

24. 191



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE CIENCIAS

"SINOPSIS SOBRE LA BIOLOGIA Y CULTIVO DE LA TRUCHA ARCO IRIS Salmo gairdneri (RICHARDSON, 1836)"

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

GUILLERMO JORGE VILLALOBOS ZAPATA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

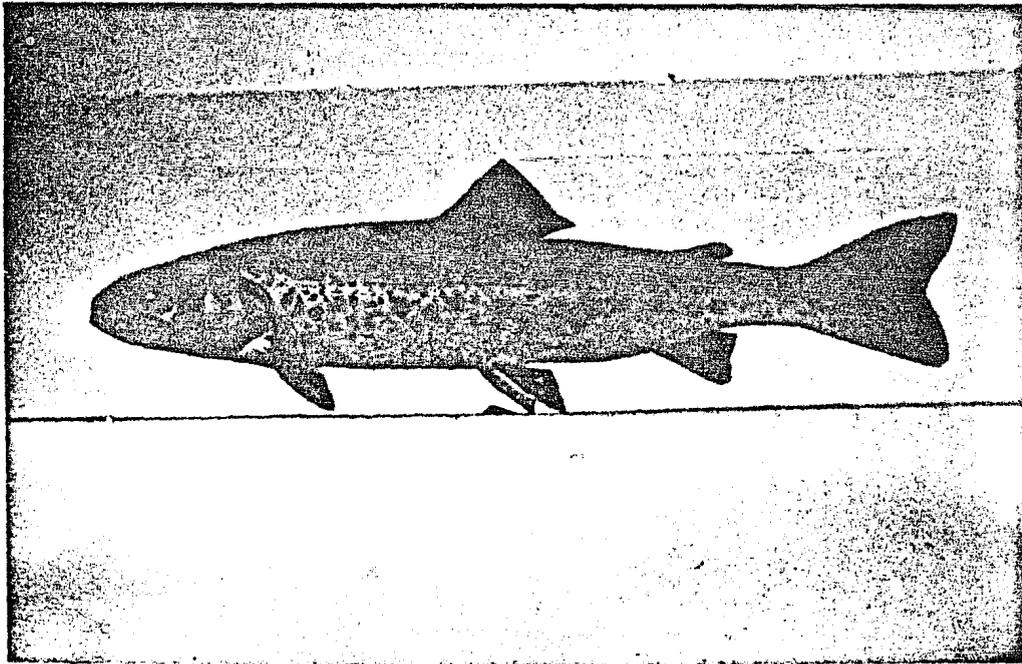
INDICE GENERAL

1.	RESUMEN	1
2.	ORIGEN	13
3.	INTRODUCCION Y ANTECEDENTES	15
4.	OBJETIVOS	20
5.	METODOS	21
6.	SINOPSIS	23
6.1	<i>Identidad</i>	23
6.2	<i>Distribución</i>	27
	6.2.1 Area total	27
	6.2.2 Area local	27
6.3	<i>Bionomía y ciclo de vida</i>	35
	6.3.1 Reproducción	35
	6.3.1.1 Sexualidad	35
	6.3.1.2 Madurez	36
	6.3.1.3 Desove	44
	6.3.1.4 Tipo y forma de fecundación	45
	6.3.1.5 Fecundidad	47
	6.3.1.6 Huevos	47

6.3.2	Nutrición y crecimiento	51
6.3.2.1	Alimentación	51
6.3.2.1.1	Forma de alimentación	52
6.3.2.2.1	Cronología alimenticia	61
6.3.2.3	Requerimientos nutricionales	62
6.3.3	Tiempo de vida promedio	90
6.3.4	Etología	92
6.3.5	Cuadro ecológico	101
6.3.5.1	Rangos de tolerancia	101
6.3.5.2	Habitat	101
6.3.5.3	Tipo de fondo	101
6.3.5.4	Tipo de vegetación	102
6.3.5.5	Depredadores y competidores	102
6.4	Cultivo	103
6.4.1	Tipos de cultivos	103
6.4.2	Elección del lugar de cultivo	106
6.4.3	Instalaciones	108
6.4.4	Materiales empleados en los cultivos	121
6.4.5	Transporte	137
6.4.6	Estrategias de cultivo	143
6.4.6.1	Cantidad de agua	143
6.4.6.2	Calidad del agua	146
6.4.6.3	Control de los principales factores físicoquímicos	156
6.4.6.4	Densidad de población	159
6.4.7	Fases de la trucha dentro del cultivo	167

6.4.7.1	Desove inducido	167
6.4.7.2	Fecundación artificial	167
6.4.7.2.1	Fecundidad	174
6.4.7.3	La elección y cultivo de reproductores	176
6.4.7.4	Incubación	181
6.4.7.5	Crías	188
6.4.7.6	Alevinaje	188
6.4.7.7	Juveniles	188
6.4.7.8	Trucha comercial	189
6.4.8	Mortalidad	194
6.4.9	Conducta en cultivo	196
6.4.10	Alimentación artificial	197
6.4.10.1	Elaboración de dieta en México	211
6.4.10.2	Factores asociados a la alimentación artificial	218
6.4.10.2.1	Conservación	218
6.4.10.2.2	Presentación	218
6.4.10.2.3	Frecuencia y porcentaje de alimentación diaria	225
6.4.10.2.4	Flotabilidad	241
6.4.10.2.5	Iniciación de la alimentación artificial	243
6.4.10.2.6	Mecanismos de alimentación	244
6.4.10.3	Tipo de alimentos y sus costos en México	246
6.4.10.4	Interacción de las dietas con otros factores	248

6.4.11 Factores que afectan la maximización del crecimiento	257
6.4.12 Enfermedades	309
6.4.13 Alternativas dentro del cultivo	335
6.4.13.1 Otros cuerpos de agua potenciales	335
6.4.13.2 Cultivos monosexados	337
6.4.13.3 Policultivo	345
6.4.13.4 Cultivo en agua salobre y marina	346
6.4.14 Producción	357
6.4.14.1 Control y aumento	357
6.4.14.2 Productividad natural de los estanques	362
6.5 Situación de la Truticultura en México	372
6.6 Cultivo de trucha arco iris en otros países	418
7. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES	442
8. LITERATURA CITADA	455



1. RESUMEN

El presente trabajo presenta un panorama global de la biología y cultivo de la trucha arco iris (Salmo gairdneri) variedad arco iris, con énfasis en su situación en México. Con tal propósito el trabajo se desglosa en varios capítulos, siendo los principales:

- A) Antecedentes históricos de la trucha en relación a su probable origen, su distribución natural y su introducción en todos los continentes; sin olvidar sus antecedentes en México en relación a su distribución y los primeros intentos de cultivo en nuestro país.
- B) La identidad, bionomía y ciclo de vida es un rubro en donde se ubica taxonómicamente a la trucha y se realiza una descripción y diagnóstico de la especie. Posterior-

mente se mencionan aspectos en relación a: su reproducción, estadios de madurez, la temporada de reproducción, el proceso de desove, el porcentaje promedio de fecundidad y su estrecha relación con la edad del organismo, las características del huevo tales como-forma, color, los cambios del organismo desde la fecundación hasta el momento de la eclosión-anexándose el tiempo promedio que tarda en eclosionar el organismo.

- C) Nutrición y crecimiento, aquí se menciona su alimentación natural, su variación al ir creciendo la trucha y también su cambio a lo largo del año. Se describe su medio ambiente y especialmente la temperatura del agua puesto que estos factores modifican el metabolismo de la trucha, lo que a su vez altera sus requerimientos nutricionales que al ser satisfechos de manera adecuada promueven su crecimiento. Se enlistan los aminoácidos, proteínas, lípidos, carbohidratos y vitaminas requeridas por la trucha. La aplicación del conocimiento de dicho metabolismo, fisiología y requerimientos nutricionales se aplica al hablar de la alimentación artificial.

Asimismo se mencionan los otros factores (genéticos, conductuales) que aparte de la nutrición van a influenciar el crecimiento. Esto no experimenta cambios drásticos en su forma

pero si presenta pequeños cambios como es el caso del macho de más de 2 años que va experimentando cambios en la forma de su hocico y en su coloración corporal. Se describe su crecimiento exponencial y dan datos sobre el tiempo de vida promedio.

La conducta es el siguiente rubro que se detalla de una manera amplia y donde se hace patente la complejidad etológica de la familia Salmonidae puesto que se describe su conducta migratoria y para cuya explicación se señalan varias hipótesis que tratan de explicar el mecanismo disparador. La conducta de cortejo, de reproducción, la de defensa y ataque y la de hábitos sociales se complican aún más por la implicación de señales visuales, feromonas y fotoperíodo.

Por lo que toca al cuadro ecológico se mencionan: rangos de tolerancia a los parámetros físicoquímicos, el tipo de aguas propicias y el tipo de suelos que las modifican, la cantidad de sólidos disueltos libre de contaminantes que deben tener el agua y sustancias que son tóxicas.

El capítulo de cultivo es el que tiene un mayor aporte bibliográfico. Se inicia con los distintos tipos de cultivos existentes de acuerdo a sus objetivos de repoblación ó de comercialización y dentro de éstas últimas se distinguen a las

granjas de iniciación cuyo objetivo es vender huevo oculado y donde solo se cuenta con reservorios para reproductores y salas de incubación. Otras son las granjas que se dedican a vender trucha comercial ó trucha ración, aquí podemos o no encontrar reproductores, pero si hallamos desde huevo, alevines, crías, juveniles y trucha comercial. Considerando el tipo de reservorio, su alimentación (natural y artificial), el nivel de producción y el flujo de agua utilizado se distinguen: cultivo extensivo, cultivo semi-intensivo y cultivo intensivo, se realiza una descripción detallada de cada uno de ellos.

Se consideran los aspectos que se deben de tener en cuenta en la elección de un lugar propicio para establecer un truticultivo y cómo optimizar la utilización de espacio de acuerdo a la topografía del terreno.

Se describen las instalaciones básicas para el buen funcionamiento del cultivo, algunas de ellas se mencionan a continuación: la toma de agua, el canal de conducción, el estanque ó depósito de decantación y distribución, un filtro, un local de incubación y alevinaje, zona de reservorios (crías, juveniles y adultos y reproductores), una zona de cuarentena, laboratorio y/o cuarto de trabajo, bodega, estacionamiento para los vehículos y casa para el biólogo ó piscicultor resisi

dente.

Se describen los diferentes diseños y materiales de construcción de las incubadoras, canaletas de alevinaje y crías, tinas circulares y canales de corriente rápida, además de señalar sus capacidades de carga, sus requerimientos de agua y sus magnitudes. Los implementos de trabajo, empleados de manera general en los cultivos, son mencionados. Algunos de estos se muestran en fotografías.

Las formas de transporte y comercialización son desglosadas con detalle y se ejemplifica el transporte de:

Huevo oculado

Crías

Juveniles

Comerciales

Reproductores

Las estrategias de cultivo es un subcapítulo en donde se manejan algunas de las estrategias que los truticultores pueden realizar en beneficio de ellos mismos.

A) El uso óptimo del agua, que determina un mejoramiento en nuestra producción. En este rubro se proporcionan

datos de los distintos flujos de acuerdo a los requerimientos de producción.

- B) El grado de control sobre alguno de los factores físicoquímicos del agua (temperatura, oxígeno disuelto, pH).
- C) El manejo adecuado de las poblaciones es una de las mejores estrategias y es donde se deben ir modificando las densidades para cada tipo de reservorio en relación directa del flujo de agua, a la superficie disponible y al tamaño de los organismos. Además se da una serie de tablas y fórmulas para calcular capacidad de carga de cada reservorio.
- D) La fecundación artificial es tratada desde sus antecedentes históricos, el proceso en sí con sus diferentes modalidades y se agregan recomendaciones para la selección de reproductores a la vez que se señala su tiempo de vida útil como tales. Posteriormente se describen los períodos de incubación a distintas temperaturas y los diferentes métodos para el conteo de huevos.

El desarrollo de alevin hasta la etapa de adulto de la trucha se desglosa en varias etapas que, como se subraya, corresponden más a un criterio de cultivo que a verdaderos pro

cesos de cambio.

Otro enunciado muy importante es el referente a la Alimentación Artificial, aquí se realiza un análisis de ella desde los primeros intentos de dietas, que trataban de reproducir los alimentos naturales cuyos ejemplos son los alimentos frescos y cuya base era el hígado de res al cual se le atribuía el poseer una serie de factores que tenían que ver con el crecimiento, la anemia y la susceptibilidad a las enfermedades. Se citan trabajos posteriores que contribuyeron a la elaboración de dietas secas granuladas y que demostraron que dichos factores casi "mágicos" del hígado de res eran vitaminas.

Un número considerable de dietas se proporcionan, en las cuales se aprecian las materias primas utilizadas y sus proporciones. Dentro de éstas, se pone énfasis y se detalla la dieta elaborada en México, de tal manera que son obvias las diferencias de calidad y presentación en relación con las otras dietas. Asimismo se destacan una serie de factores que tienen que ver con la dieta, tales como: el tiempo de conservación que es el tiempo en que las dietas conservan sus características nutricionales mientras que pasado ese tiempo el alimento se va degradando nutricionalmente.

La Presentación. Se refiere a los distintos tamaños de granu-
lados, la textura, la flotabilidad y el color, todos ellos de
suma importancia para el óptimo aprovechamiento del alimento.
Con el fin de ejemplificar lo anterior se agregan tablas que
permiten conocer los distintos tamaños de granulados que se
recomiendan en relación directa con el tamaño de los organis-
mos.

La Frecuencia y Porcentaje de Alimentación Diaria. Para la
cual se dispone de tablas que muestran índices y porcentajes
de alimento a proporcionar de acuerdo al tamaño, peso y núme-
ro de organismos así como considerando la estación del año..
Se mencionan criterios para adecuar el inicio de la alimenta-
ción para crías, y para complementar dicha alimentación se
aconseja no eliminar la alimentación natural.

Al considerar la distribución de los alimentos se mencionan
los alimentadores automáticos y la distribución manual. Sub-
rayando por otro lado la Frecuencia de Alimentación que reper-
cute sensiblemente en el mejor aprovechamiento del alimento
que se proporciona debido esto a la estrecha relación que hay
entre el tamaño de la ración, la frecuencia con que se propor-
ciona y el consumo neto de la misma.

De tal forma se llega al establecimiento de la ración de man-

tenimiento, ración óptima y ración máxima; términos todos ellos que junto con una serie de fórmulas se mencionan con de talle por considerarse útiles dentro del manejo y control de nuestras poblaciones en cultivo. Entre ellas se mencionan a: la Eficiencia Bruta, Eficiencia Neta, Tasa Instantánea de Cre cimiento, Factor de Condición Múltiple, Factor de Conversión de Alimento, Factor de Pérdida de Alimento, Factor de Conver sión de Alimento Económico y Porcentaje de Alimento Suminis-
trador. Se muestran datos en donde se aplican algunos concep-
tos de los antes mencionados para ejemplificar su utilidad.

La conducta de la trucha se vuelve a mencionar dentro del cul tivo puesto que aquí la trucha muestra algunas diferencias de actitudes en relación a lo que se observa en condiciones sil-
vestres. Se describe su conducta posterior a la eclosión, su conducta de ataque y defensa sobre todo en reservorios con al ta densidad de organismos, su tendencia al canibalismo en po-
blaciones heterogéneas en tamaño. Es mencionada la conducta de cortejo y reproducción además de resaltar su tendencia a nadar contra corriente y a dar saltos acrobáticos. Un espa-
cio aparte le corresponde a las enfermedades a que es suscep-
tible la trucha, se clasifican en primer lugar por su origen y por su forma de transmitirse, distinguiéndose causas exter-
nas e internas que promueven dichas enfermedades, finalmente se proporcionan a los agentes causales de las mismas y se pro

porcionan datos sobre la sintomatología, diagnóstico y tratamiento para ellas. Se hace mención que las enfermedades se presentan más bajo condiciones de cultivo que en condiciones silvestres.

En el enunciado de cultivo también se engloba a una serie de variantes y/o alternativas que se han desarrollado en busca de una más amplia utilización del recurso. Algunas de ellas son:

- 1) El cultivo en presas y canales de riego con fines de autoconsumo;
- 2) El cultivo en represas ó embalses construídos por castores
- 3) Cultivo monosexuados
- 4) Cultivo de híbridos intra-específicos e interraciales
- 5) Policultivo
- 6) Cultivo en aguas salobres y marinas

Para cada una de ellas se mencionan sus ventajas, y para la

última se hace un desglose en cuanto a su ubicación, las instalaciones necesarias, el material de construcción de las mismas, la capacidad de carga que se recomienda para los reservorios, la aclimatación a la que debe ser sometida la trucha antes de cultivarse en dichas aguas y el tipo de alimento necesario dadas las condiciones del medio ambiente.

Finalmente en este capítulo se hace mención de la Producción que se subdivide en cuantitativa, cualitativa y económica. También se mencionan patrones a seguir para su incremento.

Para el caso de los Cultivos Extensivos se enuncia el concepto de Productividad Natural y se dan algunos métodos para su evaluación, señalando factores que pueden afectar el valor nutritivo ó capacidad biogénica de los cuerpos de agua dándose la clasificación de los mismos de acuerdo a su riqueza nutritiva y se proporcionan los indicadores del valor nutritivo.

Un capítulo aparte se le da a la truticultura en México, cuyos antecedentes históricos se mencionan en la introducción, donde se puede apreciar lo relativamente nuevo de dicha actividad. Aquí se pone de manifiesto la mayor participación del Estado en relación a el sector social y al privado, situación que cambia para otros países. Se señala también la

intensión del mismo por motivar a los diferentes sectores productivos (social, rural y privado) a invertir y colaborar en la producción de alimento de un gran valor nutritivo que esté a un precio accesible a la población y que en determinado momento sea un producto de exportación que genere la captación de divisas.

