultivo intensivo en jaulas, dada su facilidad de implementación y la menor inversión económica en su infraestructura y la posibilidad de usar cuerpos de agua inmediatamente, es conveniente que se practique para el cultivo de otras especies como; carpas, bagres, tilapias, etc. ya que los resultados en otras naciones han sido favorables, aún cuando es necesario considerar las características locales y las implicaciones económicas de su cultivo.

Considerando que el cultivo se realizó sólo durante la etapa de engorda, es necesario pensar en la implementación de granjas que controlen todo el ciclo de vida de la trucha que sean capaces de producir sus propias crías en un lugar cercano a donde se instalen las cajas de engorda y que cuente con la infraestructura necesaria para la producción de huevo, alevines y crías en cantidad adecuada para la producción de engorda, o crear granjas que suministren crías de 15 cm para granjas de engorda en cajas.

De la experiencia obtenida se recomienda llevar un control estricto de tallas por caja, para mantener tallas homogéneas, seleccionando oportunamente la población por tallas, para evitar que haya variación en el crecimiento y obtener al final de la etapa de crecimiento peces de talla comercial en toda la caja.

Se debe llevar un control estricto de la biomasa por caja, considerando los cambios en la cajas debidos a la selección de peces.

El alimento suministrado debe estar controlado de acuerdo a la biomasa, considerando la temperatura, edad de la trucha y este debe cumplir con los requerimientos nutricionales. En casos de enfermedad deben tratarse inmediatamente, previo diagnóstico, para evitar disminución de la biomasa.

El hilo utilizado en la construcción de las cajas no debe ser muy delgado, para evitar la fijación de algas que impidan el flujo adecuado de agua en la caja, además el hilo grueso permite el aseo más fácilmente.

Nunca se debe alimentar a los peces antes de su manejo, cuando se van a cosechar o a transportar ya que esto aumenta la mortalidad por manejo y el "estres".

El número de peces por corral debe ser el mayor posible sin rebasar la capacidad de carga, se debe considerar que los peces estan aumentando en peso, por lo tanto hay que calcular el número a confinar de acuerdo al peso promedio y biomasa que tendrán al ser cosechados. Si se rebasa al capacidad de carga, se pueden tener problemas de disminución de crecimiento, enfermedades y muerte por disminución de oxígeno. La capacidad de carga depende de la temperatura del agua, la tasa de cambio de agua, el uso en cantidad y calidad del alimento balanceado y un buen manejo. Bajo esta condiciones se pueden llegar hasta 35+ kg/m<sup>3</sup> según reportan experiencias de cultivos en Noruega, Japón, Escocia y Dinamarca.

El lugar donde esten los corrales debe cumplir las necesidades ambientales de la trucha arco-iris, considerando calidad del agua y sin ninguna posibilidad de contaminación.

## XV. APENDICE.

TABLA A. Datos sobre el cultivo de peces en cajas flotantes  
(Coche 1976, 1978. y Mugueña et al 1978).

especie	pais	densidad inicial		dias de cultivo	produc- cion kg/m3	tasa f de prof. kg/m3/d	tamaño		tasa f de crec. g/pez/d.	referencia	
		peces m3	kg/m3				ini (g)	fin (g)			
AGUA DULCE											
Cyprinus carpio	Republica de Alemania Democratica	230	51.0	41	60.8	1.48	223	487	6.44	Steffens et al 1960	
		196	44.0	109	130.5	1.20	226	910	6.28	Steffens 1970	
	VietNam sur	106.7	-	345	122.2	0.35	-	-	-	Pantulu 1976	
	Japoe	30- 35	0.7- 4.5	90- 105	7.5- 20	0.08- 0.19	80- 100	400- 600	3.56 4.76	Kuronoma 1968 FAO 1968	
	URSS	100- 250	4.2- 9.7	90- 150	48- 98	0.48- 0.90	40 20	800 480	4.05 2.93	Gribanov, Korneev and Koenneeva 1968	
	Holanda	-	25	195	164	0.84	-	-	-	Coche 1974	
	Indonesia	176	2.6	120	34.4	0.28	8	180	1.43	Hickling 1962	
	Ictalerus punctatus	USA Alabama	350	5.4	115	61.2	0.53	15	268	2.20	Schmittou 1970
			360	9.0	230	126.0	0.55	25	383	1.56	Collins, C.M. 1972
			360	23.1	230	173.0	0.75	64	563	2.17	Collins, C.M. 1972
Salmo gairdneri	Arkansas, USA	267	15.1	115	50.2	0.44	56	245	1.64	Collins, R.A. 1972	
		507	22.7	115	89.3	0.78	56	236	1.56	"	
		183	27.4	132	100.5	0.73	149	335	1.35	Kilambi et al 1977	
		301	45.0	132	136.4	0.99	149	302	1.12	"	
		523	78.2	138	172.5	1.25	149	262	0.82	"	
	California	217	5.0	125	11.4	0.09	18	69	0.41	Boydston and Hoplain	
		453	8.4	125	12.9	0.10	18	55	0.29	1977	
		813	15.0	125	23.7	0.19	18	54	0.28	"	
	Illinois,	242	3.0	inviern.	30.3	-	12	156	-	FAO 1975	
	Chile		40-	0.25-	360-	4.6-	0.012	6-	150-	0.40	Arroyo 1973
			80	0.65	420	4.6	0.010	8	200	0.45	
	Bulgaria		108-	0.7-	150-	9.2-	0.061-	6-	110	0.69	Papukchieva 1975
			149	0.9	150	12.4	0.082	6	110	0.69	
	Holanda	-	21.9	120	43.0	0.35	-	-	-	Coche 1976	
	Republica de Alemania Bemocratica		300-	1.0	90	4.5	0.05	4	15	0.14	Steffens, 1975
		500	1.2	120	5.0	0.04	2	10	0.06		
Otono	250	2.5	120	3.0	0.025	10	30	0.16	Steffens, 1972		
Invierno	500	5.0	150	7.5	0.05	10	25	0.10	"		
Primavera	88	3.5	180	16.5	0.91	40	250	1.16	Steffens S. and Menzel 1976		

## APENDICE TABLA A (continuación).

Alex. Democ.	94	6.4	224	9.3	0.04	68	222	0.68	Meazel 1973	
Alex. Democ.	60	4.26	94	8.5	0.09	71	220	1.58	Koops H. 1974	
	65	4.74	94	14.9	0.15	73	308	2.50	"	
	50	3.15	123	16.3	0.13	63	330	2.17	"	
Tilapia	Kossou	355	14.2	122	59.4	0.49	40	228	1.54	Coche 1975
	Costa de Mar- fil, Africa	488	20.5	92	51.5	0.56	40	168	1.39	"
Leptobarbus hoeveni	Vietnam del	361	-	336	42.5	0.13	-	-	-	Pantulu 1976
Barbus altus										
Pangasius spp.	"	93	-	306	53.1	0.17	-	-	-	"
Channa micropeltes y C. atriatius	"	79	-	270	84.5	0.13	-	-	-	"
AGUA SALOBRE										
Salmo	Alabama	392	36.8	120	64.7	0.54	93	322	1.90	Tatum 1973
gairdneri	USA	196	18.4	120	44.4	0.37	93	354	2.17	"
Morone	"	100	13.8	60	13.7	0.23	136	275	2.32	
Saxatilis		200	27.0	60	24.8	0.41	136	262	2.11	"
		300	39.4	60	30.2	0.50	131	232	1.69	"
AGUA MARINA										
Seriola	Japon	10	0.15-	225	0.85-	0.004-	10-	1000	4.4	Fujiya 1976
quinqueradiata			0.55		14.45	0.06	50	2000	8.67	
Trachinotus	Florida	250	1.75	273	44.7	0.16	7	213	0.76	Smith 1973
carlinus	USA									
Polydactus	Hawaii	50	0.4	300	-	-	9	300	0.97	May 1976
sexfilis	USA									
Epinephelus	Penang	60	3.4	240	41.4	0.17	55	795	3.08	Chua and Teng 1978
salmoides	Malasia	156	7.5	180	61.8-	0.34-	54	635-	3.23-	"
					136.8	0.76	1034	5.44		

TABLA B-1 CATEGORIAS DE TIPOS DE GRANJAS, TAMO 1976

Clasificación en base a:	tipo de granja
<b>Características ambientales del cultivo</b>	
temperatura del agua	agua cálida agua fría
salinidad del agua	agua dulce agua salada agua salobre
topografía del terreno	alta; muy inclinada baja; menos inclinada terrazas
movimiento del agua	agua corriente agua estancada agua recirculada
fuentes de agua	de lluvia de marea de derivación de filtración subterránea (pozo) de manantial
zona fisiográficas	continental costera marina
<b>Características de la estructura física:</b>	
naturaleza de la estructura	estanque; rústico, semirústico o de concreto cajas flotantes; encierros canal de corriente rápida
tipo de materiales usados en	tanque o tina de fibra de vidrio o plástico tanque de concreto estanque de tierra
<b>Tipo particular de especie cultivada:</b>	
por especie o grupo de especies	de bagre            de tortuga de carpa            de camarón de tialpia            de ostión de trucha            etc.
por ciertos estados de crecimiento de especies de cultivo (ciclo completo o incompleto)	de crías de sabalote de alevines de carpa de huevos de trucha

TABLA B-2 CATEGORIAS DE LOS SISTEMAS DE CULTIVO EN LAS GRANJAS

Clasificación en base a:	tipo de sistema
características de los procedimientos y técnicas de manejo de la población en cultivo	
siembra por número de especies	de monocultivo de policultivo
siembra por talla o grupo de edad	siembra de un solo tamaño siembra de varios tamaños
siembra por sexo	un solo sexo; ambos sexos
cosecha, por número de cosechas	una sola cosecha múltiples cosechas
características del alimento y alimentación de la especie;	
fuentes de suministro del alimento	basado en un sistema de producción de alimento natural basado en un sistema de suministro de alimento artificial
tipos de alimentos naturales	basado en sistema de producción de algas bentónicas basado en un sistema de producción de algas planctónicas basado en un sistema de producción de algas filamentosas
uso de alimento artificial	basado en un sistema de alimento balanceado basado en un sistema de alimento suplementario
Procedimientos o técnicas únicas de manejo:	
para una especie o grupos de especies	de carpas asiáticas de lobina y mojarra de anguila de trucha
por combinación con otros sistemas de producción	de camarones y sabalotes de peces y arroz de cerdos, aves, y peces
por niveles de manejo o intensidad del sistema de cultivo	cultivo extensivo cultivo semi-intensivo cultivo intensivo

TABLA B-3 Nivel de Intesidad de Manejo para los Sistemas de Cultivo Basados en la Produccion Natural de Alimento (Tang 1976)

nivel de intensidad de manejo	características de manejo del cultivo	nivel de producción de alimento para la sp en cultivo £ kg/ha/año	nivel de producción de cosecha de la sp en cultivo £ kg/ha/año	observaciones
0	sin manejo, nísiquiera para la población en es cultivo o para el suministro de alimeto	1 200	140	tanto la población en es cultivo y la fertilidad del agua del sistema son incontralables.
I	la sp sembrada es mantenida por alimento producido solo en condiciones naturales	1 200	420	la población sembrada es el sistema físico es manejable pero la fertilidad del agua es incontralable.
II	la sp sembrada es mantenida por: 1) la productividad natural del cuerpo de agua, mas 2) el incremento en la productividad por fertilización la cual es aproximadamente 500% mas que la natural.	7 200	2 500	en terminos generales tanto la población sembrada y la fertilidad del agua del sistema físico son controlables.
III	la sp sembrada es mantenida por; 1) la productividad natural, 2) el incremento en la productividad por fertilización, y 3) alimento suplementario el factor aditivo el cual puede incrementar la tasa de conversión de alimento natural para una producción de la sp en cultivo hasta 200%; o elevar la producción del nivel II tres veces	7 200	7 500	tanto la población sembrada y la fertilidad del agua del sistema son controlables completamente  £ peso húmedo, bajo condiciones tropicales y subtropicales, los tamanos y profundidades y otras condiciones ambientales similares a las de granjas comunes.
IV	la sp sembrada es mantenida por; 1) control de calidad y cantidad de agua, 2) por encima de la densidad normal y 3) usa alimentación artificial en base a necesidades nutricionales	0	n mayor 7 500 K	tanto la calidad y la cantidad del agua, la sp sembrada y la calidad y cantidad de alimento artificial completamente controlado K = densidad de carga máxima; kg/m <sup>3</sup> de agua

## RECOMENDACIONES PARA LA INVESTIGACION EN NUTRICION DE PECES.

### DESCRIPCION DE LOS TERMINOS RELACIONADOS CON LA NUTRICION DE PECES

Esta descripción de palabras clave y frases frecuentemente usadas en los campos de alimentación o nutrición de peces. En todos los casos, estos deberán ser aceptados sólo como descripción de términos. Los métodos usados para determinar cualquiera de estos factores deberán de ser de acuerdo a un método estandar reconocido oficial e internacionalmente, tales como aquellos dados en los métodos tentativos y oficiales de la Asociación Oficial de Químicos Analíticos (AOAC) refiriéndose al número del método específico o a la referencia para el tipo específico de muestra analizada y siguiendo exactamente ese procedimiento, incluyendo los procedimientos para la preparación de las muestras recomendadas.

#### Términos de Química Analítica

1. Análisis aproximado o Análisis-Weende: composición de los ingredientes o alimentos completos de acuerdo al sistema Weende, los siguientes componentes se determinan; proteína cruda, grasa cruda, (extracto etéreo), fibra cruda, ceniza y humedad. El extracto libre de nitrógeno (ELN) un estimado de carbohidrato soluble, es determinado por diferencia. El total de los componentes debe aproximarse a 100
2. Contenido de humedad: derivado de secar una muestra a un peso constante, no más de 24 hrs a 104 C.
3. Fibra cruda: material insoluble en ácido débil hirviendo y álcalis corregidos por el contenido de ceniza del residuo.
4. Grasa cruda: derivada de extraer una muestra final del alimento con éter continuamente por algunas horas en un aparato adecuado.
6. Cenizas: la porción remanente de una muestra después de quemada (hasta 500 C) hasta que el residuo esta libre de materia orgánica.

#### Conversión Alimenticia y términos comunes.

7. Coeficiente de digestibilidad aparente por el método fecal

$$D_a = \frac{I - F}{I}$$

- Donde I= medida de alimento consumido y  
 F= total de desechos fecales, sin corrección por  
 pérdidas en metabolismo fecal.  
 Digestibilidad aparente por el método Indicador;  
 las estimaciones son hechas al incluir un estimador  
 inherente en un nivel conocido en el alimento y despues  
 midiendo el nivel del nutriente en el alimento y los  
 desechos fecales relativos a ese indicador inherente.

$$D_a\% = 100 - 100 \times \frac{\% \text{ indicador en alimento} \times \% \text{ indicador en desechos}}{\% \text{ indicador en desechos} \times \% \text{ nutrientes en alimento}}$$

8. Coeficiente de digestión verdadero

$$CDV = \frac{I - (F - F_m)}{I} = \frac{\text{Alimento absorbido}}{\text{Alimento consumido}}$$

donde  $F_m$  es el nutriente metabólico fecal extraído

9. Conversión de alimento: el peso seco del alimento por unidad de peso húmedo ganado (alimento consumido / ganancia en peso).
10. Eficiencia alimenticia (el inverso de la conversión de alimento): la ganancia en peso húmedo por unidad de peso de alimento seco (ganancia en peso / alimento consumido).
11. Energía bruta del alimento: la cantidad de energía (kcal) por oxidación total del alimento en una bomba calorimétrica.
12. Energía digestible aparente del alimento: la energía bruta del alimento menos la energía bruta del total de desechos fecales producidos por unidad de peso de alimento consumido

$$ED = \frac{Re - Fe}{Re}$$

donde  $Re$  = energía de la ración del alimento  
 $Fe$  = energía fecal

13. Energía metabolizable del alimento: es la energía bruta del alimento menos la energía bruta del total de desechos fecales menos la energía bruta urinaria menos la energía bruta de desechos branquiales por unidad de alimento consumido.

$$EM = Re - (Fe + Ue + Be)$$

donde  $Be$  = energía de desecho branquial  
 $Ue$  = energía urinaria

14. La Energía Neta : es la energía metabolizable menos el incremento calorífico o energía retenida por unidad alimenticia.

15. La Energía Neta por Mantenimiento: es aquella fracción de la energía neta gastada para mantener el animal en equilibrio energético.
16. La Energía Neta para Producción: es aquella fracción de la energía neta que se gasta en el crecimiento y la producción metabólica.
17. Valor Biológico de la Proteína:

$$By = \frac{Ni - (Nf - Nm) - (Nu - Nen) - (Nb - Neb)}{Ni - (Nf - Nm)}$$

donde Ni = consumo de nitrógeno  
 Nm = nitrógeno metabólico fecal  
 Nf = nitrógeno fecal  
 Nu = nitrógeno urinario  
 Nen = nitrógeno urinario endógeno  
 Nb = nitrógeno branquial  
 Neb = nitrógeno branquial endógeno

18. Utilización Neta Verdadera de Proteína (UNVP)

$$UNVP = \frac{Ni - (Nf - Nm) - (Nu - Nen) - (Nb - Neb)}{Ni} = \frac{Nct - Nco}{Ni}$$

donde Nct = nitrógeno eliminado del grupo pueba  
 Nco = nitrógeno eliminado del grupo que recibe una dieta libre de nitrógeno

19. Aparente utilización neta de proteína (valor productivo de proteína):

$$appUNP = \frac{Ni - Nf - Nu - Nb}{Ni} = \frac{N \text{ retenido}}{N \text{ consumido}}$$

donde Nb = nitrógeno branquial

20. Tasa de eficiencia de proteína

$$TEP = \frac{\text{Ganancia en peso}}{\text{Consumo de proteína}}$$

21. Proporción Química : es la proporción de los aminoácidos indispensables más limitantes en una prueba de proteína al porcentaje del peso de ese aminoácido en una referencia estandar en la proteína total del huevo.