Se dan a conocer las metas de producción nacional y se describen las distintas granjas estatales, privadas y comunales que están ya en funcionamiento, para tal objeto se hace referencia a la infraestructura y producción anual de cada una de ellas.

Aspectos de pesca deportiva son dados a conocer junto con los de comercialización y problemática del mercado. Estos dos últimos conceptos revelan una inestabilidad que es analizada.

El cultivo en otros países se comenta someramente en cuanto a su situación, sus perspectivas y problemática. Esto con el fin de tener un punto de referencia al considerar el grado de desarrollo de la truticultura en México.

Como punto final a este trabajo se realiza una serie de consideraciones y conclusiones en relación a lo expuesto, en donde el autor expresa sus puntos de vista en cuanto a los tópicos tratados.

2. ORIGEN

La inquietud por desarrollar el presente tema de tesis surge al haber colaborado en el diseño, desarrollo y explotación de una granja trutícola, y encontrar que, no obstante ser la trucha arcoiris una de las especies dulceacuícolas a la que se le ha dado mayor auge en estos últimos cinco años principalmente, y por lo tanto, haberse publicado trabajos específicos y generales de la trucha arco iris y de su explotación o cultivo, siguen existiendo carencias de diferentes grados de importancia en información científica y en experiencia técnica que impiden la producción sostenida de la especie por vía de cultivo. Estas carencias en muchos casos se deben a la difusión inadecuada de los resultados de experiencias aisladas en relación al cultivo de la trucha, falta de capacitación y actualización en las nuevas tecnologías por parte de los truticultores en relación a lo que sucede en

otros países, y falta de un constante intercambio de experiencias entre las granjas privadas y las estatales.

Lo anterior es el principal motivo de la no participación total y plenamente convencida de los productores reales y potenciales en la acuicultura nacional, ya que se considera que, la investigación aplicada y el desarrollo experimental tendientes a obtener la tecnología específica, para el cultivo de ciertas especies, aplicable a las condiciones ecológicas, sociales y económicas del país han sido parcialmente desarrolladas.

3. INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

La trucha arco iris *Salmo gairdneri* (Richardson, 1836) es una especie originaria de América del Norte y posteriormente fué introducida a Europa por Alemania a mediados del siglo pasado. Vive de manera natural en los cursos de agua de la cadena costera desde el sur de Alaska hasta el sur de Oregon y California. Se distinguen variedades continentales que no emigran al mar, y variedades que sí lo hacen. Generalmente se llaman: trucha arco-iris (*rainbow trout*) las que no migran al mar, y trucha cabeza de acero (*steelhead trout*) las que si migran al mar. Existen, una asombrosa variedad de formas, más grande aún que para la trucha común en Europa. Las principales variedades eran primitivamente más o menos distintas, por ejemplo por el número de escamas de su línea lateral y el color, pero han sufrido tal cantidad de hibridaciones en el curso de su cultivo artificial que es práctica-

mente imposible identificarlas (Huet, M. 1978).

En México, Obregón, (1961) indica que en 1839 el Vivero Nacional de Chimalapán Edo. de México ya contaba con trucha arco iris, posteriormente a partir de 1930 las repoblaciones de trucha comienzan a efectuarse en distintos embalses del país (Arredondo, 1976). Se han llegado a detectar 2 géneros y 4 especies de los Salmonidae pero a la fecha el cultivo de trucha se enfoca principalmente al cultivo y distribución, de *S. gairdneri* variedad arco iris, la cual se limita en forma natural, a las áreas montañosas de México, donde hay aguas corrientes claras y frías.

El desarrollo del cultivo de truchas en México tiene limitantes por las exigencias de la especie, aproximadamente entre el 5% y el 10% de nuestras aguas interiores pueden ser apropiadas para el desarrollo de las truchas, pudiéndose considerar que se hace más truticultura de repoblación y en muy baja escala, truticultura comercial (Rosas Moreno, M. 1976). La truticultura como tal, se inicia con la construcción de la estación piscícola rudimentaria en Almoloya del Río, Edo. de Méx. en 1936. Posteriormente en 1943 se inaugura la estación piscícola del Zarco, D.F. (Anónimo, 1976), siguiéndole otros centros: el de Guachochic, Chihuahua; Pucato, Michoacán; San Cristóbal Las Casas, Chiapas; Tiacaque, Edo. de Méx. y últimamente la granja de Matzinga en Veracruz. De todos los cen-

tros antes mencionados, se debe aclarar su carácter estatal. La participación de carácter privado es escasa distinguiéndose dos centros de cultivo intensivo como son el de Malinalco Edo. de Méx. cuyo funcionamiento se inicia en 1978; siendo el otro centro el del Rancho El Pedregal, Edo. de Méx. cuyo proyecto se inicia en 1980. Se mencionan otros intentos de carácter comercial pero a nivel de comunidades con una producción pequeña sobresaliendo San Pedro Atlapulco Edo. de Méx. (Medina, et.al.1976); el del criadero la Trucha Arco-iris en Río Frío Edo. de Méx. (Orbe, 1980); La Cañada Edo. de Méx. Hay otros proyectos en el estado de Puebla por parte de la Secretaría de Pesca pero que aún no se han confirmado.

Aún con todo lo anterior la trucha arco-iris, que es una de las carnes más finas dentro de los peces dulceacuícolas, no es bien conocida en nuestro mercado nacional por lo que los compradores potenciales creen que la trucha que se importa principalmente de Estados Unidos, Dinamarca y Canada es completamente diferente a la que aquí se cultiva, provocando que el producto importado obstaculice de cierta manera que se pague el verdadero valor al producto nacional. Este desconocimiento hace que muchas veces en los diferentes restaurantes vendan ejemplares de mar u otros de mucha menor calidad, como si fueran truchas.

La Acuicultura, que se entiende como la expresión económica y social de una tecnología multidisciplinaria para producir alimentos, haciendo uso óptimo de los recursos agua-tierra-organismo, (Anónimo 1977), y cuyo futuro en México no depende tanto de los técnicos oficiales, sino en la eficiencia de los métodos que utilicemos para transmitir estos conocimientos a nuestra población rural y a los productores privados, ha generado para el cultivo de trucha gran aporte de información teórica y práctica; pero los resultados en cultivos intensivos del gobierno y de los productores, han sido distintos en cuanto a la alta calidad de producción y rentabilidad de la trucha arco iris, en el caso de que el régimen biológico sea de control total. Lo anterior y la experiencia llevada a cabo a nivel personal, llevan a considerar que dichos resultados no dependen solamente de las condiciones fisiográficas, instalaciones, cantidad y calidad del agua, sino otra serie de factores que se mencionan y discuten al desarrollar el presente trabajo, en el cual se da una visión global de *S. gairdneri*, variedad arco-iris en México, enfocado a su cultivo intensivo y su problemática, para lo cual se dispone de:

- A) Datos obtenidos de la granja privada "El Pedregal"
- B) La principal y más actualizada bibliografía sobre el tema

C) Datos obtenidos de otros productores.

4. OBJETIVOS

1. Actualizar la información existente sobre la biología y cultivo de *Salmo gairdneri* trucha arco-iris
2. Señalar aspectos básicos en la formulación de su cultivo y explotación
3. Presentar resultados preliminares acerca del manejo poblacional en el cultivo de la trucha arco-iris.
4. Definir las áreas en donde existe abundante, escasa, o nula información con el fin de dar pautas para futuros estudios afines.

5. METODOS

Se revisaron los bancos de datos con el fin de recabar la mayor información acerca de la trucha arco iris, recurriendo a centros tales como CECOBÍ-CICH-Centro de Informática de la Secretaría de Pesca, etc.

Se solicitó información adicional a los investigadores y técnicos que trabajan con la especie.

Son aportados los resultados de experiencias obtenidas, por el autor del presente trabajo, dentro de la producción comerucial de la trucha arco iris en una empresa privada.

Al desarrollar los diferentes puntos de la Sinópsis se realizó un análisis de la información disponible en cada punto y se discutió acerca de las mejores opciones.

Para la presentación de este documento se ha seguido principalmente El Guión para la Elaboración de Sinópsis de F.A.O. introduciendo rubros específicos para la truticultura.

6. SINOPSIS

6.1 Identidad

Nomenclatura

Nombre válido. *Salmo gairdneri* (Richardson, 1836)

Sinonimia. *Salmo irideus*

Taxonomía

Afinidades: Se usa la clasificación de Richardson, 1836 sobre la variedad "cabeza de acero" (steelhead), por la gran variabilidad de esta especie; Needham y Gard, (1960) no ven la necesidad de dividir en subespecies y mencionan solamente tres variedades: la arco iris, la cabeza de acero y la kamloops, (Rosas, Moreno, 1976).

Debido a las condiciones de cultivo tanto en Europa, América, Asia, etc., se han producido varios híbridos difíciles de

distinguir, (Leitritz y Lewis, 1976).

Phylum: Chordata

Subphylum: Craniata

Superclase: Gnathostomata

Serie: Pisces

Clase: Osteichthyes

Subclase: Actinopterygii

División: Euteleostei

Superorden: Protacanthopterygii

Orden: Salmoniformes

Suborden: Salmonidei

Superfamilia: Salmonoidae

Familia: Salmonidae

Subfamilia: Salmoninae

Género: Salmo

Subgénero: Salmo

Especie: *Salmo gairdneri* (Richardson, 1836)

Nombre común: Trucha arco-iris

Variedad: ARCO-ÍRIS, CABEZA DE ACERO Y KAMLOOPS, (Nelson, 1976).

Morfología

Descripción. Organismos de cuerpo alargado rollizo, presenta dos aletas dorsales, la anterior tiene de 4 a 10 radios,

la posterior es pequeña y adiposa; la aleta anal presenta de 3 a 10 radios; la pectoral de 1 a 10 y la pélvica de 1 a 8 radios, (Borell, A.E.).

Diagnosis de la especie (Richardson, 1836)

Cuerpo alargado, ligeramente comprimido; la trucha arco-iris de una longitud promedio de 40 a 60 cms y la kampoops de 60 a 80 cm, la altura del cuerpo varía según la región y la talla; la longitud de la cabeza es el 20% de la longitud total, sobre todo en los machos, dependiendo del grado de madurez sexual: ojos de tamaño moderado, su peine es más largo que el diámetro del ojo; en los machos reproductores este es alargado, y mandíbula inferior dirigida hacia arriba; extremo terminal ligeramente oblicuo, algunas veces grande; premaxilar no protractil, maxilar largo, pasando ordinariamente el ojo, dientes bien desarrollados sobre las dos mandíbulas, (premaxilar, maxilar y dentatorio), y la lámina del vómer sobre los palatinos y sobre la lengua, ausente en el hioides; branquiespinas de longitud moderada, 16 a 22 ordinariamente, 6 a 9 en la rama superior, 11 a 13, el número varía de un lado a otro. La aleta dorsal a mitad del cuerpo, mediana en tamaño; caudal grande y no corta, moderadamente furcada, más bien derecha en los individuos grandes, la aleta anal es mediana tanto en longitud como en altura, las abdominales son pequeñas, procesos axilares presentes, pectoral no larga más

bien puntiaguda, escamas cicloides pequeñas pero en número variable según las poblaciones, líneas lateral completa, ligaramente encorvada, de 100 a 150 escamas perforadas en la línea lateral. Su estómago es musculoso y voluminoso, en el tubo digestivo descargan de 27 a 80 ciegos pilóricos y esta diferenciado en esófago, estómago e intestino. Con 60 a 66 vértebras sin tubérculos musculares, pero con modificaciones minerales en la cabeza y en la boca, sobre todo en los machos reproductores, variación en el color según el medio, talla, sexo, madurez sexual y alimentación (Rosas, 1976). Presenta una coloración verde azulado oscuro en el dorso con tinte más claro en los flancos, que tiene reflejos rosas, azules, violetas y cobrizos. Una franja lateral iridiscente que refleja la luz; la piel presenta pequeños pero numerosos puntos negros (García, 1979). En cuanto a las variedades, se denomina por lo general cabeza de acero (*steelhead*) a los organismos que migran al mar y arco-iris (*rainbow trout*) a los que no migran al mar, residentes de aguas dulces (Huet, 1978).

La coloración mencionada en párrafos anteriores es para la fase residente de lagos y arroyos que son los únicos que encontramos en México; pero en Estados Unidos, por ejemplo, donde si encontramos las variedades migratorias, reportan que en mar las hay de color azul acero, plateadas y hasta blancas. (Lagler et.al., 1977). El color varía con las estaciones, el día y la noche, con cambios momentáneos en el habitat; presen

tando sombras o brillantez parcialmente matizadas en el vera
no. Los mismos individuos en los polos o aguas cubiertas
por hielos en el invierno suelen ser eventualmente oscuros.

6.2 *Distribución*

6.2.1 Area total

El origen de la trucha arco iris (incluyendo sus tres varie-
dades) fué en las aguas frías de los cursos naturales del
oeste de Norteamérica, desde el noroeste de México hasta el
Río Kuskokim, en el sur de Alaska, aunque de una manera más
específica Mc Crimmon (1971); Scott W.B. y E.J. Crossman
(1973) mencionan que probablemente, las cuencas de los ríos
The Peace y Athabasca al este de las Montañas Rocosas fueron
los originales de la trucha.

Actualmente la trucha es una especie cosmopólita que ha sido
introducida en Centro y Sudamérica; Europa, Asia, Africa, Japn
pón, Australia, Nueva Zelandia, Tasmania y Hawai.

6.2.2 Area local

En México distinguimos 2 clasificaciones: distribución natu
ral de la trucha y área de dispersión de la trucha (Ramírez
G. y Sevilla, 1962; Anónimo, 1981) (fig 1, tabla 1). Siendo en en

 Distribución natural
de la trucha

 Area de dispersión de
la trucha Arco-iris.

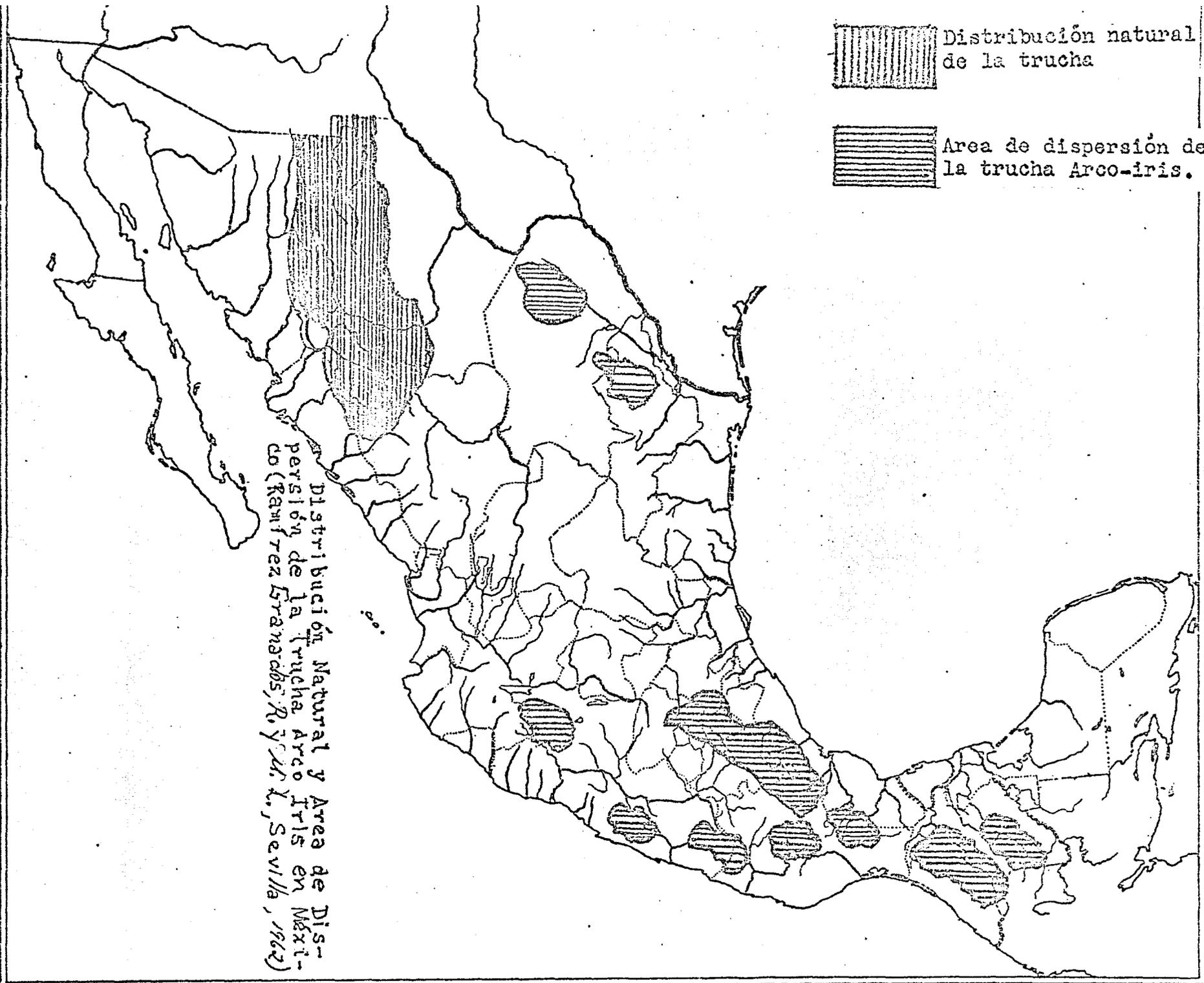


TABLA 1

DISTRIBUCION NATURAL Y AREA DE DISPERSION DE LA
TRUCHA ARCO IRIS EN MEXICO, (RAMIREZ-GRANADOS, R.
Y M.L. SEVILLA 1962).

	Aire T°C	Agua
<u>Cañón Negro:</u> Cabeza del río Yaquí; 2010 msnm	23.88	14.4
<u>Arroyo Seco:</u> Cabeza del río Casas Grandes 2010 msnm	22.77	13.88
<u>Tributario del río Verde:</u> Aguas arriba del poblado	22.77	24.4
<u>Tributario del río Verde:</u> En el área conocida como "Agua Caliente" 2550 msnm	22.77	20.00
<u>Arroyo Tecolote:</u> Tributario del Río Verde	22.77	17.77
<u>Arroyo Los Padres:</u> Parte superior de la cabeza del río Verde 2400 msnm	22.77	14.4
<u>Arroyo Pedernales:</u> Tributario del Río Verde	22.77	19.44
<u>Río Hondo:</u> Cerca de Las Adjuntas, Tributario del río del Presidio 2100 msnm	11.4	13.88
<u>Río Hondo:</u> Cerca de las Adjuntas, Tributario del río Presidio	22.2	15
<u>Río Hondo:</u> Cerca de las Adjuntas, Tributario del río Presidio	22.2	16.44
<u>Río Truchas:</u> Tributario del río San Lorenzo arriba de "Lagunitas", cerca de San Miguel	19.7	17.2
<u>Lagunitas:</u> Cerca de San Miguel	17.7	19.44
<u>Río Verde:</u> Cerca del arroyo de la rana	17.7	22.2
<u>Arroyo de la Rana:</u> Tributario de Río Verde	17.7	22.2

TABLA 2

SITIOS EN MEXICO DONDE SE SIEMBRA Y SE DESARROLLA LA TRUCHA

E s t a d o	Año	Número de Crías Sembradas	Cuerpo de agua	Municipio
Coahuila			Río nadadores	La Madrid
Chiapas	1974	382 000	Bordo ensueño	Trinitaria
	1975	280 000	Laguna encantada	Trinitaria
			Laguna esmeralda	Trinitaria
			Laguna Montebello	Chiapas
			Laguna tziscaco	Chiapas
			Laguna Bosque azul	Chiapas
Chihuahua	1973	5 000	Laguna Juanota	Balleza
	1974	83 490	Laguna Arareco	Bocoyula
	1975	400 000	Laguna de Guachochic	Guachichic
	1976	950 000	Laguna de aboriachic	Guachochic
			Laguna Contepec	Contepec
			Presa Peñitas	Ciudad Madero
Durango			Las Adjuntas	Pueblo Nuevo
			Lagunas de las Truchas	San Dimas
			Arroyo Sn. Miguel	Sn. Miguel de las Cruces
			Arroyo de San Juan del Mezquital	Sn. Miguel de las Cruces
			Tío Tepehuanes	Tepehuanes
D.F.	1973	600	Desierto de los Leones	Delegación Guajimalpa

TABLA 2. (CONTINUACION)

E s t a d o	Año	Número de Crías Sembradas	Cuerpo de agua	Municipio
D.F.	1975	8 000	Río Magdalena Contre- ras	Delegación Magdalena Contreras
			Presa Peteretes	Delegación Magdalena Contreras
Guanajuato	1977	620 000	Presa San Miguel	San Miguel Allende
Hidalgo	1976	60 000	Presa Sta. Ana Tzacuala	Acaxochitlán
	1977	70 000	Presa Humiltem-c	Acaxochitlán
México	1973	291 200	Bordo San Joaquín	Ixtlahuaca
	1974	185 000	Bordo San Cristóbal	Ixtlahuaca
	1975	170 000	Bordo Guadalupe	Ixtlahuaca
	1976	143 000	Bordo los Arbolitos	Ixtlahuaca
	1977	40 000	Bordo Nombre de Dios	Jiquipilco
			Bordo San Luis	Almoloya de Juárez
			Bordo los Tules	Almoloya de Juárez
		Presa Brockman	El Oro	
		Presa Verde	San Juan Jiquipilco	
		Presa Sto. Tomás	Valle de Bravo	

TABLA 2. (CONTINUACION)

E s t a d o	Año	Número de Crías Sembradas	Cuerpo de agua	Municipio
México			Laguna Prieta	Huitzilic
			Laguna Tonatihua	Huitzilic
			Laguna la Lagunilla	Santiago Tianguistenco
			Vaso regulador Tiloztuc	Valle de Bravo
			Presa Valle de Bravo	Valle de Bravo
			Los Colorines	Valle de Bravo
			Ixtlapantongo	Valle de Bravo
			Concepción Euyege	Ixtcamsaca
			El Cachi	Ixtcamsaca
			Portezuelos	Ixtcamsaca
			Los Arboles	Ixtcamsaca
			La Soledad	Ixtcamsaca
			El Turil	Jocotitlán
			Ojo de Agua	Jocotitlán
			La Redonda	Jocotitlán
			La Yerbabuena	Jocotitlán
			Pollo Buenavista	S.F. del Progreso
			Peña de Cristal	Real del Oro
		San Pedro el Alto	Temascalcingo	
		La Merced	Jiquipilco	
		La Catarina	Jiquipilco	

TABLA 2. (CONTINUACION)

E s t a d o	Año	Número de Crías Sembradas	Cuerpo de Agua	Municipio
México			Rancino Alegre	Jiquipilco
			El Vitoque	Almoloya de Juárez
			Estanque Rústico	Ixtapan de la Sal
Michoacán	1973	7 100	Lago Zirahuen	Villa Escalante
	1974	250 000	Lago Cuitzitan	Cuitzitan
	1975	550 500	Presa Mata de Pinos	Ciudad Hidalgo
	1976	250 000	Presa Pucuate	Cd. Hidalgo
			Presa Sabaneta	Cd. Hidalgo
Morelos			Ixtlilco el Chico	Tepalcingo
Nayarit	1973	104	Laguna Sra. Ma. del Oro	Santa Ma. del Oro
Nuevo León			Cumbres de Monterrey	Santiago de Allende
			Cola de Caballo	Villa Santiago
Oaxaca	1975	5 000	Estanque Rústico	Cd. de Méndez
			Presa Benito Juárez	J. de Márquez
			Arroyo Betozum	Cd. de Méndez
Puebla	1973	13 000	Río San Martinito	Puebla
	1974	37 000		
	1976	30 000		

TABLA 2. (CONTINUACION)

E s t a d o	Año	Número de Crías Sembradas	Cuerpo de agua	Municipio
San Luis Potosí	1974	5 000	Presa San Diego	Villa de Reyes
Veracruz	1976	150 000	Río Altotonga	Altotonga
			Río de Coatepec	Coatepec
			Río Xico	Coatepec
			La Laguneta	Nogales
			Rincón de las Doncellas	Orizaba

FUENTE: Departamento de Pesca
Oficina de Pesca Deportiva
Julio de 1978

contrada en la zona templada fría (1800 - 2000 m.s.n.m.) y la zona fría (por arriba de los 2000 m.s.n.m.) que comprenden las zonas montañosas, valles y depresiones más altas. Los estados en que se distribuye de manera natural son: Durango, Chihuahua y Sinaloa; en los ríos Santo Domingo, Casas Grandes, Gavilán, Cañón Negro, Verde, Sinaloa, Culiacán, Truchas, Tabacatiado y Hondo (Ramírez y Sevilla 1962; Rosas, Moreno, 1976).

Pero esta distribución ha sido ampliada considerablemente mediante la acuicultura extensiva en Chiapas, Chihuahua, Durango, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Puebla, Querétaro, Veracruz, Tamaulipas, Tlaxcala, Guerrero, Distrito Federal, Guanajuato, Nayarit, San Luis Potosí y Coahuila (Ramírez, 1962; Elorza 1970; Arredondo 1973). (Tabla 2).

6.3 *Bionomía y ciclo de vida*

6.3.1 Reproducción

6.3.1.1 Sexualidad

Es una especie heterosexual, presentando dimorfismo sexual, acentuándose en la época de celo y distinguiéndose de un año de edad en adelante. El macho presenta vientre amarillento, alargado y pequeño, mandíbulas alargadas y, en el caso de los adultos más viejos, forman un pico; la papila urogenital

con un poro de forma redonda y en época de desove lo presenta rojizo y turgente; alcanza un mayor tamaño que el macho a una misma edad (Nykolsky 1963; Elorza 1970; Rosas 1976; Huet 1978; García 1979).

6.3.1.2 Madurez

En estado natural, su ciclo es anual y la primera madurez la adquiere el macho al año y medio o dos años de edad con una longitud furcal que va de los 15 cm a los 35 cm y con un peso de 350 gr a 800 gr (Rosas 1976; Huet 1978; Ponds 1979).

La hembra madura a los 2 años con una longitud promedio de 35 cm y un peso promedio de 800 - 1000 gr.

En cuanto a los diferentes estadios o fases de las gónadas hasta alcanzar su madurez, Nikolsky (1963), habla de una escala general para ciertos grupos, y la divide en 6 fases, (Tabla 3).

La trucha arco-iris para alcanzar su madurez presenta cambios progresivos en su hematología y contenido corporal de agua, a lo largo del otoño e invierno. Durante este período la cantidad de glóbulos rojos disminuye al igual que la concentración de hemoglobina, la concentración osmótica del plasma, se incrementan el contenido del agua principalmente en el hígado y en los músculos, el volumen promedio celular

TABLA 3

ESCALA QUE REPRESENTA EL CURSO DE MADURACION DE LAS GONADAS PARA PECES EN TERMINOS GENERALES (NIKOLSKY, G., 1963)

- Estado I. Individuos jóvenes los cuales nunca han desovado.
- Estado II. Quiescentes. Cualquiera de los gametos no se ha empezado a desarrollar o bien ya están expulsados; el proceso de turgencia en la cavidad de la gónada es completo; gónada de muy pequeño tamaño; los gametos no son visibles a simple vista.
- Estado III. Maduración. Gametos visibles; las gónadas incrementan rápidamente en peso; los testículos cambian de transparentes a un color rosa pálido.
- Estado IV. Madurez. Gametos maduros; las gónadas han alcanzado su peso máximo, pero los gametos todavía no salen, al aplicarse presión, por el poro genital.
- Estado V. Reproducción. Los gametos salen con la simple presión por el poro genital; el peso de las gónadas rápidamente decrece, desde el proceso inicial hasta el final del desove.
- Estado VI. Agotado. Los gametos expulsados, y la cavidad de las gónadas comprimidas, las gónadas tienen la apariencia de un saco vacío, usualmente con unos pocos óvulos que permanecen en las hembras ó espermatozoides en los ma-

TABLA 3. (CONTINUACION)

chos. Es en esta época cuando el peso corporal de la trucha adulta varía en el caso de la hembra ésta pierde un 25% y el macho un 10% (García-Marín 1979). Pierden el tejido adiposo que habían acumulado hasta antes de la época de celo, ya que unos dos meses antes del desove bajan su ración de alimentación.

NOTA:

Esto se denomina índice-gonado-somático (respuesta metabólica) estando vinculado con la evolución de la talla y madurez de las gónadas (Frotz y Brown, 1971).

Martínez (1980) menciona más detalladamente para la trucha arcoiris que los procesos cíclicos con regulación hormonal (proliferación de oogonias, ovogénesis y foliculogénesis) comienzan, en el invierno después de que la hembra ha desovado. También nos proporciona este mismo autor la siguiente tabla (Tabla 4).

TABLA 4

ETAPAS DE UNA CELULA GERMINAL EN EL OVARIO (MARTI
NEZ, ARROYO, M.A. 1980)

-
- a) Oogónias, células inmaduras en proliferación
 - b) Reserva de ovocitos primarios y foliculogénesis
 - c) Ovocitos previtelogénéticos en diferentes procesos de maduración
 - d) Ovocitos vitelogenéticos maduros

De manera artificial o sea en condiciones de cultivo se ha visto que es posible inducir la primera madurez en el macho entre los diez y once meses y la hembra entre los catorce y quince meses de edad si se les somete a una dieta basada en el alga spirulina (David 1981, com. pers.),

y la hemoglobina corpuscular en promedio, (Lane, H. 1980). Los incrementos en volumen y en promedio sugieren un hinchamiento de los glóbulos rojos, pudiendo reflejar un mecanismo inherente de defensa contra el congelamiento, por lo que las células se vuelven hiperosmóticas. Esta tendencia a las condiciones hiperosmóticas son vistas en animales poiquilotermos como un fenómeno para la preservación de sus tejidos (Meryman, 1956; Mazur, 1963). La explicación del hinchamiento puede encontrarse en los glóbulos rojos. Estos presentan un aparente incremento en su volumen cuando la concentración osmótica del plasma disminuye, probablemente debido en parte al incremento en la hemoglobina intracelular.

Respecto a los valores de estos cambios, los machos presentaron siempre valores más altos que las hembras (Lane, H. 1980).

La tendencia hacia condiciones anémicas, al momento del desove sugiere una reducción en la actividad eritropoiética. Sin duda esto se refleja en cambios en el metabolismo, en los niveles hormonales que aumentan la actividad sexual (influenciados por el foto-período y las bajas temperaturas).

Cuando sube la temperatura y declina la solubilidad del oxígeno disuelto hay un incremento en el consumo del oxígeno y en el metabolismo (Suhrman, 1955; Florke et. al, 1954; Evans et. al. 1962; Beemish, F. 1964). El efecto depresivo sobre el

metabolismo de las bajas temperaturas, durante la época de desove, es parcialmente compensado por la estimulación alternada de las vías enzimáticas y el aumento en la actividad de ciertas hormonas (enzimas de la glicólisis, de la pentosa, por la tiroxina y la triiodotreonina). (Freed, 1965; Houston 1973; Osborn, 1978).

Con el cambio en el fotoperíodo se asocian un aumento en los niveles de gonadotropina y esteroides (Breton y Billard, 1977; Billard, 1976; Whitehead et.al. 1978). Los esteroides influyen los niveles iónicos, la eritropoiesis se reduce, los glóbulos rojos disminuyen de la sangre periférica en respuesta a las bajas temperaturas y por consecuencia a sus bajas necesidades metabólicas, (Lane, H. 1980)..

Nevdal et.al. (1979), establece una correlación entre la tasa de crecimiento y la edad al momento de ocurrir la madurez sexual para la trucha arco-iris.

Hay una variedad considerable en la relación tasa de crecimiento - madurez sexual (hay organismos que maduran antes de los 2 años de edad, durante sus 2 años de edad y hasta organismos que maduran a los 3 años de edad).

Estos autores encuentran una correlación significativa para dicha relación. Las longitudes promedio para peces que ma-

durante al tercer año son significativamente más grandes que para los peces inmaduros de esa edad, y esta diferencia se registra hasta con un año previo al desove, por lo que se confirma la influencia de factores genéticos tanto en lo concerniente a una tasa de crecimiento grande como a la precocidad de la madurez. (Tabla 5).

Los organismos que maduran a los dos años muestran casi la misma tasa de crecimiento que los inmaduros hasta antes de la estación o temporada de desove. Durante esta temporada los maduros disminuyen su tasa de crecimiento y muestran cierto incremento en su tasa de mortalidad, pero pasando la temporada, su tasa de crecimiento se eleva nuevamente (Tabla 6).

Otra característica en relación a los peces maduros es la de que organismos que maduran a una misma edad pero con diferencia de meses, muestran diferencias en su tasa de crecimiento posterior al desove; los organismos precoces crecen más lentamente que los que desovan tardíamente, y esto proporciona valores variables en su habilidad de crecimiento lo que permite manejar estas características como estrategias de cultivo con el fin de hacer una reproducción selectiva para obtener organismos con una alta tasa de crecimiento destinados a consumo y por otra parte organismos precoces en su madura-ción con fines de pie de cría, (Nevdal et. al. 1979).

TABLA 5. COEFICIENTES DE CORRELACION Y COEFICIENTES DE REGRESION DE LA LONGITUD PROMEDIO DE TRUCHA ARCO - IRIS ATRAPADA EN 1972 Y MEDIDA A 5 DIFERENTES EDADES (NEVDAL, 1979).

Coeficientes de Correlación (sobre la diagonal)
Coeficientes de Regresión (debajo de la diagonal)

Edad (meses)	6	12	18	24	30
6	—	0.81	0.67	0.48	0.06
12	1.47	—	0.40	0.25	0.18
18	1.60	0.55	—	0.79	0.63
24	0.47	0.22	0.50	—	0.74
30	0.16	0.26	0.61	1.14	—

TABLA 6. TASA DE CRECIMIENTO DE MACHOS MADUROS DE AÑO Y MEDIO COMPARADOS CON MACHOS INMADUROS (NEVDAL, 1979).

\bar{L} - long. promedio (cm)	n -tasa de crecimiento-	$\frac{\ln \bar{L}_{t_2} - \ln \bar{L}_{t_1}}{t_2 - t_1}$
Noviembre 74 t_1	Abril 75 t_2	Octubre 75 t_3
Premaduros L 34.39 cm	Maduros \bar{L} 35.95	Remadurando \bar{L} 48.1
	$n_{t_2-t_1}$ 0.89	$n_{t_3-t_2}$ 4.84 $n_{t_3-t_1}$ 3.05
Inmaduros 34.41 cm	Inmaduros 41.05 cm	Inmaduros (\bar{L}) 51.62
$t_2 - t_1 = 5$ meses	$n_{t_2-t_1}$ 3.52 cm	$n_{t_3-t_2}$ 3.81 $n_{t_3-t_1}$ 3.68
	$t_3 - t_2$ 6 meses	$t_3 - t_1 = 11$ meses

$t_{1,2,3}$ y 4 = tiempos en que se registra cierta tasa de crecimiento (n)

6.3.1.3 Desove

La época de reproducción varía tanto por factores bióticos como abióticos, (Huet 1978).