22. Índice de aminoácidos indispensables: la raíz enésima de el producto de la proporción de aminoácidos indispensables en una prueba de proteína según el contenido de cada aminoácido en la proteína total del huevo.

$$IAI = \frac{\sum \frac{n}{aai}}{\sum \frac{AAI}{AA_n}}$$

donde aai es el aminoácido en la prueba de proteína y  
AAi es el aminoácido en la proteína total del huevo

#### TERMINOS DE DESCRIPCION DE DIETAS

23. Dieta Estándar de Referencia (DER): una dieta-prueba definida con precisión y reproducible que satisfaga las necesidades del pez en estudios de alimentación para facilitar comparaciones entre varios experimentos, especies, lugares, investigadores y otros factores y condiciones.
24. Dieta de Referencia (DR): una dieta con la cual uno puede comparar a diseños experimentales y tratamientos de dietas.
25. Dieta Control (DC): puede ser tanto una dieta de referencia negativa o positiva usada para comparar respuestas a tratamientos de dietas y puede ser DER o RD.

#### PARAMETROS ANIMALES

26. Mortalidad: número de muertes registradas por unidad de tiempo o porcentaje del número total de animales que se mueren por unidad de tiempo.
24. Crecimiento: ganancia en peso o longitud por unidad de tiempo.
28. Morbilidad: número de muertes registradas debidas a enfermedad por unidad de tiempo o porcentaje del número total de animales que enferman por unidad de tiempo.
29. Crecimiento relativo: el crecimiento expresado como porcentaje del peso inicial corporal.

$$RG = \frac{W_t - W_o}{W_o} \times 100$$

donde  $W_t$  = peso corporal a un tiempo  $t$   
 $W_o$  = peso corporal inicial

30. tasa de crecimiento específico:

$$W_t = W_0 \left[ 1 + \frac{\%}{100} t \right]$$

donde  $W_t$  = peso al tiempo  $t$   
 $W_0$  = peso en el tiempo cero  
 $t$  = tiempo  
 $\%$  = tasa de crecimiento específico

31. Sobrevivencia del "stock" de peces estimada por el porcentaje de marcas reobtenidas.

$$S = \frac{\text{marcas reobtenidas}}{\text{marcas liberadas}} \times 100$$

En la marca reobtenida es importante especificar el tipo de marca usada, posición en el cuerpo del animal, lugar de obtención y método de recaptura.

32. Factor de condición

$$K = \frac{100 \times W}{L^3}$$

donde  $W$  = peso (grs)  
 $L$  = longitud del pez

## RECOMENDACIONES PARA ESTUDIOS DE NUTRICION

## I. Dietas

1. Nombre completo del fabricante, código de manufactura, número de lote, etc.
2. Composición completa de la dieta expresada como porcentaje, g/kg, o mg/kg, peso seco de la dieta.
3. Ingredientes: nombre completo reconocido o número internacional del alimento.
4. Contenido de humedad de la dieta como alimento.
5. Químicos purificados: nombre químico reconocido y fórmula.
6. Premezcla de micronutrientes: dando nombre reconocido y fórmula.
7. Método de preparación: aglutinación, formación de partículas, deshidratación, etc.
8. Tamaño de las partículas, textura, color, etc.
9. Indicar el resultado de cualquier análisis químico o contenido calculado basado en valores calculados de acuerdo a un estudio específico.

## II. Procedimientos de alimentación.

1. Frecuencia de alimentación.
2. Cuantas unidades animales (replicación) se alimentan con cada dieta.
3. Cantidad de alimento por unidad en peso/día o semana.
4. Determinación del consumo de alimento.

## III. Animales experimentales.

1. Especie - nombre científico y nombre común.
2. Fuente de obtención de los animales en experimentación.
3. Edad y sexo, estado de maduración si es conocida.
4. Peso inicial, longitud, etc.
5. Número de individuos por réplica.
6. Régimen alimentario previo.
7. Si se tiene, régimen alimentario de los padres.

## IV. Método de cultivo, manejo y colección de datos.

1. Descripción de las unidades experimentales de cultivo, área, volumen (dimensiones) y características inusuales.
2. Duración del experimento: días, semanas, etc.
3. Condiciones medioambientales importantes;
  - a) Perfil de temperatura o temperatura ambiental estándar (TAE).
  - b) Gases disueltos en particular O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>.

- c) Amonio en disociación; nitritos, nitratos (especialmente en circuitos cerrados), y otros iones de interes.
- d) Sólidos disueltos totales (SDT)
- e) Salinidad
- f) Turbidez
- g) Tipo de luz y fotoperiodo
- h) Localización
- i) Sanidad y tratamiento de agua (luz ultravioleta, O<sub>3</sub>, filtración, etc.)
- j) Velocidad flujo y tasa de cambio de agua.
- k) Otros factores de "estres".

- 4. Descripción de los métodos usados para la obtención de los parámetros de referencia.
- 5. Completa descripción de los métodos estadísticos, análisis de varianza, análisis de regresión, etc. con la cita o referencia del método.

#### V. Resultados

- 1. Supervivencia, dando detalles de cualquier disminución o aumento no esperado.
- 2. Peso promedio final y ganancia.
- 3. Cantidad de alimento acumulada por unidad experimental.
- 4. Resultados de cualquier media en especial, sintomas de deficiencia, y cualquier condición relacionada al alimento probado.
- 5. Resultado del análisis estadístico de los datos, incluyendo una medida de variabilidad experimental.
- 6. Cualquier observación especial pertinente del efecto del tratamiento.

## APENDICE ECONOMICO.

## CATALOGO DE CUENTAS.

## ACTIVO

## Activo Corriente

Efectivo en caja y depósitos con giro postal

Depósitos en al Banco

Deudas de clientes incluyendo pagarés y anticipos de acreedores

Otras deudas por cobrar

Gastos capitalizados

## "Stocks" (Existencias)

Peces en existencia y otros productos terminados

Peces en producción

Alimento y otras materias primas

## Activos Fijos Tangibles / Costos

Propiedades de tierra, agua y sitios de edificios

Estanques

Edificaciones

Máquinas, herramientas y equipo de transporte

Otros Activo Fijos Tangibles

## Otros Activos

Patentes y similares

Hipotecas y otras obligaciones

Acciones

Residencias

## ACTIVO TOTAL

## PASIVOS

## Pasivos a Corto Plazo

Deudas Comerciales (incluyendo Aceptaciones) y

Anticipos de Clientes

Salarios Acumulados y Vacaciones

Impuestos de empleados deducidos, cuentas no pagadas

Intereses acumulados a pagar

Otros pasivos a Corto Plazo

## Pasivos a Largo Plazo

Cuentas Corrientes, Préstamos a edificios.

Amortizaciones, pagarés

Otros Activos a Largo Plazo

## Patrimonio (Equity)

Capital de Acciones

Fondos

Ganancia Neta / Déficit

Depreciación acumulada

## PASIVO TOTAL Y PATRIMONIO

## ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS

## Ingresos de Operación

Ventas en efectivo y a Crédito  
 Rentas, Salarios. Prerequisitos para mantenimiento familiar  
 Ajustes por Cambios de Inventario; peces en producción  
 Subsidios y Soportes Gubernamentales

## Costos Variables

Gastos de alevines y peces de Stock  
 Gastos de alimentación  
 Gastos de medicina, fertilización, etc.  
 Gastos de material de empaque  
 Gastos de fletes y costos de transportación  
 Seguro de peces en producción y en Stock  
 Ajustes por cambio de inventario de alimento y otros  
 productos principales para la producción

## Costos Variables de labor

Pagos en efectivo y en producto de salarios (incluyendo  
 gastos sociales)  
 Alimento refugio familiar de empleados eventuales

## Contribución

## Costos Fijos

## Costos de Operación Indirectos

Gasolina y combustibles  
 Electricidad  
 Reparación y mantenimiento de estanques  
 Control, mantenimiento y servicio de herramienta y  
 equipo

## Costos de Administración

Contingencias, membresías, suscripciones  
 Condiciones, patentes y licencias  
 Publicidad  
 Teléfono, correo y accesorios de oficina  
 Gastos de viajes  
 Asistencia auditorial, jurídica y técnica

## Salarios

Salarios y sueldos de personal administrativo  
 Pensiones  
 Salario calculado del Propietario

## Intereses en Deudas y Otras Obligaciones Financieras

## Operación de Activos Fijos Tangibles

## Ganancias de Operación

Otros Ingresos  
 Impuestos  
 Ganancia Neta



Como se notará el Interés en deudas es agregado a las Ganancias. Esto permite la comparación entre empresas con diferentes situaciones financieras y tasas de interés más significativo. El total de la inversión incluye no solo Activos Fijos sino Existencias ("Stocks") y otros activos fijos. El total de la inversión debe ser el promedio del comienzo y el final del periodo investigado. El retorno de la inversión en relación a otros métodos de contribución se ilustra graficamente en al figura A.