- 1) Area Geográfica, clima regional y circunstancias locales.

Estos factores influyen en la temperatura del agua, en el fotoperíodo, y en la alimentación natural; ya que por ejemplo la trucha arco-iris en Europa, Canadá y Estados Unidos desova a principios de primavera y dura hasta el término de ésta o sea por el mes de mayo; y en cambio en México tenemos que la época es más bien a fines de otoño y en la entrada del invierno, terminando también al finalizar este (de noviembre a febrero), (Huet 1978; García-Marín 1979; Rosas, Moreno 1976; Medina-García com. pers.).

- 2) Variedades e Individuos. Unos serán más precoces que lo normal y otros más tardíos, y esto se observa mejor en condiciones de cultivo en donde a través de varias selecciones e hibridaciones se busca tener reproductores la mayor parte del año (Bardach 1972; Huet 1978).

- 3) Agitación de las aguas: se ha observado y comprobado que la trucha arco-iris al igual que otros salmónidos madura antes en aguas corrientes que en estancadas (Huet 1978).
- 4) Salud de los reproductores: como es lógico entender los organismos sanos y mejor alimentados desovan primero y sus productos sexuales son más viables (Huet 1978; Nykolsky 1963).

6.3.1.4 Tipo y forma de fecundación

En los lagos con afluencia de ríos o arroyos, la trucha se dirige a las partes más altas de éstos donde las hembras anidan en rápidos poco profundos, de regular pendiente con fondo de arena y grava. La migración hacia arroyos se hace en grupos de una hembra por tres o cinco machos, los cuales frecuentemente pelean entre sí, por su carácter agresivo que se acentúa en esa época y por obtener la preponderancia. Una vez en el lugar seleccionado, el nido es construido por la hembra; mientras el macho hace la corte dando círculos alrededor de la hembra, se desliza a lo largo de ella pasando por debajo, le frota su nariz contra su pedúnculo caudal, vibra y se pega contra ella; la hembra se acuesta sobre un lado batiendo la cola de arriba hacia abajo por varios minutos, luego se coloca en el centro del nido, el macho dominante se

aproxima, se coloca paralelamente a ella, vibran sus cuerpos, la boca la abren y la cierran y cuando la abren a su máxima capacidad, casi al mismo tiempo arroja la hembra sus óvulos y el macho su semen, a menudo dos o tres machos expelen su semen sobre los óvulos de la hembra y a veces cada hembra dura hasta tres días desovando, ya que las truchas no expulsan todos sus óvulos a un tiempo porque no todos maduran en un mismo período; se ha observado que el primer desove es el más numeroso por lo que las hembras pueden hacer varios nidos y desovar con machos diferentes a lo largo de la época de reproducción (Turli 1970; Rosas-Moreno 1976). Lo anterior demuestra que la fecundación es externa. Al momento de realizarse la fecundación los huevos van cayendo al fondo dispersándose sobre y entre los espacios de la grava; a continuación, mientras el macho expulsa a otros machos de las cercanías, la hembra cava en los bordes del nido con el hocico para tapar ligeramente los huevos con grava y de esta manera aumentar las posibilidades de sobrevivencia de los mismos (Elorza 1970).

Posteriormente los organismos que han ido a remansos de ríos o arroyos a desovar, van río abajo y regresan a sus zonas de alimentación (Elorza 1970).

6.3.1.5 Fecundidad

La magnitud de fecundidad de la trucha va a depender de factores ambientales, nutricionales y genéticos, pero de manera general se da un rango de 300 a 4000 huevos por hembra. Este concepto se detalla y amplía en la parte de cultivo, debido a que las tablas de fecundidad y otros aspectos afines de que se dispone se han obtenido en piscifactorías.

6.3.1.6 Huevos

Los huevos de la trucha son demersales es decir que presentan una gravedad específica más grande que la del agua, y por lo tanto se hunden, quizá esto es una adaptación para evitar que sean arrastrados por la corriente del agua. Después de la deposición, mientras que ellos están absorbiendo agua a gran nivel, (Lagler 1962) comenta que se puede "casi visualizar a los huevos succionando agua" con tal fuerza que se les adhiere arenilla y pequeñas partículas que le ayudan a hundirse más pronto.

Estos huevos son telolécitos con segmentación meroblástica, produciendo al final de esta etapa una discoblástula, Miden de 3 a 5 mm y están cubiertos por una membrana llamada corión, el cual es poroso y elástico variando en dureza y grosor; presenta un micrópilo, que es un mecanismo de adapta-

ción para la polispermia; es una obertura, a través de la cual penetra el espermatozoide para fecundar (Martínez, 1980). En la parte interna del corión se encuentra la membrana vitelina que delimita al citoplasma activo del vitelo y esta membrana es la que al romperse por manejo brusco de los huevos durante la fecundación artificial provoca la salida de sales y precipitación de globulinas, ocasionando la muerte del huevo que se pone blanco (Martínez, 1980). Su color natural es amarillento, transparente y en ocasiones de color rosáceo como en el caso de la variedad "kamloops".

Metabolismo de los huevos. Se ha reportado, que el consumo de O_2 es esencialmente el mismo en: huevos no desovados, huevos recién expulsados y huevos recién fecundados (Hishich y Nakano, 1953). También reportan Shumivay (1964) y Garside (1966) que los huevos de trucha compensan deficiencias de O_2 con un desarrollo más lento.

Los huevos de trucha regulan el pH del medio probablemente por liberación de electrólitos amortiguadores y se reporta un decremento inicial en el pH del agua al introducirle huevos de trucha y lo explican con base en el efecto del CO_2 liberado por la respiración de los huevos asumiendo que los no fecundados desprenden iones buffer que estabilizan el pH.

(Czihak et. al, 1979).

Eventos desde la fecundación hasta la eclosión

- a) Fecundación. Entra el espermatozoide en el óvulo a través del micrópilo que inmediatamente se cierra.

- b) Segmentación. Primero las divisiones son sincrónicas y posteriormente ésta se pierde y los blastómeros se dividen en tiempos diferentes independientemente unos de otros (a partir del estadio de 16 blastómeros) (Balinski, 1975). Finaliza cuando se ha segmentado la mayoría de la discoblástula, otros la ubican con la aparición del nudo terminal que a la vez marcaría el inicio de la gastrulación (Vernier, 1969).

Gastrulación. Es la colocación de las hojas blastodérmicas en su disposición final. En los peces, paralelamente a la gastrulación, se presenta también el inicio de la formación del embrión que se define a manera de una placa o eje en el borde del blastodermo.

Morfogénesis. Durante la morfogénesis tardía se forman principalmente los esbozos de los órganos de la parte posterior del cuerpo y se inician las funciones fisiológicas más importantes; posteriormente el embrión y el saco vitelino se mantienen unidos por una zona llamada pedúnculo del saco vitelino.

Eclosión. Principia con el rompimiento del corión, por la parte que está sobre la región cefálica; producido por la presión que ejerce la cabeza del embrión, por lo que primero emerge la cabeza, el corazón, las branquias y finalmente la vesícula vitelina que queda un poco aprisionada por su forma ovalada (Martínez, 1980).

Tiempo de desarrollo. En general se puede decir que el intervalo es de 18 a 80 días a nivel general, ya que depende de muchos factores (luz, temperatura, O_2 , flujo de agua, y genéticos) que se tratarán más adelante.

(Pons, J. 1979; Bardach, J. 1977; Stevenson, J. 1980; Huet, M. 1978).

En México se puede decir que el intervalo se sitúa entre 20 y 30 días en condiciones de cultivo y un poco entre 40 a 80 días para poblaciones silvestres. En la Tabla 7 se muestra el tiempo de desarrollo del huevo fecundado hasta eclosión en diferentes temperaturas según Bardach, J. (1972).

Desarrollo de Alevin hasta adulto. El desarrollo es directo, es decir no presenta cambios en su forma. Se distinguen varias etapas en su ciclo:

Alevin
Cría

Juvenil

Adulto

Estas fases del desarrollo de la trucha son descritas de una manera más detallada en la parte de cultivo.

TABLA 7

INTERVALO DE DESARROLLO DE HUEVOS DE TRUCHA EN DIFERENTES TEMPERATURAS DE HUEVOS DE TRUCHA ARCO IRIS (BARDACH, 1972).

Temperatura °C	Días transcurridos desde la Fecundación hasta la eclosión
4.5	80
7.3	48
10	31
12	24
15.7	19

6.3.2 Nutrición y crecimiento

6.3.2.1 Alimentación

De manera natural la trucha arco-iris es un pez típicamente carnívoro entomófago, ligeramente ictiófago en su etapa juven

nil-adulta. (Rosas -Moreno 1976).

Las crías son zooplanctófagas, consumiendo cladoceros, copépodos, hemípteros, anfípodos, coleópteros (larvas, ninfas, adulto); crías de peces nativos, moluscos, juveniles de ajolotes, larva de crustáceos (acociles). (Rosas -Moreno 1976; Huet, 1978; Barnard, D. y H. Holmstrom, 1978) (Figs 2-7).

La trucha arco-iris es sumamente voraz, siendo el consumo de alimento variable de acuerdo con el tamaño, estación del año y características del agua (Ramírez y Sevilla 1962).

La duración de la digestión varía según la temperatura del agua y tipo de alimento ingerido. El cuerpo de un organismo blando es digerido en unas 12 hrs, cuando la trucha está a una temperatura de 9° a 11°C, y en 25 horas a 1.6° y 2.2°C; los organismos con partes duras requieren de 16 hrs. a 9° y 11°C, y 70 horas a 0.5°C para su digestión. (Elorza, 1970).

La trucha no es precisamente selectiva en cuanto a su alimento.

6.3.2.1.1 Forma de alimentación

La trucha arco-iris atrapa a los moluscos, larvas y ninfas de insectos de distintas maneras; algunas truchas al detectar el movimiento de sus presas inmediatamente se lanzan pa-

Fig. 2. Alimento Natural de la Trucha (Pollet, M. 1960)

1. Larva de Libélula
2. Sanguijuela de agua
3. Larva de Acocil
4. Cochinilla de agua
5. Mosca de las piedras
6. Hormiga alada
7. Insecto del grupo de los Efímeros
8. Insecto (Velero de los Muelles)
9. Saltamontes
10. Grillo
11. Escarabajo

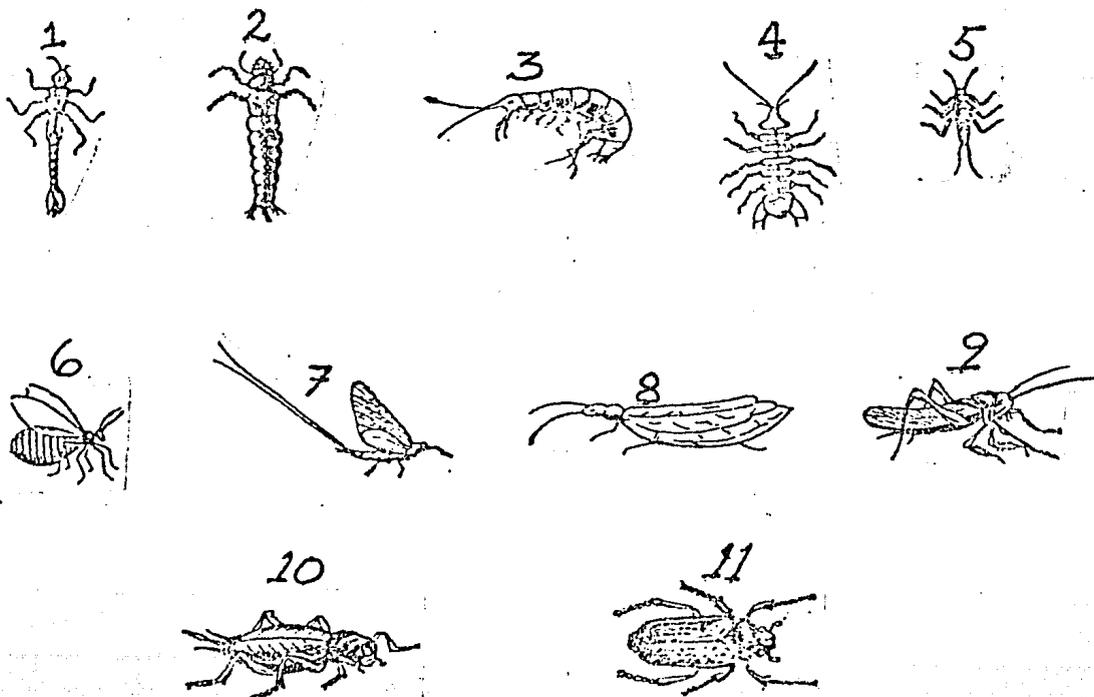


Fig. 3. Importancia relativa de los organismos mayores como alimento encontrados en los estómagos de trucha en un lago de Manitoba Occidental, Canada (Bernard, D. y C. Holmstrom, 1978).

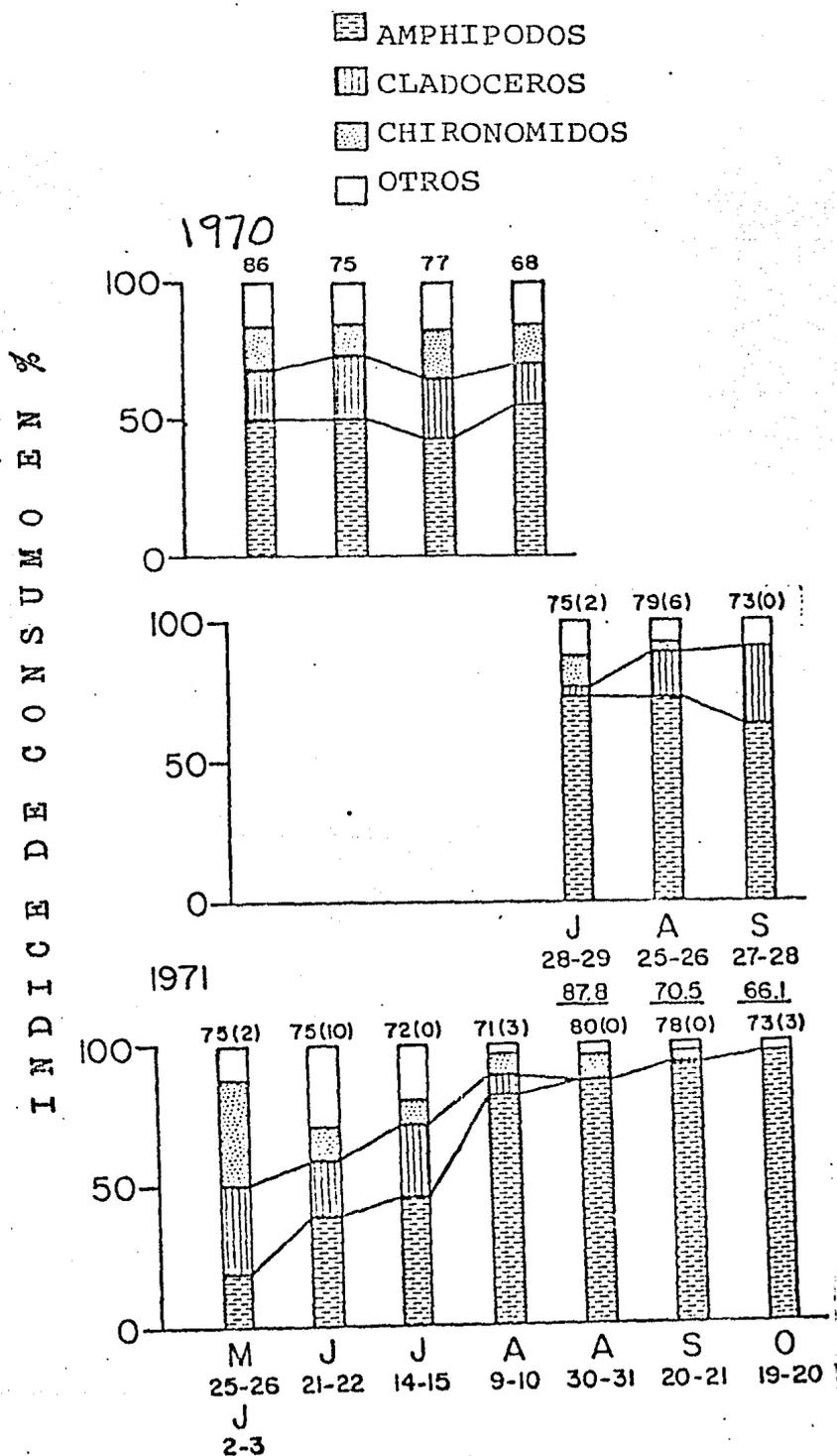


Fig. 4. Importancia relativa de la mayoría de organismos en los estómagos de trucha de 1973 en lagos de Manitoba Occidental, Canada, basado en el índice de consumo como porcentajes, (Bernard D. y C. Holmstrom, 1978).