Desde el punto de vista del granjero y sus empleados la habilidad para pagar sueldos es de especial interés, este concepto puede ser definido así:

Habilidad para pagar sueldos por horas-hombre anuales =

Ganancias netas antes de impuestos - sueldos y salarios

-----  
Número total de horas-hombre

El número total de horas hombre debe incluir toda labor pagada, ejemplo; la familia del propietario. Esta medida puede ser fácilmente comparada con otras ocupaciones alternativas de la región, ejem; pesca, agricultura e industria. Los siguientes valores clave explican con más detalle los valores mencionados.

La producción por horas-hombre es una medida de la eficiencia de la producción. La producción por kilogramo por volumen o área de superficie de agua es una medida de la utilización de los estanques. Cualquiera que sea el volumen o área de agua debe ser escogido dependiendo de la clase de pez y método de cultivo practicado. La producción en kg se define como:

Producción = venta de peces - Incremento ò + decremento  
en el "stock de peces"

Ejem: la misma cantidad de la cual el ingreso de operación es calculado.

Por utilización de la capacidad se entiende la producción máxima calculada en kg en relación a la alcanzada en kg para el año en consideración. Otros valores clave son medidas financieras relacionadas con la rentabilidad, liquidez y solvencia. Las más comunes son:

Prueba del ácido PA:

$$PA = \frac{\text{Activos Fijos liquidos totales}}{\text{Pasivo a Corto Plazo}}$$

Tasa de interés promedio sobre pasivos TIPP :

$$TIPP = \frac{\text{Total de Intereses sobre deudas}}{\text{Pasivo Total}}$$

Patrimonio (Equity) como porcentaje del capital total P:

$$P = \frac{\text{patrimonio}}{\text{Capital Total}}$$

Rotación del Capital RT:

$$RT = \frac{\text{Efectivo y ventas a crédito de artículos y servicios}}{\text{Capital Total}}$$

Márgen de ganancia MG:

$$MG = \frac{\text{Ganancia neta antes de impuestos + Interes en deudas total}}{\text{Efectivo y Ventas a crédito de artículos y servicios}}$$

Retorno sobre el Patrimonio (Equity) RP:

$$RP = \frac{\text{Ganancia después de impuestos}}{\text{Patrimonio (Equity)}}$$

Capital de trabajo como porcentaje del Capital Total CP:

$$CP = \frac{\text{Activo Corriente - pasivos a corto plazo}}{\text{Capital Total}}$$

## MANEJO Y PROCESAMIENTO DE TRUCHA ARCO-IRIS.

## MANEJO DE LA TRUCHA FRESCA:

La trucha arco-iris (*Salmo gairdneri*) debe dejarse de alimentar antes de sacrificarse. Los peces recién cosechados se deben eviserar, quitar la sangre remanente en el vaso sanguíneo a lo largo de la columna vertebral, descamar, lavar y empaquetar en hielo para mantenerlos en buena condición. el eviserado se puede hacer manualmente o con máquina removiendo las branquias también, para reducir la contaminación bacterial. debe de procesarse antes de que presente síntomas de "rigor mortis" (endurecimiento de los músculos). Es preferible dejarla con cabeza ya que sin ella se mantienen menos bien.

La trucha arco-iris empaquetada en hielo se mantiene en condiciones de primera clase por una semana y permanece aceptable por dos semanas. No se recomienda el almacenaje helado de un pez con viseras. La trucha descompuesta puede ser reconocida por sus ojos sumidos, pérdida de color, sangre en la piel y la acumulación de baba amarilla en la piel y en las branquias.

## TRUCHA CONGELADA

La trucha arco-iris como la mayoría de los peces puede ser mantenida en buenas condiciones por largos periodos de tiempo congelada y mantenida en un almacén frío. Solo deben utilizarse peces de buena calidad, lavados y congelados rápidamente. El eviserado no necesariamente debe ser antes de la congelación, si los peces no son alimentados dos días antes de la cosecha. Debe congelarse en un congelador especialmente diseñado, no en un refrigerador frío, porque el contenido de grasa puede ser más alto que en un pez magro como el bacalao, la trucha necesita mayor protección contra el inicio de la pudrición en almacenamiento frío. Envolturas de polietileno para peces individuales y contenedores de cartón encerado son efectivos en reducir la sequedad y la oxidación del producto congelado. La vida media de la trucha congelada envuelta en un buen congelador comercial es como se describe a continuación:

tiempo de almacenamiento	vida media en meses 1o. clase	aceptable
- 10 C	1	2
- 20 C	5	18
- 30 C	8	más de 18

## TRUCHA AHUMADA.

La forma más común de preparación es el ahumado caliente de trucha eviserada. Se coce suficientemente en el proceso de ahumado y queda lista para ser consumida sin ninguna otra preparación. Es importante que la naturaleza del producto y las condiciones de almacenamiento impidan el crecimiento de bacterias descomponedoras de alimento en especial *Clostridium* ó *Botulinum*, en particular una concentración de 3% de sal y una temperatura de almacenamiento menor de 10 C son suficientes para este propósito. Por concentración de sal se entiende el porcentaje de sal en el agua contenida en el pez. Esto debe distinguirse del contenido de sal, que es el porcentaje de sal en el peso total del pez, esto es el agua, más la proteína, más la grasa. Este nivel de sal es aceptable al gusto de la mayoría de la gente.

## SALADO (SALMUERA)

La trucha recién cosechada debe mantenerse en hielo al menos un día después de eviserada, de lo contrario tomará insuficiente sal durante el salado. La trucha congelada se puede salar inmediatamente después de descongelarse. Los peces se lavan y cuidadosamente se seleccionan por peso antes del salado, para que puedan tomar sal uniformemente a través de un baño en un determinado tiempo. El tiempo adecuado de salado es 80 grados brine, que son 28 g de sal por 100 g de agua, como sigue:

peso de la trucha (g)	tiempo de salado hrs
140	2
170	2 1/2
200	3
250	4
300	5

Todos los peces debe estar completamente inmersos en la solución salina y debe haber al menos 3/4 partes de la solución por una parte de pez en peso para asegurar una adecuada toma de sal. El pescado debe moverse periódicamente durante el salado y la concentración de sal de la solución debe ser chequeada a intervalos con un salinómetro. La temperatura debe mantenerse a 10 C, abajo de esta temperatura la absorción de sal se reduce. La solución salina vieja debe desecharse y el tanque de salado limpiarse al menos una vez al día.

El pez salado se corta en tiras de la cola a los ojos y se cuelga para escurrir la solución salina del pez. La calidad del proceso de salado debe de confirmarse de vez en vez por análisis de la concentración de sal en muestras de trucha ahumada.

Se debe tomar carne de la parte más gruesa del pez, al centro de la distancia de la cabeza a la cola y junto a las vertebras, donde el contenido de sal es comunmente menor. El contenido de sal medido como grs de sal/100 grs de carne, es usado para determinar la concentración de sal como sigue:

$$\% \text{ de concentración de sal} = \frac{\text{contenido de sal} \times 100}{\text{cont. de sal} + \text{cont. de agua}}$$

Cuando la concentración de sal se encuentra en el mínimo prescrito de 3%, el proceso de sal debe revisarse para incrementarse.

#### PROCESO DE AHUMADO

La secuencia siguiente es adecuada para el ahumado caliente de trucha en un horno mecánico. Después de poner pescado salado en el horno, la temperatura del humo se sube a 30 C y se mantiene al menos media hora, para permitir que la piel del pez se seque y pueda soportar el peso del pez durante los siguientes procesos de ahumado, la entrada y salida de aire se cierra para alcanzar rápidamente una temperatura en el horno y para incrementar la humedad para que el producto no se seque demasiado. La temperatura del humo se eleva a 50 C y se mantiene así por media hora, y finalmente a 80 C por 3/4 a una hora hasta que el pescado este cocido.