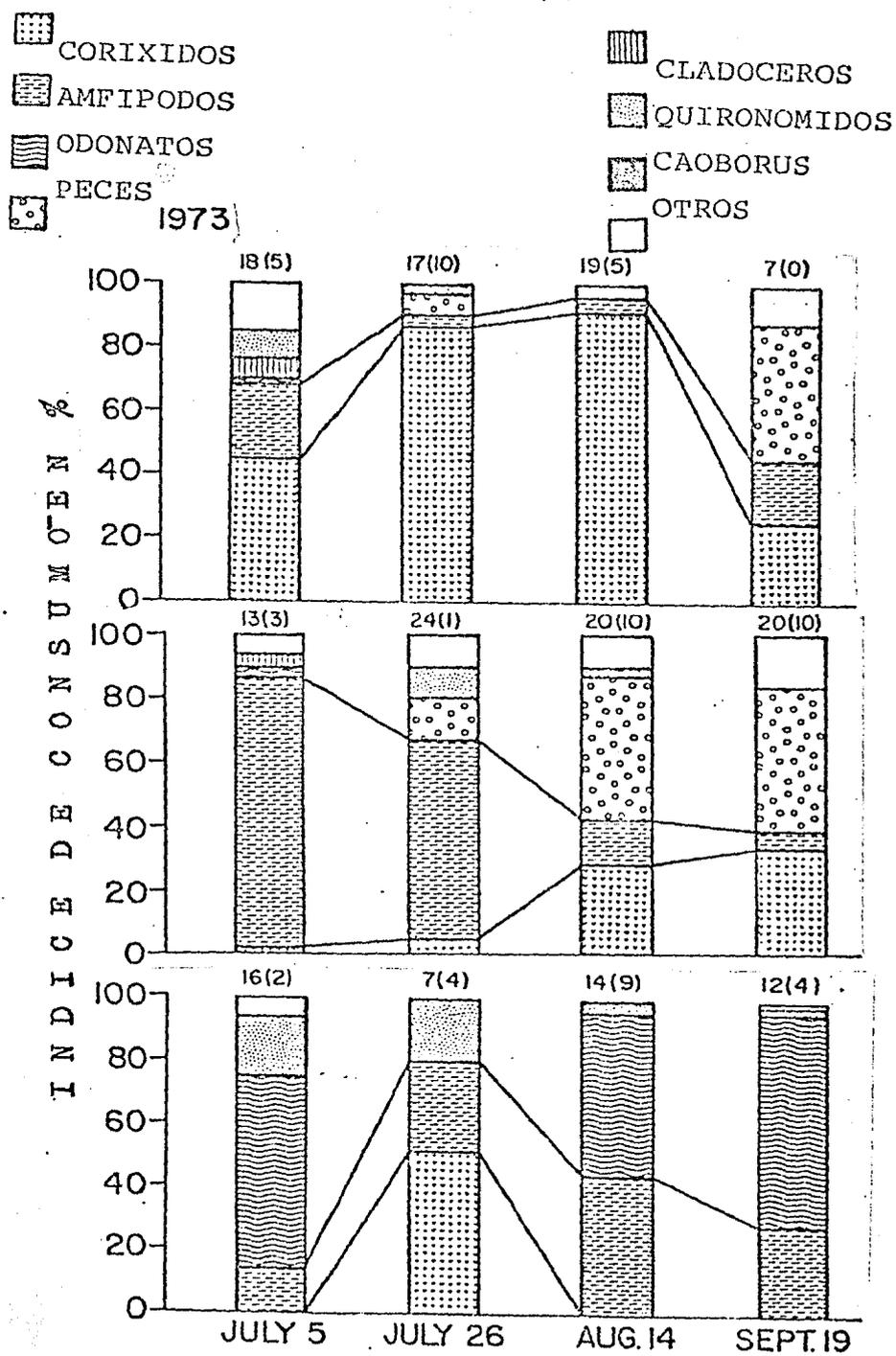


Fig. 5. Importancia Relativa de la mayoría de organismos en los estómagos de trucha en 1974 en distintos lagos de Manitoba Occidental, Canada, basado en el índice de consumo y expresado como porcentaje (Barnard, D. y C. Holmstrom, 1978).
1974

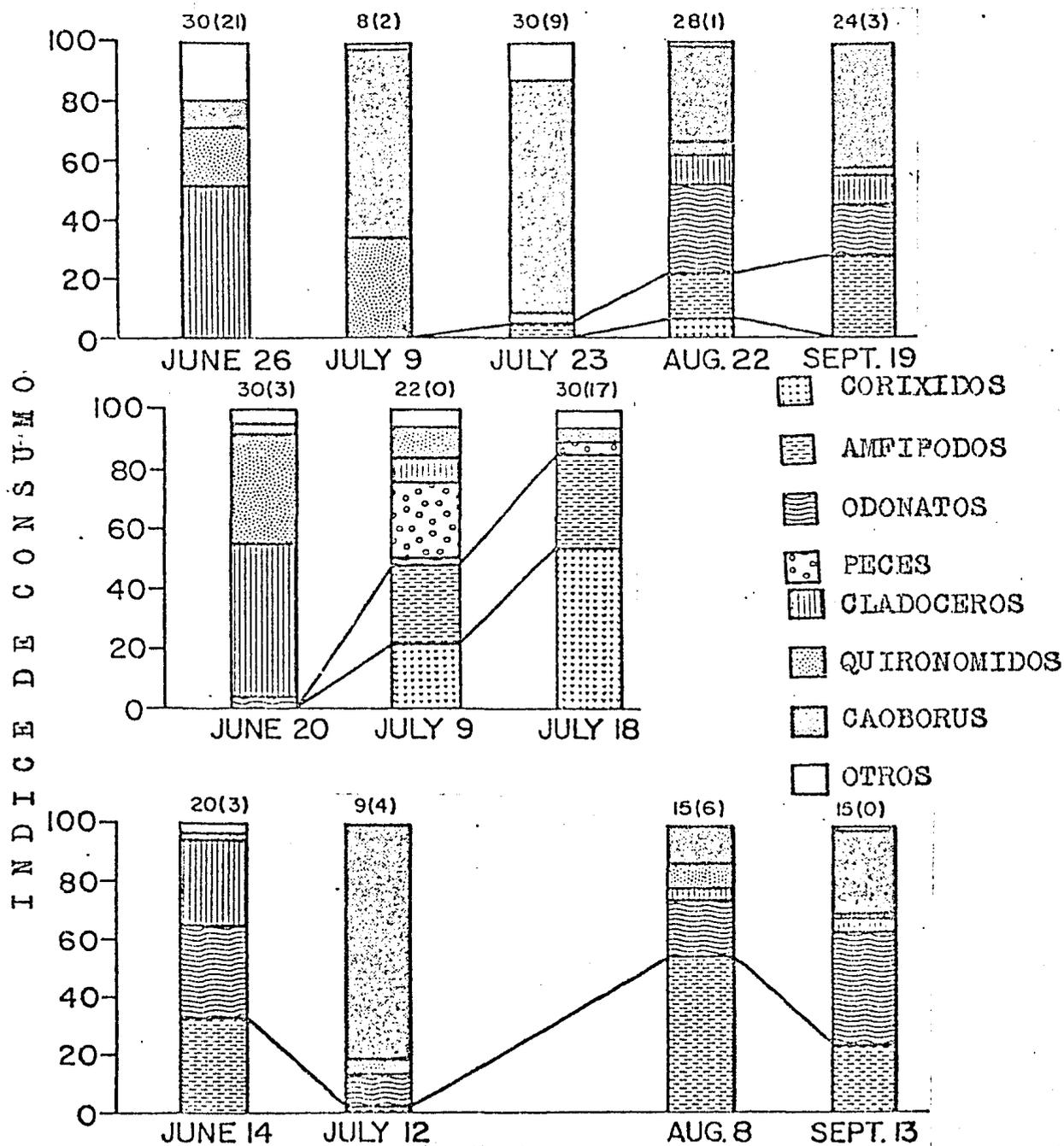
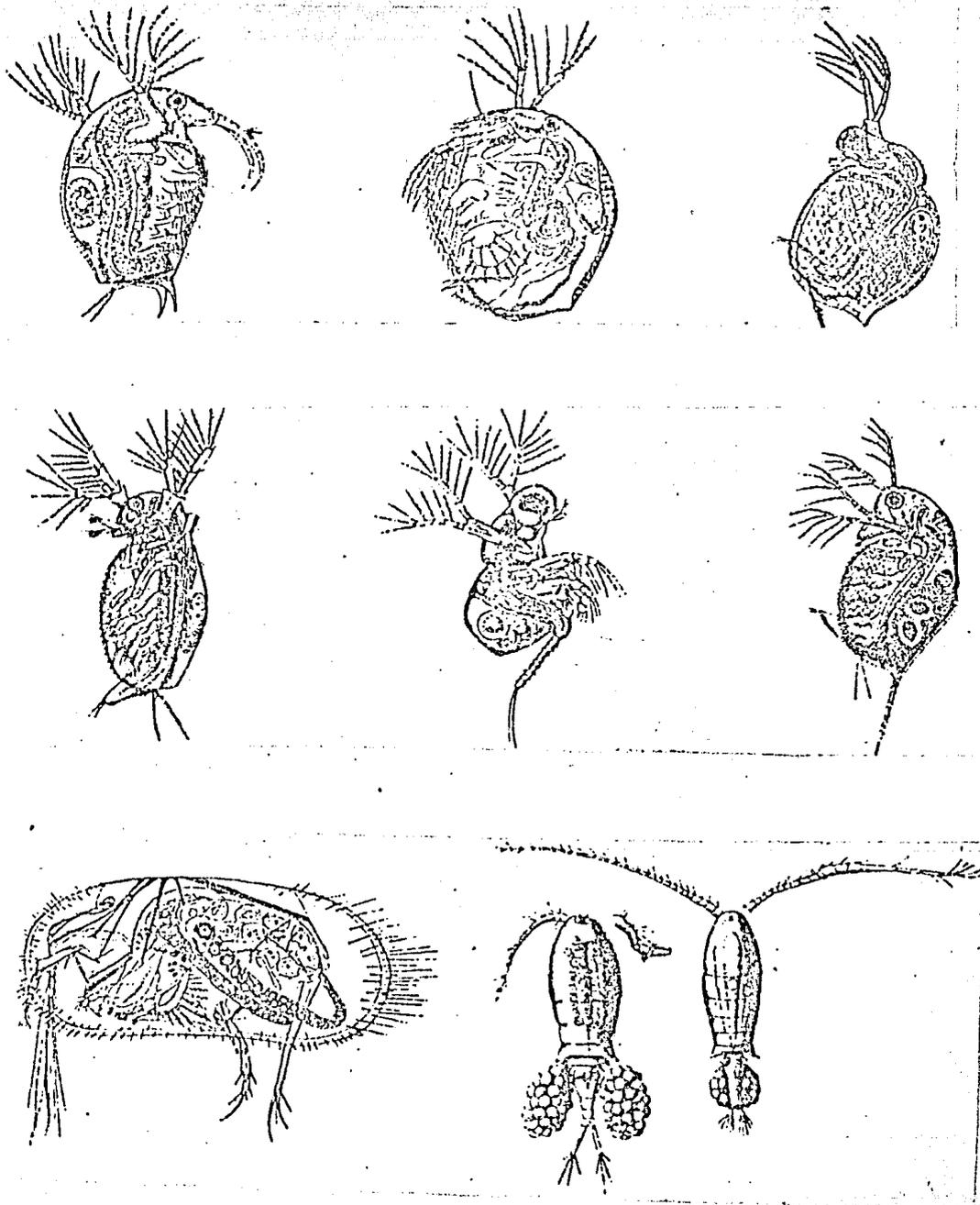


Fig. 6. Algunos organismos que son fuente alimenticia natural de la trucha Arco-Iris, (Huet, M. 1978).

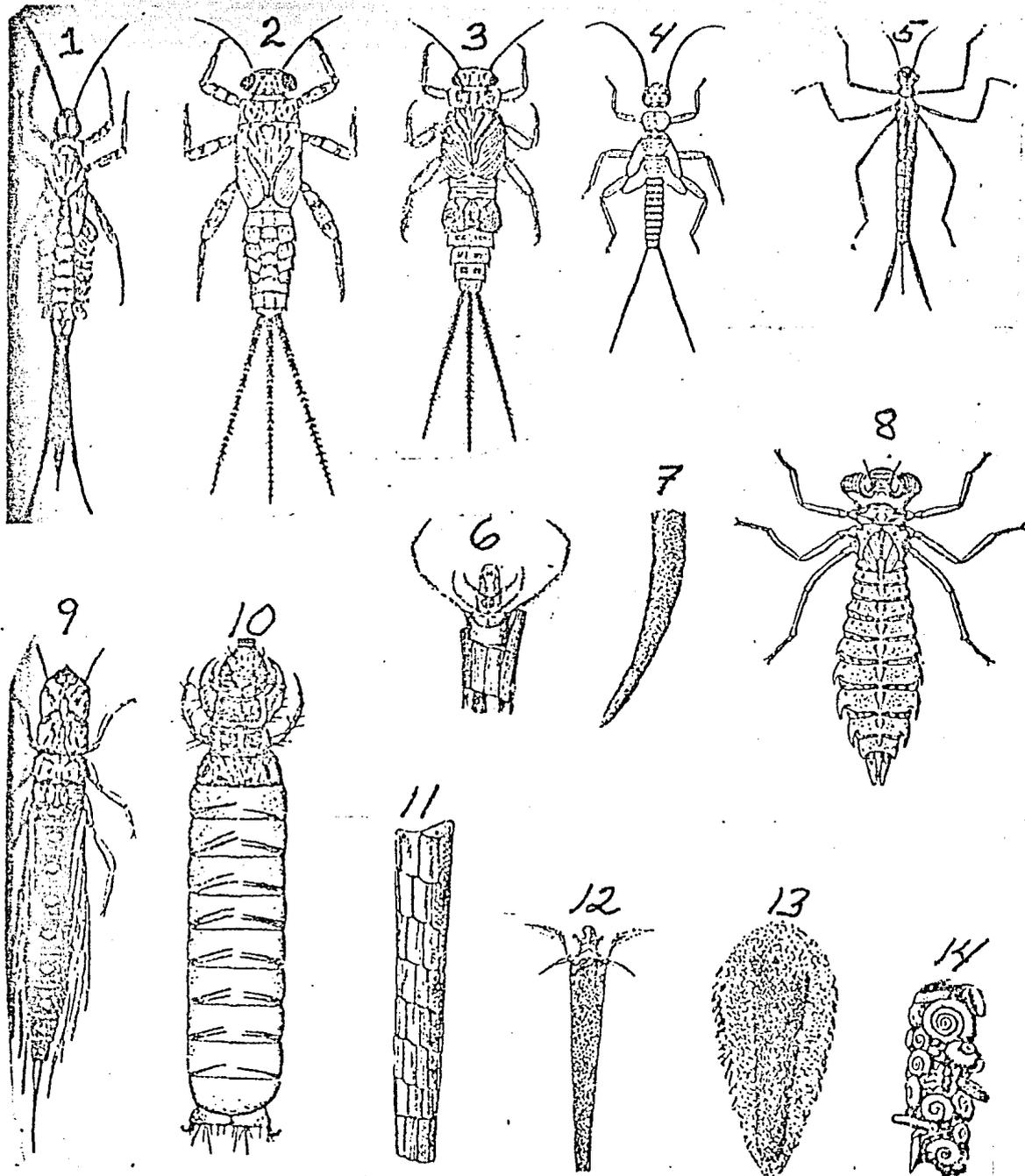


1. *Bosmina longispina* LEYD
2. *Chydorus sphaericus* MULL
3. *Cariodaphnia reticulata* JUR
4. *Sida crustallina* MULL
5. *Polyphemus pediculus* L.
6. *Daphnia longispina* SARS
7. *Cypris reptans* BAIRD
8. *Cyclops strenuus* FISCH y *Diaptomus coeruleus* FISCH

Figs. 1,2,3,4,5,6 y 8 según Lampert, 1925.

Fig. 7, según Wesenberg-Lund, 1939.

Fig. 7. Algunos organismos que son fuente alimenticia natural de la trucha Arco-Iris, (Huet, M. 1978).



1. Larva de *Cloeon dipterum* L.
2. Larva de *Ephemerella ignita* PODA
3. Larva de *Caenis macrura* STEPH
4. Larva de *Nemura marginata* PICT
5. Larva de *Clopteryx splendens* HARR
6. Larva de *Trienodes bicolor* CURT, sacando la cabeza de la cubierta protectora
7. Cubierta de larvas de *Leptocerus aterrimus* STEPH
8. Larva de *Aeschnidae*
9. Larva de *Sialis lutaria* L
10. Larva de *Stenophylax* sp.
11. Cubierta de larvas de *Phryganea grandis* L
12. Larva de *Setodes interrupta*
13. Vaina de *Molanna angustata* CURT
14. Vaina de *Limnophilus flavicornis* L

Figs. 1,2,3 según Schoenemund, 1932

Figs. 4,5,6,7,8 según Wesenberg-Lund, 1943

Figs. 9,10,11,12, según Rousseau, 1921

Figs. 13,14, según Miall, 1934

ra comérselas ya sea que estén adheridas a la vegetación circundante, en la superficie ó dentro del agua. (Elorza, J. 1970). Cuando se trata de insectos que anden volando cerca de la superficie, la trucha da unas vueltas de reconocimiento pero sin perder el movimiento de la presa, en un momento dado se detiene solo moviendo sus aletas pectorales y en segundos se impulsa, toma a la presa en el aire y vuelve a caer al agua.

En el caso de canibalismo y de crías de peces nativos, la trucha al detectar el movimiento se lanza hacia ellos y se los come de un solo bocado, en el caso de que el tamaño de la víctima se los permita de lo contrario le mordisquean la cola, los ojos y finalmente el cuerpo. (Elorza, 1970).

6.3.2.2.: Cronología alimenticia

Dada la voracidad de la trucha no se puede especificar de una manera muy estricta cuantas veces come al día, pero si de manera general en el atardecer se observa una gran actividad ya que es cuando los insectos voladores se acercan a la superficie del agua y a las orillas de ríos, lagos. (Bernard y Holmstrom 1978). Se observó que en noches de luna llena ésta actividad sobresalía de noches sin luna. Tal vez por el reflejo de la luna en el espejo de agua.

De las variaciones anuales se puede decir que la intensidad de alimentación disminuye en invierno y la parte final del otoño por ser en este tiempo cuando se ocupa más de sus migraciones a los lugares de desove y nidificación, de cortejo (de presas y lagos, riachuelos y arroyos). En cambio en primavera y verano ésta actividad se intensifica ya que las fuentes de alimentación aumentan en esta época (Huet, 1978); ésta varía según la región.