#### PRODUCCION.

La pérdida de peso en cada estado de preparación de ahumado de trucha es aproximadamente de 10 % durante el eviscerado, 6% durante el salado, y 16 % durante el ahumado para dar un rendimiento de cerca de 71 % del peso total del pez.

#### EMPAQUE

El pescado ahumado debe ser almacenado en frío, al menos abajo de 10 C y preferiblemente abajo de 4 C para mantenerlos en un cuarto frío, antes que se empaque. Se debe tener cuidado en prevenir la contaminación bacterial del producto durante el empaque, manteniendo escrupulosamente limpias las superficies de trabajo y también a los trabajadores. El área de empaque debe mantenerse separada del área de material crudo en proceso para evitar la contaminación.

## ALMACENAMIENTO

La trucha ahumada , preparada por el método descrito y mantenida en un refrigerador bajo 4 C, mantendrá una buena condición por una semana. A temperaturas de 5 a 10 C se mantendrá buena para consumo humano. La trucha ahumada debe mantenerse siempre fría o congelada a través de su cadena de distribución. La trucha congelada, adecuadamente empaquetada mantendrá su buena condición por 12 meses almacenada fría a -30 C.

## USO DE LOS DESECHOS DEL PROCESAMIENTO.

El material de desecho obtenido durante el eviscerado puede ser utilizado para la producción de harina y procesarla junto con otros ingredientes para hacer alimento balanceado para trucha u otras especies de animales.

## BIBLIOGRAFIA

- A.B.C.P. (Aquaculture Development and Coordination Program). 1983. Fish feeds and feeding in developing countries - A Report on the ACDP Feed Development Programme. Rome UNDP/FAO, ACDP/REP/83/18:97p.
- Adams, J.W. Jr. et al. 1976. Nutrient Requirements of Warmwater Fishes. National Academy of Sciences. National Research Council. Board of Agriculture and Renewable Resources. Committee on Animal Nutrition. Washington, D.C.
- Almquist, H.J., Stokstad, E.L.R. and Halbrook, E.R. 1935. L. Nutr. 193-211.
- Alvares del V.J., 1970. Peces Mexicanos (Claves). Secretaría de Industria y Comercio. Instituto Nacional de Investigaciones Biológicas Pesqueras. Comisión Nacional Consultiva de Pesca, México, 116 pp. 62 fig.
- American Feed Manufacturers Association. 1970. Feed manufacturing technology. AFMA Arlington, Virginia, USA.
- Arai, S. et al. 1975. Effects of calcium supplement to yeast grown on hydrocarbons as a feedstuff for rainbow trout. Mill. Freshwat. Fish Res. Lab. Tokyo. 25.(11).
- Arredondo, F.J.L. 1976. Especies acuáticas de valor alimenticio introducidas en México. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias. UNAM, México,
- Astreng, E. and Reifstie, T., 1966. Effect of varying dietary protein level in different families of rainbow trout. Aquaculture 18(2): 145-156
- Austreng, E., Skrede, A. and Eldegaard, A. 1967. Digestibility of fat and fatty acids in rainbow trout and mink. Aquaculture 19 (1): 93-95.
- Austreng, E., Riba S. Edwards, D.J. and Huidster, H. 1976. Carbohydrate in rainbow trout diets, II, Influences of carbohydrate levels on chemical composition and feed utilization of fish from different families, Aquaculture 11 (1): 39-50.
- Austreng, E. and Gjefsen T. 1981. Fish oils with different contents of free fatty acids in diets for rainbow trout fingerlings and salmon parr. Aquaculture 25 (2,3): 173-183.
- Avault, J. 1981. Prevention of fish diseases, Some basics. Aquaculture Magazine, 7 (5): 40-47.
- Bardach, E.J., J.H. Ryther and W.O. McLareney. 1972. Aquaculture, The farming and husbandry of freshwater and marine organisms. John Wiley and Sons, Inc. NewYork, 869 pp.
- Berge, L. 1979. A proposal for Economic Investigation of Fish Farms with Special Reference to Book-keeping and Financial Analysis. In Pillay T.V.R. (Ed.) Advances on Aquaculture, FAO Technical Conference on Aquaculture, Kyoto, Jap. 1978: pp 239-246.
- Beveridge, M.C. 1985. Cage and Pen Fish Farming, Carrying Capacity Models and Environmental Impact. FAO Fish Tech. Pap. (255): 131 pp.
- Block, J.R. and Weiss, K.W. 1956. Aminoacid Handbook, Thomas, Springfield, Illinois, USA. 128 pp.
- Bregenhalle, F. 1963. "Trout culture in Denmark", Prog Fish Cult. 25 (3): 115-120
- Brett, J.R. 1952. L. Fish. Res. Bd. Can. 9: 265-323.
- Brown, E.E. 1977. World Fish Farming: Cultivation and Economics. Westport, Connecticut, AVI Publishing Co. 377 pp.
- Brown E.E. 1980. Fish Farming Handbook. Food, Salt, Tropicals and goldfish. Westport, Connecticut, AVI Publishing Co., 391 p.
- Buhler, B.R., J.E. Haaver, 1961. Nutrition of Salmonid Fishes. Carbohydrate Requirements of Chinook salmon. L. Nutr. 74: 307-318.
- Burrows R. E. 1972. Salmonid Husbandry Techniques. In Halver J.L. (Ed.) Fish Nutrition. Academic Press, New York. 7; 375-401.
- Buterbaugh, G.L. and H. Willingby. 1967. A feeding guide for brook, brown and rainbow trout. Prog. Fish Cult. 29 (4): 210-215.
- Cachafeiro, B. 1985. La Trucha. Cría Industrial. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid España. 238 pp.

- (The) California Fish and Game Department (Edit.) 1976. Trout and Salmon Culture, Hatchery Methods; Agricultural Sciences Publications. University of California, USA.
- Calvo, M.M. 1959. Primer estudio experimental de dietas para trucha arco-iris. Bolet. de Piscicultura Ruiz. SIC. Dir. Gral. de Pesca e Inds. Conexas. Of. de Estudios Biologicos Mexico 1.F. 5-10.
- Carlander, K.B. Handbook of Freshwater Fishery Biology. Volume one. Iowa University Press. CASA, pp 155-305.
- Carranza, F.J. 1953. Historia de la Piscicultura en México. Mem. Cong. Cienc. Mex. Vol. VII (Cienc. Biol.) México, D.F. pags. 159-174.
- Chua, T.E. and S.K. Teng. 1980. Economic Production of Estuary gruper, Epinephelus salmoides Maxwell, Reared in floating net cages. Aquaculture 27 (3): 273-83.
- Cházari, E. 1983. Piscicultura en agua dulce, México, Secretaría de Fomento.
- Christensen, M.O. 1977. Trout Farming in Denmark, I Simpósio de la Asociación de Acuicultura, Maracay, Edo. Aragua, Venezuela, 5-10 nov/77; 7 pag.
- Coche A.G. 1977. Premiers resultats de l'elevage en cage de Tilapia nilotica (L.) dans le Lac Kossou, Côte d'Ivoire. Aquaculture 10: 109-140.
- Coche A.G. 1978a. A review of fish cage culture as practised in inland waters, Aquaculture 13; 157-189. (in french)
- Coche A.G. 1978b. The cultivation of fish in cages. An indexed bibliography. FAO Fish Circ. (714): 43 pp.
- Collins, R.A., 1970. Cage culture of catfish in reservoirs. In: J.L. Gaudet (Ed.) Report of the 1970 Workshop of Fish Feed Technology and Nutrition. Publ. Bur. Spot Fish. Wildl. Resource Publ. 102, pp 115-123.
- Coll, J., Mitchel S., Tchobanobus and Knight A. 1980. The Environmental Requirements of fish. University of Davis California (ed.) USA. 285 pp.
- Cortéz, A.R. 1974. Inventario Nacional de Cuerpos de Agua de la Republica Mexicana. EIDEFA, México.
- Cowey, C.B. and J.R. Sargent. 1972. Fish Nutrition. Adv. Mar. Biol. 10: 383-492.
- Dabrowska, H. and Wojno, J. 1977. Studies on the utilization by rainbow trout (Salmo gairdneri, Rich.) of feed mixtures containing soya bean meal and addition of aminoacids. Aquaculture 10; 297-310.
- Departamento de Pesca. 1981. Naulas Elstancas. Oficina de Divulgación. Dirección General de Acuicultura, agosto 1981.
- Devel, C.R., Maskell, B.C. and Timison, A.V. 1942. The New York Satate Fish Hatchery Feeding chart. N.Y. Cons. Deparl. Fish. Res. Bull. 3. 38 pp.
- Djadjiredja, R. et Jankuru. Z. 1977. Notes on the newly developed intensive culture methods in Indonesia, In: First Asian Meet. Experi. Agricult. Tech. Report. pp 81-87.
- Donaldson, S.W. and F.J. Foster. 1938. Comparative feeding values of some of the meals fed to fish. Progressive Fish Cult. 40: 20-23.
- Donaldson, L.R. and P.R. Olson, 1957. Development of rainbow trout broodstock by selective breeding. Trans. Amer. Fish. Soc. 85: 93-101.
- Doreste, L.J. 1979. Estado General de la Nutrición Acuicola como una área de apoyo a la Acuicultura en México. Primer Simposium de Capacitación. Cancón. México.
- Drumond, B. 1973. Trout Farming Handbook. Seeley Services and Co. London, England.
- Burá, R.M.F. 1982. Desarrollo embrionario de la trucha arco-iris como aporte a la tecnología de un cultivo. Rev. Lat. Acuic. (14): 16-25.
- Eddy, D. and Underhill, J.C. 1978. How to Know the freshwater fishes. Wb. C. Brown Company Publishers. Dubuque, Iowa. USA.
- Edwards, D.J. 1978. Salmon and Trout farming in Norway. Farnham, Surrey. Fishing News Books Ltd. 195 pp.
- Flores, A.M. 1961. La Magnitud del hambre en México. 1982 tercera edición. Fondo de cultura Económica. México.

- Frost, W.E. and M.E. Brown. 1967. *The Trout*. New Naturalist Series. Collins, London, England. 310 pp.
- Fuyiya, M. 1976. Yellowtail (*Scizola quinqueradiata*) farming in Japan. *J. Fish. Res. Board. Canada*, 33: 911-915.
- Gall, G.A.E. y Gross, S.J., 1978. Genetic studies of growth in domesticated rainbow trout. *Aquaculture*, 13: 225-234.
- Gall, G.A.E. y Gross, S.J. 1978. A genetics analysis of the performance of three rainbow trout broodstocks, *Aquaculture*, 15: 113-127.
- García, E. 1944. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Clínica de Knippen* (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Méx. D.F. Offset Larios. 76 pp. UAH.
- García, Badell y Lapetra. 1985. *Tecnología de las Explotaciones Piscícolas*. Ediciones Mundi-Pressna. Madrid. 326 pp.
- Behrt, A.J., Caldwell, M.J. and Elmslie, W.P. 1957. *J. Ass. Off. Agr. Chem.* 40: 606-617.
- Gerking, S.D. (Ed.). 1967. *The Biological Basis of Freshwater Fish Production*. 325 pp. Blackwell, Oxford.
- Ghittino, P. 1972. The diet and General fish Husbandry. In Halver J.E. (Ed.) *Fish Nutrition*. Academic Press, London. pp. 539-650.
- Ghittino, P. 1973. The Development of modern trout feeds. *American Fishes and U.S. Trout News* 18 (6): 18-21.
- Girbanov, L.V., A.n. Kornev and L.A. Korneeva. 1968. Use of thermal Waters for commercial production of carps in Floats in the U.R.S.S. *FAO Fish. Rep.*, 44 (5): 218-266.
- Gjedrev, T. 1976. Possibilities for genetic improvement in salmonids. *J. Fish. Res. Board. Can.* 33 : 1094-1099.
- Gjedrev, T. and Gunnes K., 1978. Comparison of growth rate in Atlantic salmon, Pinck salmon, Arctic char, Sea trout and Rainbow trout under Norwegian farming conditions. *Aquaculture*, 13: 135-141.
- Golley, F.B. 1961. *Ecology* 42: 581-584.
- Greenberg, B.D. 1960. *Trout Farming*. Chilton Company, New York, USA, 220 pp.
- Greenwood, P.H., D.E. Roser, S.H. Weitzman, G.S. Myers. 1966. Phyletic Studies of Teleostean Fishes, with a provisional classification of living forms. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, 131 (4): 341-455.
- Hager, H.K. 1975. Mexican Rainbows. *Salmonid* 2 (6): 4-6, 12 p.
- Halver, J.E. (ed.) 1972. *Fish Nutrition*. Academic Press, New York, USA. 713 pp.
- Halver, J.E. 1973. Cold-water Fish Nutritional Requirements. *Eur. Sport. Fish. Wildl.* (1): 142-149.
- Halver, J.E. 1976. Formulating practical diets for fish. *J. Fish. Res. Board. Can.* 33: 1032-1039.
- Halver, J.E. 1979. The nutritional Requirements of cultivated warm-water and cold-water fish species. In Pillay, T.V.R. (ed.) *Advances on Aquaculture* FAO Technical Conference on Aquaculture, Kyoto, Jpn. 1978. Fishing News Books, England. 574-580 pp.
- Hansen, F., Lent, R. 1982. Fish farming in Norway: Competition for Pacific Salmon? *Aquaculture Magazine* may/jun/82. 34-36.
- Hastings, W.H. 1969. Fish Food Processing, p. 23-42. In Symposium on new developments in carp and trout nutrition. EIFAC Tech. Paper no. 2. FAO. The United Nations, Rome, Italy.
- Hastings, W. H. 1970. Study of pelleted fish feed stability in water. In: Workshop on feed technology and nutrition. *Res Publ.* 102. *Eur. Sport Fish and Wildlife U.S. Dept. of the Interior*. 75 pp.
- Hastings, W.H., Meyers S.P. and Butter D.P. 1971. A commercial process for water-stable fish feeds. *Feedstuffs* 43 (47): 38.
- Hastings W.H. y Dickie L.M. 1972. Feed Formulation and Evaluation. In: Halver J.E. (ed.): *Fish Nutrition*. Academic Press, New York; 327-273.
- Hastings, W.H. 1979. Fish Nutrition and Fish Feed Manufacture. In: Pillay, T.V.R. (ed.) *Advances on Aquaculture*. FAO Techn. Conference Aquacul. Kyoto, Jpn. 1978. Fishing News Books, England. pp. 568-574.

- Hickling, C.F. 1962. *Fish Culture*. Faber and Faber. London, England. 295 pp.
- Hilton, J.W., C.Y. Cho and S.J. Slinger. 1981. Effect of extrusion processing and steam pelleting diets on pellet durability, pellet water absorption, and the physiological response of rainbow trout (*Salmo gairdneri* R.) *Aquaculture*, 25: 185-94.
- Holteik, J. 1969. *Fresh Water Fishes*. Spring Books. Bucarest, Rumania. 128 pp.
- Huet, M. 1956. Aperçu de la Pisciculture en Indonésie. *Bull. Agric. Congo Belge* (Bruselles), 47: 901-957.
- Huet, M. 1970. *Traité de pisciculture*. Bruxelles. Ch. de Wyngaert. 718 pp.
- Huguenin, J.E. y Ansuini, F.J. 1978. A review of the technology and Economics of marine fish cage systems. *Aquaculture*, 15 : 151-170.
- Huisman, E.A. 1976. Food conversion efficiency and maintenance and production levels for carp, *Cyprinus carpio*, L. and rainbow trout, *Salmo gairdneri*, Richardson. *Aquaculture* 9 : 259-273.
- Jayaram, M.G. and Shetty M.P.C. 1979. Formulation and Water stability of tow new pelleted fish feeds. *Aquaculture* 23 (1-4): 335-359.
- Jensen K.V. 1966. Saltwater rearing of rainbow trout and salmon in Norway. Gaudef J.L. (ed.) EIFAC *Techn. Pap. FAO*, Rome, 3: 43-48.
- Johnson, E.A., D.E. Conklin, y M.J. Lewis. 1977. The yeast, *Phaffia rhodozyma* as a dietary pigment source for salmonids and crustaceans. *J. Fish. Res. Board Can.* 34 : 2417-2421.
- Juárez, J.R. et al. 1984. La acuicultura en México. Antecedentes y estado actual en 1982. En: *Julgados Nacionales sobre el Desarrollo de la Agricultura en América*. Fedini F.C. (ed) FAO Informe de Pesca No. 224. Suplemento FIR/R294 Supl.110.
- Kaushik S. and P. Luquet. 1977. Study of free aminoacids in rainbow trout in relation to salinity changes. II.- Muscle free aminoacids during starvations. *Ann. Hydrobiol.* 8 (3), 375-387.
- Keast A. 1965. Great Lakes. *Res. Univ. Mich. Pub. No.* 13: 106-132.
- Keast A. and Webb. 1966. *J. Fish. Resch. Bd. Can.* 23: 1845-1874.
- Kincaid, H. L., 1976. Inbreeding in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *J. Fish. Resh. Board Can.* 33 : 2420-2426.
- Kitanikado M.T., Morshita, Tachino S. 1965. Digestibility of Dietary Protein in rainbow trout. *Chem. Abstr.* 62: 15129 d.
- Koops, H., Tiems, J. y Gropp. J. 1974. Efficiency starch and fat consumption in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) reared in net cage. *Aquaculture*, 4 : 277-286.
- Kuronaka K. 1968. New Systems and New fishes for culture in the Far East. *FAO fish Rep.* 44 (5): 123-142.
- Lagler K.F. (Editor). 1976. Fisheries and Integrated Moking Basinwide Fishery Studies. *Univ Michigan School Nat. Res.* Ann. Arbor. USA. 3 vols.
- Lall, S.P. y Bishop, F.J. 1976. Studies on the Nutrient requirements of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) grown in sea water and fresh water. In: Pillay (Ed). *FAO Technical Conference on Aquaculture*. Kyoto, Japan. 26 may - 2 jun 1976. FIR : AV/Conf/176/E.12.
- Landless, P.J. 1974. An economical floating cage for marine culture. *Aquaculture*, 4 : 323-328.
- Landless, P. J., 1976. Demand-feeding behaviour of rainbow trout, *Aquaculture*, 7:11-25.
- Landless, P.J. 1976. Acclimatation of rainbow trout to sea water, *Aquaculture*, 7: 173-179.
- Ling S.W. 1967. Feeds and feeding of warmwater fishes in ponds in Asia and the Far East. *FAO Fish. Rep.* 44 (3): 291-309.
- Lee B.J., S.B. Putz-Anderson. 1973. The response of rainbow trout to varying Protein Energy Ratios in test diet. *J. Nutr.* 103 (6): 103 (6): 916-922.
- Leitritz E. and Lewis R.C. 1976. *Trout and Salmon Culture (Hatchery Methods)* Fish Bulletin 164, State of California Department of Fish and Game. 168 pp.
- Lewis W.M. and Wehr L.W. 1976. A fish-rearing system incorporating cages, water circulation and sewage removal. *Prog. Fish Cult.* 38: 78-81.