Bernard y Holmstrom (1978), mencionan que es en otoño cuando hay más abundancia de recursos o fuentes de alimentación en lagos de regiones altamente frías como en Manitoba Occidental, Canada.

Lagler, et al., (1977) menciona que algunas truchas, en lagos de Estados Unidos, logran gran parte de su crecimiento anual en unas pocas semanas en la parte final de la primavera y principios del verano; esto es concomitante al máximo punto de emergencia anual de insectos.

6.3.2.3 Requerimientos nutricionales: (Halver et, al. 1973)

Energía y metabolismo. La trucha es un organismo poiquilotermo que utiliza de manera distinta, sus fuentes de energía como lo son proteínas grasas; carbohidratos, de como lo ha-

cen los animales homeotermos.

Como consecuencia de la variabilidad en su temperatura corporal, edad, tamaño del organismo, actividad, oxígeno disuelto, concentración del bióxido de carbono, fluctuaciones estacionales y circadianas, la disponibilidad y eficacia del alimento; se presentan cambios en el consumo de oxígeno, en su conducta alimenticia y en los requerimientos energéticos del pez.

Al hablar de los requerimientos nutricionales de cualquier animal, se menciona "el valor metabólico"; que se divide en:

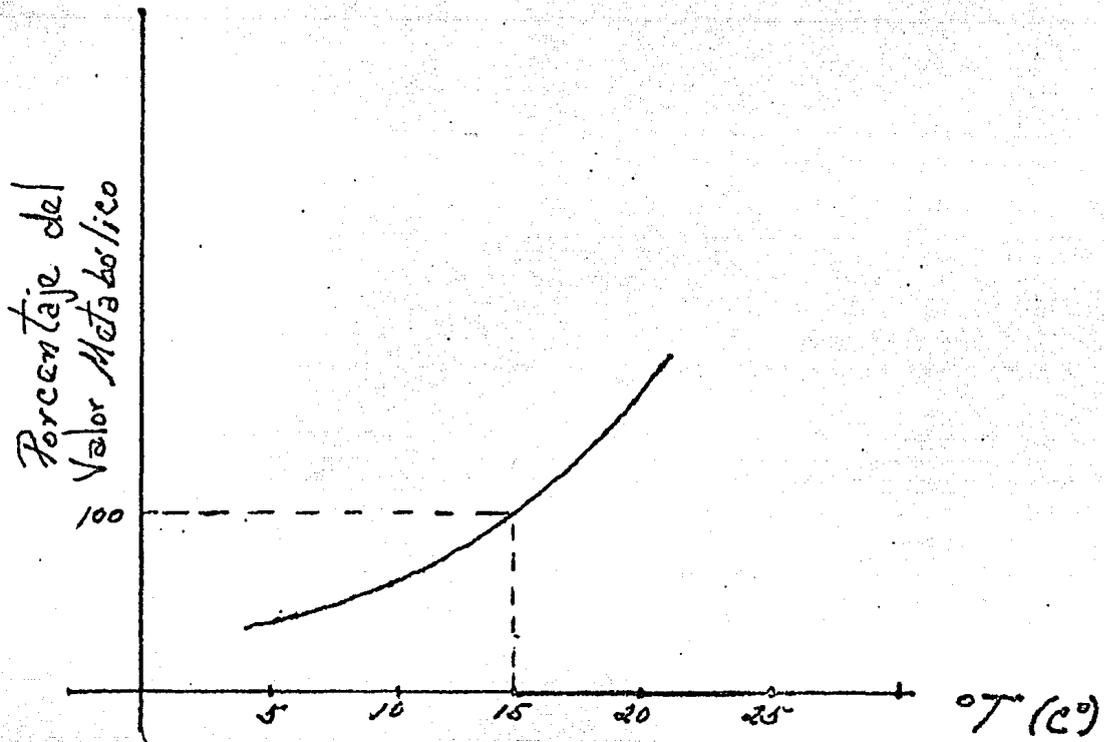
Valor Metabólico Basal (V.M.B.)

Valor Metabólico Mínimo

El V.M.B. es, el oxígeno consumido por unidad de tiempo, de un animal en reposo, además para los peces se considera la temperatura del agua, cuyos cambios lo alteran.

La consideración de un estado de reposo para peces es difícil, por lo que algunos autores (Halver, et. al. 1973) sugieren se tome para la trucha, la temperatura de 15°C como temperatura ambiental standar, (fig 8) a la que se le conoce como (SET) por sus siglas en inglés, y que será la temperatura patrón a partir de la cual se considera "el valor metabólico

Fig. 8. Relación del Valor Metabólico con la Temperatura del Agua para la Trucha. (Adaptada de Gardner 1926 por Havler et. al. 1973).



standar" (SMR), al llevarlo a una gráfica.

El Valor Metabólico Standar puede ser representado de dos formas:

- 1) El valor del oxígeno consumido por el animal, ó
- 2) Por su rendimiento o capacidad calórica del animal.

Una tercera alternativa lo constituye el expresar, el SMR en varias temperaturas, es mediante una ecuación:

$$K_2 = K_1 \times Q_{10} \exp. (t_2 - t_1) / 10$$

donde

Q_{10} coeficiente de temperatura; y se da unos valores de este coeficiente a ciertos intervalos de temperatura

$t^{\circ}C$	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30
Q_{10}	10.9	3.5	3.9	2.5	2.3	2.2

Para obtener el Valor Metabólico Standar por lo general se consideran 4 métodos:

1. Por llenado de O_2 en Cámara Cerrada
2. Cámara Cerrada Gasométrica
3. Pérdida de O_2 en el flujo de agua a través de una cámara
4. Manométrico. Es el método más preciso, en donde el pez es mantenido en una agitada mezcla agua-aire; y es por lo que el agua siempre estará saturada de los gases. Este método permite la obtención de todos los productos nitrogenados, y a la vez, los productos finales del metabolismo. Y de esta manera el rendimiento calorífico.

del pez puede ser calculado indirectamente.

Relación Metabolismo - Variabilidad Ambiental

La principal variable ambiental para el metabolismo de los peces es la temperatura del agua, que va alterar los sistemas bioquímicos y fisiológicos del organismo. Las necesidades calóricas se incrementan al elevar la temperatura, y viceversa; estas necesidades finalmente darán el valor metabólico.

Actividad

La energía calorífica producida por la actividad y los subsiguientes incrementos en la función bioquímica para mantener la misma se manifiesta en un metabolismo alterado.

Tamaño

El logaritmo del peso graficado contra el logaritmo del valor de respiración es lineal. La pendiente de esta curva vale para valores entre 0.8 - 0.9 para la mayoría de los peces.

O₂ en el agua

El valor del pez activo depende de la temperatura del agua, solo cuando el O₂ disuelto es suficientemente grande para mantener la actividad. El punto donde el O₂ comienza a influir en el valor metabólico se le denomina punto crítico.

El CO₂

Disuelto en el agua al presentar un incremento de 10 veces su concentración normal (2 ppm) puede causar una reducción del 20% en el Valor Metabólico.

La concentración del ión H⁺ y la salinidad

Son factores que tienen un efecto inicial que pronto es recompensado al valor metabólico normal.

Fluctuaciones circadianas

Los ritmos biológicos de los peces que están asociados a los cambios circadianos y estacionales pueden causar alteración del valor metabólico, sin embargo la gran parte de información sobre estos ritmos se relaciona con la conducta animal más bien que con el metabolismo.

En relación a lo antes mencionado: Jenkins, (1969) menciona un experimento para conocer la diferencia de consumo de alimento entre la noche y el día para la trucha, encontrando que: las truchas (edad de 1 a 4 años) consumían un porcentaje menor en la noche que en el día y el porcentaje de alimentación entre noches con luna llena y noches con luna nueva, era similar, (Tabla 8). También se señala un diferente metabolismo para distintas especies. La condición física del animal tiene que ver con el valor metabólico hasta en un 30%. La inanición reduce el Valor Metabólico; una trucha alimentada a saciedad ó activamente puede llegar a tener un rango de 25% mayor que el Valor Metabólico de una trucha en inanición. Finalmente el Valor Metabólico se incrementa con el aumento en la actividad relacionada con el cortejo y la construcción del nido. Otro factor de modificación para el metabolismo es la búsqueda y captura del alimento en organismos silvestres.

Relación Temperatura Corporal - Temperatura del Agua

Un pez en reposo tiene una temperatura corporal cercana o igual a la temperatura del agua. En el momento en que el pez entra en actividad, éste libera energía calorífica al ambiente, y cuyo valor de pérdida que va a estar relacionado con la extensión corporal del pez y la temperatura del agua.

TABLA 8

DISEÑO Y RESULTADOS DE LOS 5 EXPERIMENTOS DE ALIMENTACION DURANTE EL VERANO DE 1968.

Los experimentos 1, 2 y 4 fueron de 2 series de 10 min. con intervalos de 4 hrs., el experimento 3 fueron 7 series espaciadas 1 hr. y el experimento 5 fueron 8 series con intervalos de 1/2 hr., 5 peces fueron usados en cada experimento. Los porcentajes del tubo 1 de hormigas capturadas por la trucha arco-iris en la columna 6 están basados en los números originales introducidos, así que los porcentajes actuales de hormigas utilizables capturadas pudo haber sido mucho mayor, (Jenkins, 1969).

Fecha	Hora	Tipo de Iluminación	No. de Hormigas Por tubo	Hormigas capturadas %			No. de Peces que capturaron hormigas marcadas.	
				Café Tubo 1	Arco-iris Tubo 1	Tubo 2	Café	Arco-iris
10 y 11/VI	22 02	Luna Llena	30 30	0 30	7 13	0 13	0 1	2 2
16/VI	12 16	Luz Solar	30 30	37 67	37 10	57 93	2 2	4 3
20 y 21/VI	21 22 23 00 01 02 03	Luz de Estrellas Cuarto Meng.	20 20 20 20 20 20 20	0 0 0 5 0 5 0	10 5 5 20 5 10 40	15 0 0 5 0 10 5	0 0 0 1 0 2 0	2 1 1 3 1 1 3
25 y 26/VI	22 02	Sin Luna	30 30	7 0	0 10	10 7	1 0	2 2
30/IX	1630 1700	Atardecer	20 20	35 35	10 10	10 5	2 2	3 3

TABLA 8. (CONTINUACION)

Fecha	Hora	Tipo de Iluminación	No. de Hormigas Por tubo	Hormigas capturadas %			No. de Peces que capturaron hormigas marcadas	
				Café Tubo 1	Arco-iris Tubo 1.	Tubo 2	Café	Arco-iris
30/IX	1730	Cuarto crec.	20	45	25	5	2	4
	1800		20	85	0	5	2	1
	1830		20	20	0	0	2	0
	1900		20	5	0	0	1	0
	1930		20	0	0	0	1	0
	2000		20	15	0	0	1	0

La superficie corporal se calcula de la siguiente ecuación:

(Halver et. al. 1973):

$$(dm^2) \text{ Area superficial} = \frac{w (gr.)^{2/3}}{10}$$

Este será uno de los datos que permitirán calcular los requerimientos energéticos del pez, para balancear el Valor Metabólico.

Necesidades Calóricas para Funciones Fisiológicas.

En el caso particular de la trucha, ésta utiliza 60 calorías por dm^2 por hora a $15^\circ C$. De esta energía total, el 70% es empleada para metabolismo, mientras que el 30% restante se transforma en tejido corporal o en trabajo.

La energía total recibida va a tener dos divisiones:

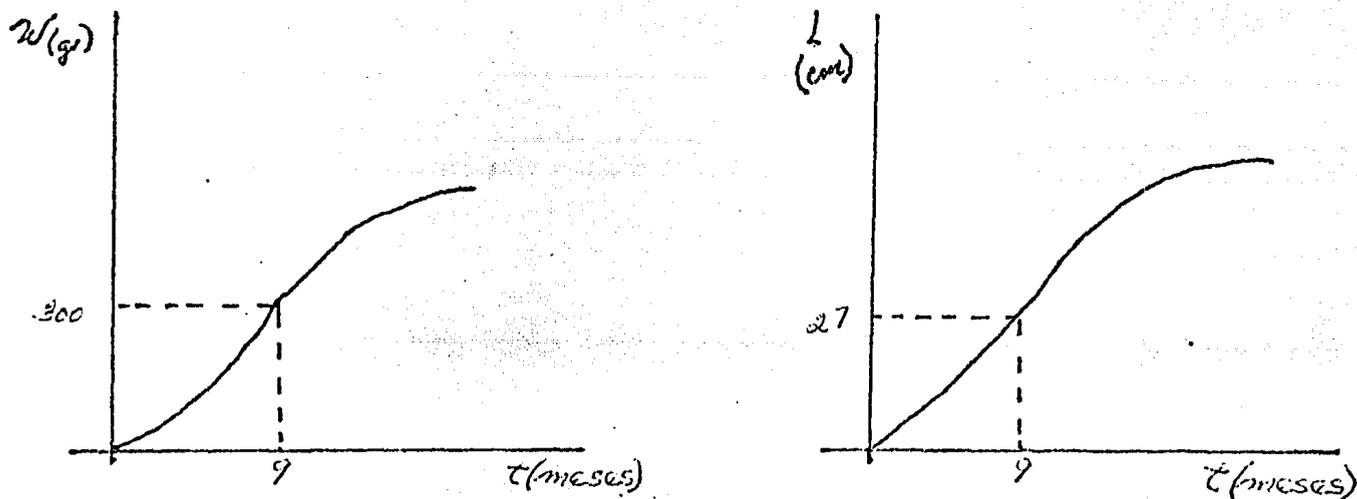
Energía Calorífica H y Energía Libre F.

La primera, mantiene la temperatura corporal en los animales homeotermos, para la trucha es menos importante al presentar una correspondencia directa de su temperatura corporal con la temperatura ambiental del agua.

La Energía Libre, constituye en sí, la energía neta utilizable por el organismo y se subdivide en:

- a) Energía Metabólica
- b) Energía para actividad de otro tipo como lo es; para la actividad muscular; para la actividad de reproducción
- c) Energía de Crecimiento. Esta energía es la considerada más importante económicamente para las trutifactorías, en cuanto a su finalidad básica de llevar al organismo al peso comercial en el menor tiempo posible, alcanzar la talla mínima comercial mucho antes de sus niveles asintóticos de crecimiento, Fig 9.

Fig. 9. Relación de W (peso) y L (longitud) contra el tiempo para obtener la talla mínima comercial (Havler, J.E.et.al. 1973).



Si la talla mínima comercial se encuentra en los niveles exponenciales - como sucede con la trucha -, los costos de mantenimiento y alimentación disminuyen y el margen de ganancia se optimiza.

Energía Metabolizable y Componentes Dietéticos

La trucha como cualquier otro organismo requiere de proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas y minerales; que son obtenidos de su alimento o de su entorno (agua, luz). Lo que la diferencia son sus requerimientos específicos para cada uno de ellos de acuerdo al grado de utilización fisiológica.

La trucha arco-iris utiliza como fuente primaria de energía a las proteínas y grasas, con pequeñas cantidades de carbohidratos. Y se expresa de la siguiente manera: 3.9 kcal./gr. utilizables de proteínas. Un valor promedio - 4.65 kcal./gr. sobre combustión completa.

Como punto de relación se toma que la combustión de 1 gr. de carbohidrato en su combustión completa proporciona 4.1 kcal./gr.

Al considerar la elaboración de dietas y tomando en cuenta la información disponible; se requieren de 3500 a 4500 calor-

rías para producir 1 kg. de trucha (Halver, 1964).

En cuanto a los otros componentes, utiliza:

Almidón	Azúcares	Grasas
1.6 kcal./gr.	4 kcal./gr.	8 kcal./gr.
		(el promedio para combustión completa es de 9.45 kcal./gr.)

Al considerar los requerimientos, se debe de tomar en cuenta la digestibilidad de los componentes dietéticos, porque pueden reducir al rendimiento calórico un ejemplo lo constituye la glucosa que provee 4 kcal./gr. utilizables, mientras que si se emplea celulosa se tiene una utilización nula.

Una aclaración pertinente es la de que los requerimientos nutricionales se determinaron bajo condiciones patrón o stan-
dar de temperatura a 15°C. Y se calcula de la siguiente forma:

La trucha requiere de 60 calorías/hora por dm^2 de superficie corporal. Una trucha de 100 gr., tendrá entonces $100 \text{ g}^{2/3}$ ó 2.154 dm^2 .

Su necesidad calórica por día será:

$$(60 \text{ cal./h} \times 24) / 1000 \text{ ó } 1.44 \text{ kcal./día} \times 2.154 \text{ dm}^2 =$$

$$= \underline{3.1 \text{ kcal al } 5^\circ\text{C}}$$

3.1 kcal. y para 100 kg. de pez = $3.1 \times 1000 = 3,100 \text{ kcal./día}$

Una ración patrón ó standar que contiene 2,200 kcal. de EM/kg puede alimentar a 1.4% del nivel de alimentación (1.4 kg. para 100 kg. de pez al día), para suplir sus necesidades calóricas.

Requerimientos de Amino-Acidos y Proteínas (Tabla 9)

La aseveración de que, el principal constituyente en los peces es la proteína, es real. Esto hace que la proteína y los aminoácidos sean determinantes para su crecimiento y sobrevivencia.

Pruebas realizadas en sus distintas etapas de vida demuestran que el requerimiento proteínico es inverso a la edad de la trucha.

Porcentaje de Proteínas Optimo

50 ó 45 % Crías (desde su iniciación alimenticia hasta los 8 cm de longitud total).

40 % Crías y Juveniles (de los 8 cm hasta los 20 cm).

35% Comerciales y Reproductores.