- León F.J.I. 1975. *Manual de truícultura*. Dirección de desarrollo Pesquero, MAC. República de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Oficina Nacional de Pesca. 112 pp.
- Lopinot, A.C. 1964, A length-frequency measuring board for fish managers. *Prog. fish Cull.* Vol. 26 No. 3: 120.
- Malevski, Y.M.W. Montgomery, y R.O. Sianhuber. 1974. Liver fat and protein metabolism in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fed cyclopropenoic fatty acids. *J. Fish. Res. Board Can.* 31: 1093-1100.
- Mann K.H. 1967. In: *The Biological Basis of Freshwater Production*. Gerking S.D. (ed.) pp. 263-257. Blackwell, Oxford.
- Mc Crimmon R.H. 1971. World distribution of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *J. Fish. Res. Bd. Canada* (28): 663-704.
- Meade T.L. and Altherr F. 1966. *Proc. 21st Texas Mult. Conf. Austin*. pp. 136-140.
- Medina G.J.A., Vera H.F.R., Sánchez S.R. 1976. *La Acuicultura en la Plazación Hidráulica* Documento No. 11. Comisión del Plan Nacional Hidráulico. S.R.H. 92 pp.
- Midgalski E.C. and Fisher G.S. 1976. *The fresh and salt water fishes of the World*. Vineyard Books, Inc. New York, USA. 331 pp.
- Mitchev V.P., E.V. Meisner and I.V. Mitheeva. 1977. Biotechniques of rainbow trout culture in floating cages. In: *Rearing of trout in cages*. In: *Vses. Nauchn.-Issled. Ins. Morsk. Rybn. Khoz. Okeanogr.* / Proc. All-Union Inst. Mar. Fish. Oceanogr.
- Miller R.R. 1966. Geographical Distribution of Central American Freshwater fishes. *COPEIA* (4): 773-802.
- Hills, A. 1978. Handling and processing rainbow trout, Torry Research Station. *Torry advisory note No. 74*. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Her Majesty's Stationery Office at HMSO Press. Edinburgh. Dd 349585 10M 1/78 (150091).
- Milne, P.H. 1972. *Fish and Shellfish in Coastal Waters*. Fishing News (Books) London, 208 p.p.
- Mitchell H.H. and Block R.J. 1946. *J. Exp. Chem.* 163: 599-620.
- Mitchell H. 1954. *Methods for Evaluation of Nutritional Adequacy and Status*. Chicago Quartermaster Food and Container Institute, Chicago.
- Møller, B., Mævdal, G., Holm, M. Leroy R. 1976. Variation in growth rate and age at sexual maturity in Rainbow trout. *FAC Technical Conference on Aquaculture*. Kyoto, Japan, 26 may - 2 jun 1976: *FAC:AG/Conf/76/E.61* (11 pp).
- Müller F. Varadi. 1980. The results of cage culture in Hungary. *Aquacultura Hungarika* (Szarvas) Vol. II pp. 154-167.
- Murai T. 1974. Growth and food conversion of rainbow trout reared in brackish and freshwater. *Fish. Bull.* 70 (4): 1293-1295.
- National Academy of Sciences / National Research Council. 1973. *Nutrient requirements of trout, salmon and catfish*. Nutrient Requirements of Domestic Animals Series, Washington, D.C. National Academy of Sciences. (11). 57 pp.
- Needham P.R. 1938. Notes on the introduction of *Salmo gairdneri* Everman into California from Mexico. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 67: 139-46.
- Needham P.R. and Gard. 1959. Rainbow trout in Mexico and California with notes of the cutthroat Series. *Univ. Cal. Publ. Zool.* 67 (1): 1-124.
- Nose T. 1971. Determination of Nutritive Value of Food Protein in Fish III. Nutritive Value of Casein, White Fish Meal and Soybean in rainbow trout fingerlings. *Bull. Fresh. Water Res. Lab.* 21 (1): 85-98.
- Nose T. 1974. Effects of Aminoacids Supplemented to Petroleum Yeast on Growth of Rainbow trout fingerlings. *Bull. Res. Lab.* 24 (2): 101-108.
- Orbe A.M. et al. 1980. Diseño y establecimiento de una granja de producción de trucha arco-iris en Veracruz, México. *Memorias del 2o. Simposio Latinoamericano de Acuicultura*. Vol. 1. pp. 2935-2955.
- Oser B.L. 1951. Essential Aminoacids of rainbow trout. *J. Amer. Fish. Ass.* 27: 396-402.
- Ostapeyna A.P. and Sergeev A.I. 1963. *Vopr. Ikhtiol.* 3: 177-183. (*J. Fish. Res. Bd. Can. Trans. Ser. No.* 874).