Balance de Aminoácidos

Algunos aminoácidos pueden substituirse en cierta proporción: Cistina puede cubrir hasta un 50% de los requerimientos de Metionina, y además mejora la eficiencia de la dieta, buenos resultados se obtienen mezclando; 1% de cistina con un 0.5% de metionina.

Tirosina. Se balancea con la fenilalanina en razón de:

tirosina 0.5% fenilalanina 2%

Leucina. Un exceso de este aminoácido induce un antagonismo contra la isoleucina con una consecuente inhibición del crecimiento, por lo que se recomienda la proporción de - leucina 2% x isoleucina 1%.

Valina. Su porcentaje no debe exceder del 3%, de lo contrario su eficiencia dietética disminuye.

Fenilalanina - Tirosina. Dicha combinación suple los requerimientos de los aminoácidos aromáticos. La tirosina se puede combinar con un 2 ó 2.5% de fenilalanina para mejor eficiencia de la dieta.

TABLA 9

REQUERIMIENTOS DE AMINOACIDOS PARA SALMONIDOS (HALVER 1973)
 PORCENTAJE PARA DIETAS CONTENIENDO UN 40% DE PROTEINAS.

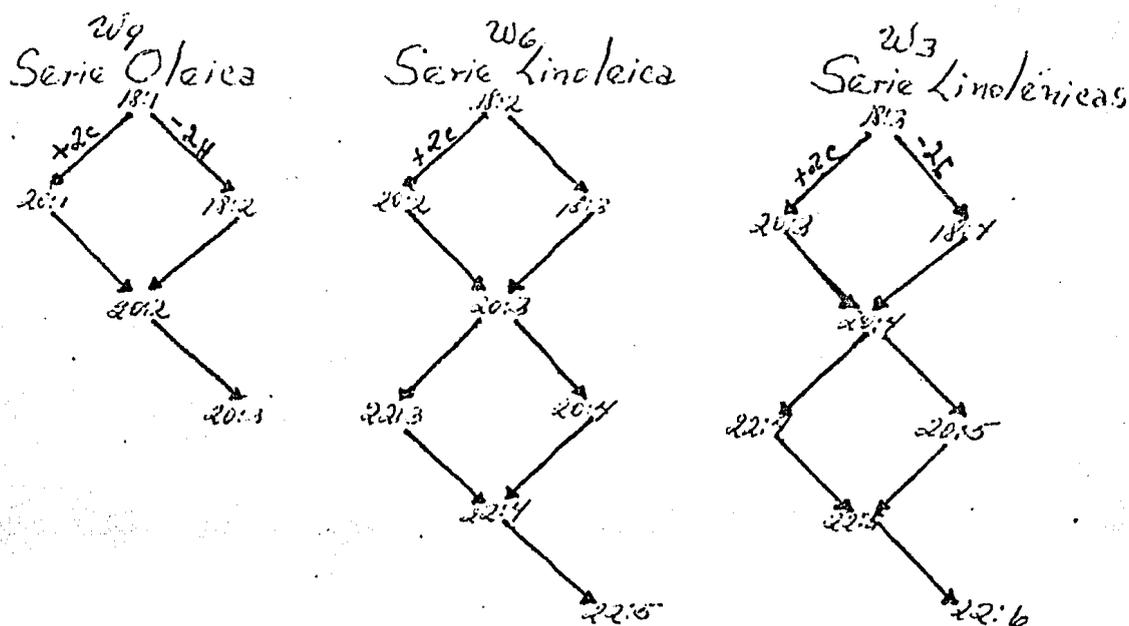
COMPUESTO	SALMON REAL %	SALMON PLATEADO %
L - Arginina	2.4-2.5	2.4
L - Fenilalanina	2.1	
L - Lisina	2.0-2.1	1.5
L - Leucina	1.6-1.0	
L - Valina	1.3-1.5	
L - Isoleucina	0.9-1.5	
L - Trionina	0.9-0.8	
L - Histidina	0.7	0.7
L - Metionina	0.5	0.5
L - Triptofano	0.2	0.2

Requerimientos de Lípidos (Halver, 1973)

Para los organismos silvestres el contenido de grasas en sus alimentos puede ser del orden de 2% a 20%. En los organismos cultivados se busca una homogeneización en cuanto a dicho porcentaje.

En los peces, los lípidos son hidrolizados por lipasas y fosfolipasas en el tracto digestivo y se emplean como energía, aunque en menor proporción que las proteínas, el resto se almacena como grasa, o son incorporados como fosfolípidos en los tejidos vitales, (fig 10).

Fig. 10. Vías para el metabolismo de ácidos grasos en truchas arco iris (Adaptada de Sinnhuber, 1969 por Halver, J.E. et.al. 1973).



Digeribilidad o Digestibilidad. El punto de disolución o de fusión de grasas que está relacionado con el grado de insaturación tiene una importante influencia sobre su digeribilidad o digestibilidad. Las grasas líquidas son rápidamente digeridas y usadas por el pez, mientras que difícilmente utiliza las grasas duras y de un alto punto de fusión.

Nivel Lipídico. Niveles que van de un 25% a 15% son correctos, por lo general las dietas comerciales secas contienen entre un 6% - 14% y otras van de 16% a 20% sobre base seca.

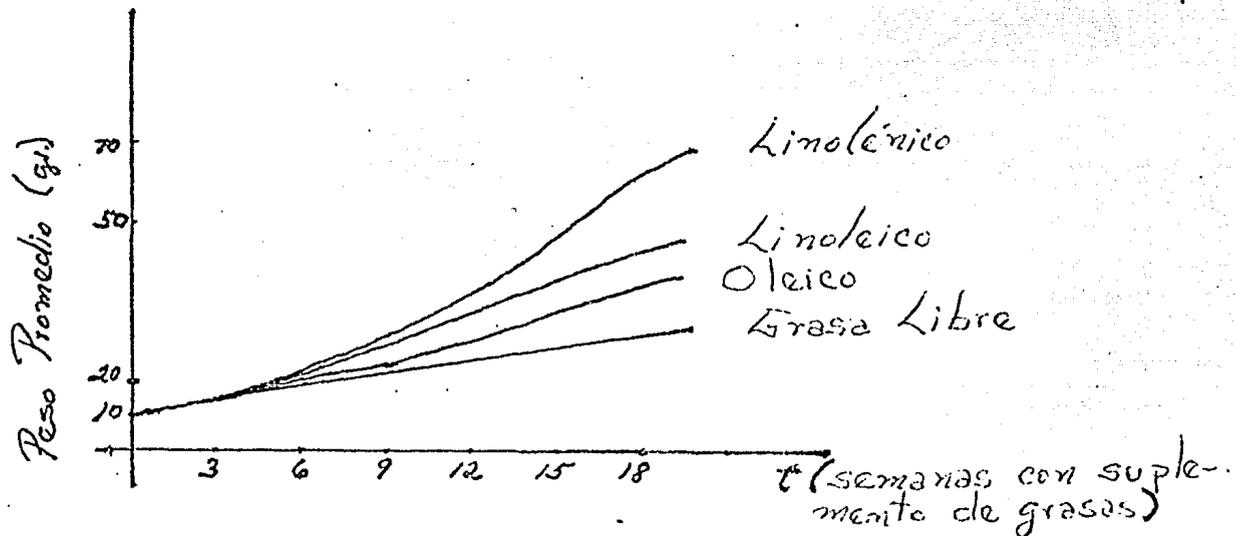
En la naturaleza el alimento natural proporciona entre un 3 a un 15% (9% a 40% sobre base seca).

El tener una adecuada ración o proporción de lípidos le permite a la trucha crecer rápidamente en un momento dado al utilizar la proteína para construir y mantener tejido corporal (carne), mientras que las grasas proveen la energía.

Acidos Grasos Escenciales

Los ácidos grasos de la forma linolénica (w_3) son básicos para la trucha arco-iris, mientras que las series linoléicas (w_6) pueden constituir menos del 2% de la ración de lípidos, (fig 11).

Fig. 11. Crecimiento de trucha arco-iris alimentada con ácidos grasos distintos dentro del suplemento de dieta correspondiente a grasas, (Halver, J.E. et.al. 1973).



El requerimiento en juveniles, es de 1% mínimo de ácidos grasos ω_3 , cuyo porcentaje se satisface con un 5% de aceite de pescado (arenque, sábaló ó salmón), en una dieta seca. (Tabla 10). La carencia o un porcentaje deficiente provoca desórdenes fisiológicos.

Antioxidantes (Halver, J.E. et. al. 1973)

Al integrar en la dieta un alto nivel de ácidos grasos poliinsaturados, puede haber algunos problemas en el organismo para mantener la estabilidad de grasas durante el almacenaje del alimento. La solución la proporcionan algunos antioxidantes, que a la vez protegen contra la oxidación de otros componentes - galatos, hidroxianisol butilados e hidroxito-

lueno butilado). Un antioxidante que retarda la peroxidación de grasa "in vivo" es el acetato tocoferil (en proporción de 0.5-1 U/g en dietas secas, los antioxidantes son útiles al evitar la descomposición de las grasas que de esta manera sólo producirían energía pero no realizarían la función básica de ácidos grasos. Un ejemplo de esto lo constituyen los ácidos grasos ciclopropenoides que se encuentran en la semilla de algodón, estos crecen lentamente y pueden actuar como carcinógenos junto con aflotoxinas y algunos otros carcinógenos del hígado.

Carbohidratos

La trucha tiene las enzimas necesarias para descomponer los disacáridos y almidones a monosacáridos.

En la parte pilórica y el área superior intestinal de los salmónidos se concentran la mayor proporción de enzimas para la digestión de carbohidratos (Tabla 11).

Su proporción no debe exceder de un 9% en la dieta ó de 4.5 gr. de carbohidratos digeribles/kg. de pez al día. (Halver, J.E. et al. 1964; Sedwich, 1973).

El porcentaje máximo con el que se ha trabajado es de 20%, pero la formulación debe ser cuidadosa al determinar los carbo

hidratos digeribles y que van a estar contenidos en los componentes de la dieta. Esto es, si la glucosa es 99% digerible la evaluación debe estar a este nivel, en cambio para el almidón crudo la evaluación es dentro de un 30% - 20% digerible. En algunas dietas se menciona un 50% de extracto libre de nitrógeno y si estas dietas contienen al almidón crudo como el carbohidrato mayor, entonces de ese 50% se toma un 20% para ser digerible.

La leche descremada en polvo o sueros contienen grandes cantidades de lactosa (60% digerible) y si esto se une a fécula ó almidón crudo se obtienen niveles dañinos para la trucha.

Metabolismo Intermedio. Los carbohidratos al ser absorbidos como azúcares sencillos por parte de la trucha; utilizan las vías metabólicas de Embden-Myerhoff-Parnas para convertir glucosa y fructuosa a piruvato y la otra vía es la HMP-derivación de hexosa monofosfato, siendo ésta última la más útil para los salmónidos de aguas frías.

Valor Energético. El valor calórico bruto para carbohidratos en combustión completa es de 4.15 kcal./gr., y el valor total fisiológico para almidón en la trucha es del 40% del valor anterior o sea 1.6 kcal./gr.

TABLA 10

COMPOSICION DE ACIDOS GRASOS DE LIPIDOS DIETETICOS (HALVER, 1973).

Nombre Común	Nombre Científico	% Composición		Radio w_3/w_6
		w_6	w_3	
Aceite de hígado de bacalao	<u>Gadus morhua</u>	2.0	27.4	13.7
Aceite de hígado de bacalao	<u>Gadus morhua</u>	2.7	24.3	8.9
Arenque del Pacífico	<u>Chipea harengus pallasi</u>	1.6	20.9	13.1
Arenque	<u>Chipea harengus sp.</u>	1.1	18.7	17.0
Arenque	<u>Chipea harengus sp.</u>	0.9	19.9	22.1
Sábalo	<u>Brevoortia tyran nus</u>	2.6	27.4	11.9
Sábalo	<u>Brevoortia tyran nus</u>	2.0	34.8	17.4
Sábalo	<u>Brevoortia tyran nus</u>	3.2	22.00	6.9
Sábalo	<u>Brevoortia tyran nus</u>	4.4	33.0	7.5
Salmón	<u>Oncorhynchus sp.</u>	3.2	24.7	7.7
Salmón	<u>Oncorhynchus sp.</u>	3.6	31.4	8.7
Salmón, Chinook	<u>Oncorhynchus tshawytscha</u>	1.6	18.9	11.8

TABLA 10. (CONTINUACION)

Nombre Común	Nombre Científico	% composición		Radio w_3/w_6
		w_6	w_3	
Salmón, Chum	<u>Oncorhynchus</u> <u>nerka</u>	2.9	28.1	9.7
Salmón, Coho	<u>Oncorhynchus</u> <u>kisutch</u>	2.1	31.4	8.7
Salmón, Plateado	<u>Oncorhynchus</u> <u>kisutch</u>	2.3	28.2	12.3
Cártamo.		75.9	0.5	0.007
		82.0	0.3	0.004
		69-76	0-0.3	-
		77.3	0.1	0.001
Frijol de Soya		55.6	7.3	0.13
		48.9	10.1	0.21
		39-53	4-9	-
		51.7	7.9	0.15
Maíz		56.9	1.2	0.02
		50-55	0.1-0.6	-
		57.1	1.5	0.03
		56.6	1.5	0.03
Manteca de Cerdo		6.7-13	0.2-1.4	-
		19.3	-	-
Cebo de carne de res		0.7-3	0.2-0.6	-
		3.8	0.5	-
Semilla de Linaza		8-21	42-50	-
		15.6	57.7	3.7

TABLA 11

DIGERIBILIDAD DE OCHO CARBOHIDRATOS PARA LA TRUCHA: (HALVER, J.E. 1973).

Trucha Arco-iris %	Carbohidratos	Trucha De Arroyo %
90	Glucosa	99
-	Maltosa	92
-	Sucrosa	73
-	Lactosa	60
80	Dextrina	-
70	Almidón Cocido	57
20	Almidón Crudo	38
10	Celulosa	-

Estudios con radioisótopos mostraron que:

El Calcio; fósforo; cobalto y cloro se absorben directamente del medio ambiente. Los iones sulfatos, fosfatos y cloruros pueden ser absorbidos del agua pero se aprovechan mejor si se introducen en el alimento.

Efectos de su concentración. La absorción de sulfatos y fosfatos del agua es proporcional a la concentración de éstos en el agua. La del calcio es casi independiente de la concentración de éste en los rangos de 5 a 500 ppm. El estroncio (^{84}Sr) puede intercambiarse por Ca y cuyo valor es dependiente de su concentración en el agua. El magnesio, bario, estroncio, cobre y zinc abaten la absorción de calcio, y este último es más requerido en la piel y menos en el tejido óseo en presencia de cobre y zinc.

La cantidad de minerales dietéticos retenidos es proporcional a la cantidad de alimento, excepto para el calcio. La eficiencia de retención de otros minerales es afectada por la concentración dietética, al incrementarse la concentración, la eficiencia de retención decrece, excluyendo al ión cloro, el cual es retenido mejor a un alto nivel dietético (4%). El Ca y P se utilizan en proporción de 2:1 para la formación de huesos y dientes, (Hastings y Dickie, 1966).

Utilidad. Los carbohidratos suministran un 20% de las calorías utilizables y disminuyen las necesidades de proteína como fuente de energía, al aumentar por ejemplo, la cantidad de glicógeno en el hígado y que permite su empleo posterior como energético.

Al substituir una parte de proteínas, disminuye el costo de elaboración de la dieta, pero en los meses más fríos se recomienda que dicho porcentaje se disminuya para evitar la sobreproducción de glicógeno hepático que daña irreparablemente al hígado.

Vitaminas (Halver, J.E. et al. 1973)

Los síntomas de deficiencia en cuanto a vitaminas han constituido la pauta para ir introduciendo en las dietas a dichos elementos (Tabla 12).

Las proporciones se toman en función de miligramos por kg. de peso del animal por día ó en función del alimento ingerido mg./kg. de alimento.

Los requerimientos son diferentes para crías, juveniles reproductores, organismos con un lento crecimiento, etc.

TABLA 12. REQUERIMIENTOS VITAMINICOS DE TRUCHA. HALVER ET AL. 1973

Vitamina Solubles En Agua	Requerimiento ^a mg/kg de peso por día	Se recomienda mg/kg de alimento C	Dieta Seca Dieta Prueba. Coho	(mg/kg.) ^b Dieta Prueba Oregón	Dieta Prueba H440
Colina	50-60	3000	5000	7000	5000
Inositol	18-20	400	400	2500	2500
Niacina	3-7	150	150	500	750
Ac. Ascórbico	3-5	100	100	1200	1000
Ac. Pantoténico	1-1.5	40	80	300	400
Riboflavina	0.5-1	20	40	140	200
Piridoxina	0.2-0.4	10	10	50	50
Tiamina	0.15-0.20	10	10	60	50
Ac. Fólico	0.15-0.20	5	3	40	15
Biotina	0.03-0.07	1	1	1.6	5
Solubles en Aceite					
A	60.0	2000	4000	2500	4500
E	1.0	30	40	20	40
B ₁₂	0.0002	0.02	0.02	0.15	0.1

a. Basados en Juveniles

b. Niveles Vitamínicos incluidos en las dietas experimentales

c. Contribución Vitamínica total de todas las fuentes. Otras proporciones pueden ser más apropiadas para las pérdidas resultantes de la formulación de alimentos y almacenaje; o para peces pequeños.

Las fuentes vitamínicas suelen ser: levaduras, productos glandulares, productos solubles de destilación, cereales, concentrados vitamínicos y aún proteínas purificadas.