- Palohelmo J.E. and L.M. Dickie. 1966. Food and Growth in Fishes III: Reaction among food, body size and growth efficiency. J. Fish. Res. Bd. Canada 23: 1209-1248.
- Pagán F.A. 1970. Cage Culture of Tilapia. FAO Aquacult. Bull. 3 (1): 6.
- Pagán F.A. 1973. Potential for cage culture of the cichlid fish, *Tilapia aurea*. Commun. 10th. Annu. Meet. Ass. Islands Mar. Lab. Carib. p. 52 (présenté).
- Pagán F.A. 1974. Introduction de tilapia à Porto-Rico. FAO Aquacult. Bull. 6 (4): 17-18.
- Pantulu V.R. 1976a. Floating cage culture of fish in The Lower Mekong Basin. FAO Tech. Confere. Aquaculture Kyoto. Comp. FIR:AG/ Conf. 176/E.10.FAO, Rome. 15 pp.
- Pffer E. 1977. Studies on the utilization of dietary energy and protein by rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fed either by hand or by an automatic self-feeder. Aquaculture 10: 97-107.
- Phillips A.M.Jr., Tcnison A.V. And Brockway D.R. 1948. Fish Res. Bull. 11, 44.
- Phillips A.M., R.S. Nielsen, D.R. Brockway. 1954. A comparison of Hatchery diets and Natural Foods. Prog. Fish. Cult. 16: 153-157
- Phillips A.M.Jr. 1956. Prog. Fish. Cult. 18: 113-119.
- Phillips A.M.Jr. 1959. The Known and Possible role of minerals en trout nutrition and physiology. Trans. Am. Fish. Soc. 88: 133-135.
- Phillips A.M.Jr And D.R. Brockway. 1959. Dietary Calories and the production of trout in hatcheries. Prog. Fish. Cult. 21: 3-16
- Phillips A.M., G.L. Hamor, Pyle E.A. 1964. Dry Concentrates as complete trout foods. Prog. Fish. Cult. 26: 21-24.
- Phillips A.M.Jr., Podoliak H.A., Poston H.A. Livingston B.L., Borook H.E., Podoliak H. 1964. Fish. Res. Bull. 27.
- Phillips A.M.Jr. 1969. Nutrition, digestion and energy utilization. In: Hoar W.S. and Randall D.J. (editors) Fish Physiology Vol 1 pp. 391-432 Academic Press. New York.
- Phillips A.M. 1970. Trout Feeds and Feeding, Manual of Fish Culture. Bur. Sport Fish Wildl. 3 (5): 1-45.
- Phillips A.M.Jr. 1972. Calorie and Energy Requirement. In: Halver J.E. (ed.) Fish Nutrition. Academic Press. New York. 1-27 pp.
- Papoutsoylos S.E. and Papatseva, Papoutsoglou E.G. 1976. Comparative studies on body composition of rainbow trout (*Salmo gairdneri* F.) in relation to type of diet and growth rate. Aquaculture 13 (3): 225-243.
- Pillay T.V.R. 1979. The State of Aquaculture. In: Pillay T.V.R. (ed.) Advances on Aquaculture FAO Conferences on Aquaculture, Kyoto 1976. pp. 1-10, Fishing News Books Ltd. England.
- Pillay T.V.R. 1979. Research and Extension Service for Aquaculture Development. In: Pillay T.V.R. (ed.) Advances on Aquaculture. FAO Technical Conference on Aquaculture. Kyoto, 1976. pp. 84-90. Fishing News Books Ltd. England.
- Pitt R., Tsou D. and Gordin H. 1977. Cage culture of *Sparus aurata*, Aquaculture 11: 285-296.
- Portilla J.A., Vega F., Ramos M. 1976. Síntesis sobre la trucha arco-iris (*Salmo gairdneri*) en el Centro Piscícola el Zarco. FIDEFA. 38 pp.
- Ponés J.R. 1971. Cria de truchas. Ministerio de Agricultura España, Madrid. 70 p.
- Poston A.H. 1974. Effect of feeding Brown trout (*Salmo trutta*) a diet pelleted in dry and moist forms. J. Fish. Res. Bd. Can. 31 (11): 1824-1826.
- Ramírez-Granados R. y M.L. Sevilla-Hernández. 1962. Instrucción para la cría de trucha. Secretaría de Comercio. Dirección General de Pesca e Industrias Conexas. Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras. México. 59 pp.
- Randolph. Laks. P.E. y Godfriaux B. 1981. Growing trout in Waste Heated Water Appears both practical, Economical. Aquaculture magazine. July-August/81; 22-25.
- Refstie, T., 1977. Effect of density on growth and survival of rianbow trout. Aquaculture 11 : 329-334.

- Roberts R.J. and C.J. Shepherd. 1974. Handbook of Trout and Salmon Diseases. Farnham, Surrey, Fishing News Books Ltd. 168 pp.
- Rodríguez G. M. 1975. Efectos de algunos alimentos sobre el crecimiento de crías y juveniles de trucha arco-iris. Tesis. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Rodríguez U.H. 1978. Evaluación de una dieta alimenticia para trucha arco-iris *Salmo gairdneri* (Richardson). Tesis. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Rosarycheva O.D. and I.A. Barybina. 1979. A study of behavior of bester (a hybrid between beluga and sterlet sturgeons) and a mathematical model for fish feeding in cages. Proc. Japan Soc. It. Symp. Aquaculture 7 (1978): 19-24.
- Rosarycheva O.D. 1977. Mariculture of trout in cage and prospects for its development. In: Rearing of Trout in Cages, Union Res. Inst. Mar. Fish. Oceanogr. 126: 9-12 (in Russian with English Summary).
- Rumsey G.L. and Ketzia H.G. 1975. Aminoacid supplementation of casein in diets of atlantic salmon (*Salmo salar*) fry and soybean meal for rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fry. J. Fish. Res. Board Can. 32 (3): 422-6.
- Sabault J.J. 1976. Cria de trucha. Ed. CIPASA. España. 132 pp.
- Scheitton H.R. 1970. The culture of channel catfish *Ictalurus punctatus* (Rehinesque) in cages suspended in Ponds. Proc. annua Conf. Southeast Asian Game Fish Comm. 23: 226-243.
- Sedgwick B.S. 1976. Trout Farming Handbook. Hellen Street Press L.T.D. England. 180 pp.
- Shanks W.E., Gahner G.B. and Halver J.E. 1962. The indispensable aminoacids for rainbow trout. Prog. Fish. Cult. 24: 68-93.
- Shaperclaus W. 1962. Traite de Pisciculture. Vigot Frères Editors. 258 pp.
- Shebley W.H. 1931. Trout lives 19 years. Calif. Fish Game 17 (4): 441.
- Silliman R.P. 1968. U.S. Fish. Wildl. Fish. Bull. No. 66: 425.
- Singh P.R., T. Noss. 1967. Digestibility of Carbohydrates in young rainbow trout. Bull. Freshwater Fish. Res. Lab. 17 (1): 21-25.
- Slaney, P.A. y T.G. Northcote. 1974. Effects of prey abundance on density and territorial behavior of young rainbow trout (*Salmo gairdneri*) in laboratory stream channels. J. Fish. Res. Board Can. 31:1201-1209.
- Slobodkin L.B. 1941. Amer. Natur. 95: 147-153.
- Snyder J.D. 1926. The trout of the Sierra San Pedro Mártir. Lower California. Univ. Calif. Publ. Zool. 21 (17): 419-26.
- S.R.H. 1976. Presas Construidas en México. 328 pp. Presa Pucucato pag. 235.
- Steffens W. et al. 1979. Industriemässige Fischproduktion. Berlin, D.D.R., VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, 376 pp.
- Steffens W. 1970. Warmwasseraufzucht von Spiesekarpfen (*Cyprinus carpio* L.) in Metzkräftigen. Z. Fischerei NF, 18: 1-13.
- Stevenson J.P. 1980. Trout Farming Manual. Fishing News Books. England. 186 pp. 26 figs.
- Subba Rao, B. y Chandrasekaran, G. 1978. Preliminary report on hybridation experiments in trout-growth and survival of F1 hybrids. Aquaculture, 15:297-300.
- Sumanasari P. 1971. Effects of feeding, mesh size and stocking size on the growth of *Lilapia aurea* in cages. Annua. Rep. Intern. Centre Aquacult. Agricult. Exper. Sta., Auburn Uni. Alabama. pp. 71-79.
- Swingle H.S. 1969. Methods of analysis for waters, organic matter and pond bottom solids used in freshwater research. Auburn University, Alabama. 289 pp.
- Tang Y.A. 1979. Physical Problems in Fish Farm Construction. In: Pillay T.V.R. (ed.) Advances on Aquaculture. FAO Technical Conference on Aquaculture. Kyoto, Jpn. pp. 99-103. Fishing News Books, England.
- Tunison A.V., A.M. Phillips, Brockman B.R. 1948. The nutrition of trout. Cortland Hatchery Report No. 13. Fisheries Res. Bull. (6): 5-20. Albany, USA.
- Truli P. 1970. Cultivo de trucha Ed. Acribia. España. 80 pp.
- Vidal, J. 1985. La frontera Acuicola. S.A.R.H., México. 125 pp.

- Villalobos G. 1983. Sinopsis sobre la biología y cultivo de Trucha arco-iris *Salmo gairdneri* (Richardson 1836) en México. tesis. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Watarabe T. 1974. Requirements of rainbow trout for essential fatty acids. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 40 (5): 439-9.
- Weatherley A.H. 1972. Growth and Ecology of Fish Populations. Academic Press. London, England. 293 pp.
- Webber H.H. and Huqueña J.E. 1978. Fish Feeding technologies. FAO and EIFAS Symposium on Fish Nutritional Technology, Hasburg, West Germany, 20-22 June 1978, 33 pp.
- Wederkeyer, G.A. 1976. Physiological response of juvenile Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and rainbow trout (*Salmo gairdneri*) to handling and crowding. J. Fish. Res. Board. Can. 33 (2): 357-62.
- Winberg G.G. 1956. Rate of metabolism and food requirements of fishes. Fisheries Board of Canada. Trans. Series No. 194. Queen's Printer, Ottawa, Canada.
- Wolf L. 1951. Diet experiments with trout. Prog. Fish. Cult. 13 (1): 17-24.
- Wood E.M. et al. 1957. Nutrition of Salmonid fishes 2. Studies on production diets. J. Nutr. 61: 479-88.
- Yang W.Y. 1965. Methods of Farm Management Investigation. FAO Agric. Rev. Pap. 80.
- Zar J.H. 1974. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall Biological Sciences Series. USA. 620 pp.
- Zeitoun, I.H., D.E. Ullrey, y P.i. Tack. 1974. Effects of water salinity and dietary protein levels on total serum protein and hematocrit of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fingerlings. J. Fish. Res. Board Can. 31:1132-1134 pp.