Durante el procesamiento de la dieta o en su almacenaje ocurre cierta pérdida de vitaminas, por lo que es necesario tomar un margen extra de seguridad a la vez que se cubrirán o contrarrestarán en parte los efectos de: ingredientes hidroscolpicos cuyo efecto destructivo se puede ver acelerado por la humedad; la exposición directa al sol incrementa la pérdida de vitaminas fotosensitivas; los antimetabolitos de tiaminasa y fenotiacina incrementan la necesidad de tiamina y niacina; las pérdidas oxidativas que se aceleran por efecto del calor y humedad; destrucción vitamínica por parte de aceites y grasas rancios.

Minerales (Halver, J.E. et al. 1973)

La evaluación de los requerimientos específicos de minerales como nutrientes, es un tanto difícil, porque el intercambio de iones desde el medio ambiente a través de las branquias y la piel, complican la determinación. La excreción y absorción de estos elementos inorgánicos, tiene una función nutricional y osmorregulatoria.

El iodo que también es importante debe administrarse en tasas de 0.0006 - 0.0011 mg/kg de pez diariamente, (Huet, 1978) (Tabla 13). Se recomienda que el agua de cultivo contenga como mínimo 50 mg/l de sólidos disueltos.

Fibra Cruda (Halver, J.E. et al. 1973)

Esta consta principalmente de celulosa y hemicelulosa, que son materiales que se utilizan como "ligantes" en la fabricación de los granulados ó pelets.

El contenido no debe exceder del 4% del total de alimento, de lo contrario puede interferir con la digestión.

6.3.3 Tiempo de vida promedio

La trucha arco iris alcanza un promedio de vida de 4 a 6 años, existiendo casos excepcionales de una longevidad de hasta 11 años.

Se debe de tomar en cuenta la presión de pesca, porque en un momento dado puede afectar a las poblaciones silvestres, si se impide a los ejemplares jóvenes llegar a la madurez sexual, (Elorza 1970).

TABLA 13

MINERALES IMPORTANTES EN LA DIETA DE LA TRUCHA. (HUET, 1978).

Calcio:	En los huesos, dientes y coagulante
Cloro:	En la presión osmótica y en la digestión
Cobalto:	En la sangre
Cobre:	En la sangre, enzimas
Flúor:	En los huesos y dientes
Fósforo:	En los huesos y dientes
Hierro:	En la sangre
Iodo:	En el metabolismo regulatorio
Magnesio:	En el crecimiento
Manganeso	

6.3.4 Etología

En la introducción de este trabajo se hizo referencia a que la familia Salmonidae presenta diferentes grados de conducta migratoria. En la trucha arco-iris silvestre de nuestro país sus "migraciones" son de cortas distancias de presas o lagos hacia ríos o arroyos. En general, las poblaciones que habitan en los ríos o arroyos tienden a moverse hacia las cabeceras de los ríos; Elorza (1970), menciona un intervalo que va de los 30 metros hasta los 50 kilómetros para las migraciones de estos organismos.

La época migratoria ocurre de septiembre a octubre (traslado hacia los puntos de desove), y en febrero y marzo (regreso del punto de desove hacia su punto de partida).

Las causas o motivos del por qué ocurre esta migración de los lugares donde habitan regularmente hasta los lugares de su nacimiento, se explica como un fenómeno en el que probablemente está involucrado el olfato del salmónido, en donde los investigadores proponen que existe un complejo mecanismo que permite recordar olores específicos de los lugares que conducen a su sitio de nacimiento (Jolly 1980). Dicho mecanismo tiene su base en las feromonas contenidas en la epidermis del pez, y que están involucradas en un cierto número de patrones conductuales dentro de algunas actividades

como son:

1. Agrupamiento mayor por la noche
2. Migración hacia sus lugares de alimentación y regreso a su lugar de nacimiento
3. Cortejo y reproducción
4. Control de la población, mediante la formación de un orden jerárquico social en el cual los peces sumisos o inferiores son, en ocasiones, obligados a dejar su localidad o se ven forzados a morir de hambre o mantenerse en la inopía, aún cuando el alimento sea disponible en bue
na cantidad.

Las feromonas, químicamente, son sustancias no volátiles, re
sistentes a centrífugarse por el autoclave, poseen fraccio-
nes solubles y fracciones insolubles al agua, son activas a
concentraciones menores de 1 ppm y son biodegradables, (Jo-
lly 1980).

De la conducta referente a la migración, se ha reportado pa-
ra la trucha arco-iris, en los Estados Unidos que ésta. ocu-
rre entre los meses de mayo y junio, coincidiendo con el au-
mento de la temperatura y disminución del nivel de agua de

los arroyos o ríos, (Sopuck 1978).

El intervalo de tiempo, que las poblaciones pasan en los arroyos o ríos antes de emigrar a los lagos, varía considerablemente (Kwain 1971). El pez espera de 1 a 3 años en sus lugares de nacimiento (ríos o arroyos) antes de descender al lago, y esto puede saberse al observar al microscopio las escamas de los organismos, en donde el crecimiento dentro de los ríos o arroyos está representado por círculos muy juntos, en el área nuclear de la escama, mientras que los círculos espaciados más allá del área nuclear representa al crecimiento dentro del lago (Sopuck 1978).

Algunos estudios (Maher y Larkin, 1955; Chapman 1958; Van Velson 1974) han demostrado que la mayoría de estos salmónidos emigra a la edad de dos años a los lagos o estuarios, sin embargo también concuerdan en que una tasa de crecimiento alta induce la emigración de organismos de 1 año de edad, o sea que se establece una relación inversa entre el tamaño del organismo y su edad con respecto al intervalo de tiempo que permanecerá en sus lugares de nacimiento. Al comparar el tamaño de los emigrantes con los no emigrantes de una misma edad, los primeros son significativamente más grandes:

Emigrantes

No Emigrantes

1 año - 8.14 cm \pm 0.8 cm	vs	7.73 cm \pm 1.15 cm
2 años-11.4 cm \pm 1.3 cm	vs	10.7 cm \pm 1.6 cm

Sopuck (1978) menciona que las truchas que pasan sólo un año en los ríos o arroyos, cuando tienen 3 o 4 años de edad son más grandes que los peces de esa misma edad que pasan 2 años en los ríos o arroyos. La tasa de sobrevivencia durante la migración (en sus dos fases: emigración e inmigración), varía directamente con el tamaño de los organismos (Foerster 1954; Wagner et.al. 1963; Kwain 1971). La ventaja de una precoz maduración de los emigrantes, podría representar para la población el que regresarán a desovar organismos más vigorosos que aquellos que se tardan más en emigrar, pero esta ventaja puede ser neutralizada en parte por su menor posibilidad de sobrevivencia en los lagos o estuarios con respecto a los organismos de 2 y 3 años (Sopuck 1978).

En la conducta del desove, no sólo intervienen las feromonas y el fotoperíodo; a este importante suceso en la vida de la trucha se le agregan las señales visuales (Newcombe y Hartman, 1979), que juegan un papel básico en: el reconocimiento del sexo, la elección del compañero, el tiempo de sus actividades de postura (círculos alrededor de la hembra, roces

en la parte ventral de la misma, etc.) y la expulsión de los productos sexuales de una manera sincrónica.

En este sentido la conducta es un aspecto sobresaliente en la existencia del animal que asegura el tiempo correcto en que se deben realizar sus actividades, en este caso de desove. Las actividades de la trucha son gobernadas por una secuencia de señales iniciando con el tiempo estacional de maduración y finalizando con los mecanismos de liberación sincrónica de los productos sexuales.

La primera fase es la segregación espacial de hembras y machos en estratos inferiores y superiores, esta conducta facilita las actividades de cortejo y desove porque los organismos maduros se sitúan en el estrato inferior en tanto que los organismos que aún no se encuentran maduros se mantienen en el estrato superior. Una vez separados los machos distinguen a las hembras más dispuestas al desove puesto que estas asumen una posición cercana al fondo y con actitud estática, como indicando que se encuentran prestas a iniciar la construcción del nido, al momento que los machos territoriales protegen los sitios del nido, ocupando un estrato de 5 a 10 cm sobre el fondo persiguen a los intrusos, generalmente sin molestar a la hembra que entonces se dedica a la construcción del nido, para protegerla de la conducta agresiva de dichos intrusos. La prueba de que la señal visual de ver a la

hembra casi pegada al fondo le sirve al macho para distinguir sexos, es el hecho de que machos que se encuentran descansando en el fondo son cortejados por otros machos (Newcombe y Hartman 1979). La siguiente señal visual es el nido que señala a una hembra preparada para desovar y esto inclina al macho a decidirse por una hembra, prefiriendo los que estén más escondidos y más seguros para el desove.

En la trucha silvestre se ha observado que la hembra termina la construcción del nido horas antes del desove; el retardo en desovar se piensa puede dar tiempo a la desintegración del tejido conectivo ovárico que mantiene unidos a los óvulos, durante este lapso de tiempo la hembra se mantiene relativamente inactiva pero puede mostrar señales que aseguren la continuidad de la actividad de cortejo, de por lo menos un macho, estas señales pueden ser:

- su permanencia cerca del fondo
 - su conducta de salir repentinamente del nido para regresar inmediatamente a éste
 - el movimiento de la grava o guijarros adyacentes al nido mediante un aleteo caudal cadencioso. Aunque puede haber otro tipo de señales hasta ahora no detectadas.
- Newcombe y Hartman (1979) agregan que el movimiento de

la aleta caudal parece tener otro fin adicional, el de rearreglar los guijarros gruesos o burdos que pudiesen maltratar a los huevos cuando caen ya fertilizados por el semen.

Los movimientos de la hembra previos al desove pueden servir para mover los óvulos hacia la parte posterior de la cavidad celómica, finalmente la hembra se coloca en el centro del nido y se tiende sobre el fondo. Esto atrae al o a los machos para que entren al nido, si por algún motivo la hembra no es ta lista para desovar, todos los peces salen simultáneamente del nido y los machos reinician sus actividades de cortejo, el como es que se dan cuenta que la hembra no esta lista y salen al mismo tiempo es todavía una interrogante (Newcombe y Hartman 1979).

Una vez ya preparados para desovar, los organismos se colocan casi pegados al fondo (0 a 5 cm), la hembra debe estar inclinada con el hocico hacia arriba y la parte caudal hacia abajo, entonces el macho empieza a abrir y cerrar el hocico, la hembra lo imita y proyecta su opérculo (produciendo destellos); los músculos de ambos se estremecen con vigor para li berar los productos sexuales a un mismo tiempo (Newcombe y Hartman 1979).

Otro proceso en donde se pone de manifiesto la conducta de las truchas es en la selección de presas para su alimentación (Fahy 1980), esto es, para presas de origen planctónico no hay una selección consistente de presas, siendo la causa el que no halla una diferencia significativa en las dimensiones de las distintas presas, sin embargo muestran preferencia por pequeños crustáceos, aún habiendo otras presas de menor o igual tamaño, lo que indica que existen varios factores que contribuyen a la elección de una presa.

Cuando el pez se encuentra en competencia por el alimento; la correlación del tamaño depredador - presa se acentúa (el tamaño de la presa se incrementa conforme se incrementa el tamaño del depredador). Al mencionar tamaño de la presa, la medida más significativa es el ancho, más que el volumen o su superficie en longitud (Fahy 1980).

Hábitos sociales - de manera natural la trucha arco-iris no es un animal estrictamente gregario, pudiéndosele encontrar en pequeños grupos, situación que se acentúa en la época de reproducción (Elorza 1970).

Al ir creciendo las truchas se inicia un proceso de jerarquización en el que están involucrados, el tamaño, las feromonas y la conducta agresiva de los organismos (de los cuales ya han sido tratados los primeros dos conceptos, en párrafos an-

teriores de este trabajo). Este último concepto no se encuentra tan acentuado para la trucha arco iris como para otros salmónidos, como *S. trutta*, en donde cierta conducta aparentemente agresiva puede ser en realidad una conducta de defensa.

Los movimientos más frecuentes de conducta agresiva dentro de salmónidos son; las amenazas frontales, los mordiscos y las persecuciones, pero de estas actitudes el movimiento de zigzagueo o de un lado para otro es realizado sólo en respuesta a una agresión previa (Kallerberg 1958; Jenkins 1969). La efectividad de este movimiento está relacionada con la jerarquía de los organismos; si el movimiento es ejecutado hacia un organismo de rango social igual o inferior al del ejecutor la defensa es efectiva pero si el ejecutor es inferior al agresor la defensa no es efectiva. La efectividad del movimiento de zigzagueo se anula también, si el pez defensor efectúa una actitud agresiva posterior al movimiento de defensa, pero si sólo realiza el zigzagueo el agresor se retira. El movimiento de zigzagueo va acompañado de la extensión de sus aletas pectorales mantenidas en un plano horizontal con su ancho paralelo a lo largo del pez, esta posición de las pectorales puede ser para mantener la inclinación del cuerpo durante el movimiento, la aleta dorsal permanece ligeramente comprimida, la inclinación del cuerpo asemeja una postura de dominancia, semejante a la que se observa en el desove, bate su aleta cau

dal con una velocidad de 4 a 7 movimientos en un intervalo de 0.8 a 1.5 seg. La actitud de defensa es realizada a una distancia de 10 a 35 cm distante del agresor e invariablemente el movimiento es en dirección opuesta a éste (North 1979).

6.3.5 Cuadro ecológico

La trucha arco-iris se desarrolla bien en aguas frías, limpias, cristalinas y bien oxigenadas.

6.3.5.1 Rangos de tolerancia a parámetros físico-químicos (Leitritz, et.al. 1976)

	Rangos Normales	Rangos Extremos
Temperatura	7° - 18°C	3.6° - 24°C
Oxígeno Disuelto	8 - 12 ppm (partes por millón)	5 ppm
CO ₂	2 ppm	2.3 ppm
pH	6.7 - 8.2	6.5 - 8.3
Alcalinidad	5 - 31 ppm	5 - 31 ppm

6.3.5.2 Habitat (ambientes en que se desarrolla la trucha)

6.3.5.3 Tipo de fondo

El tipo de fondo preferido por la trucha arco-iris es el gui

jarroso-arcilloso, sobre todo en la época de desove, los fondos con arena y grava también son seleccionados (op. pers. Huet 1978; Elorza 1970). En condiciones de cultivo, los reservorios con fondos lisos no motivan a la trucha a presentar conducta reproductiva.

6.3.5.4 Tipo de vegetación

La vegetación exterior circundante a la zona donde se encuentra la trucha, está constituida por lo general de: bosques de encinos, coníferas y pastos, que se encuentran protegiendo las laderas de los ríos y arroyos, lo que ayuda a limitar la erosión de los suelos y contribuye por consiguiente a mantener limpias las aguas. Cuando ésta cubierta vegetal es substituida por cultivos, se rompe el equilibrio y las aguas se vuelven turbias durante las épocas de lluvias, creándose condiciones inadecuadas para el desarrollo de las truchas, limitando o disminuyendo su abundancia (Ramírez y Sevilla, 1962).

6.3.5.5 Depredadores y competidores

Se menciona como depredadores a:

1. Cucarachón de agua (insecto) depredador de crías

2. Aves como "los perros de agua", zancudas, garzas, martin pescadores
3. Reptiles - culebras, tortugas
4. Peces - las truchas mismas, los ciprinidos y catostomidos (carpas, y matalotes), estos dos últimos destruyen sus nidos o enturbian el agua. (Ramírez y Sevilla 1962)
5. Mamíferos - nutrias, mapaches, osos y ratones.

Como competidores se tienen a otros salmónidos (salmón y otras especies de truchas).

6.4 Cultivo

6.4.1 Tipos de cultivos

El tipo de cultivo a desarrollar estará supeditado principalmente por la capacidad de agua; las condiciones económicas; la finalidad particular de la persona o grupo que desarrolle el proyecto.

De acuerdo a lo anterior se puede hablar de:

1. Granjas de iniciación y repoblación. La finalidad de estos lugares es la producción de crías para repoblación de cuerpos de agua naturales (ríos, arroyos, lagos); distribución anual de estas crías a comunidades ejidales que posean las condiciones necesarias para cultivarla, ya sea para autoconsumo o para venta; y finalmente para distribución a otras granjas, ésta distribución puede realizarse por venta o por donación.

En nuestro país sólo las granjas estatales realizan este tipo de actividad, se pueden mencionar entre ellas a El Zarco, en el D.F. que en 1981 produjo 7 millones de crías; Matzinga en Veracruz, con una producción de 1 millón de crías en 1981, cabe señalar que esta granja no es sólo de iniciación sino también lleva hasta tamaño comercial para la venta de trucha de mesa teniéndose proyectado producir 60 toneladas y otra granja es Pucato, Mich.

En otros países como Estados Unidos, Australia, Canadá, etc., existen granjas privadas y estatales que solo producn huevo y lo venden ya oclado.

2. Granjas ó centros de ciclo completo. En este tipo de cultivo se tiene:

Reproductores ó pie de cría

Huevos

Alevines

Crías

Juveniles

Comerciales (animales de 280 gr. a 400 gr.)

Hay algunas granjas comerciales que no poseen pie de cría y obtienen los huevos de granjas de iniciación, ó los obtienen por importación.

En relación al grado de producción se puede hablar de:

Cultivo Extensivo. Se realiza en los cuerpos de agua naturales y la alimentación es natural (insectos, larvas de estos, crías de otros peces).

Cultivo Semi-intensivo. En estos cultivos se puede utilizar estanquería rústica (reservorios de tierra y piedras), o semi-rústica (reservorios con fondo de tierra pero los lados pueden ser de cemento ó de piedras y cemento). La alimentación ya no es sólo natural, se complementa un poco con alimentación artificial.

Cultivo Intensivo. En este tipo de cultivo se busca producir la máxima cantidad de organismos en el mínimo espacio, para lo cual se utiliza estanquería de concreto, fibra de vidrio y la alimentación es netamente artificial, aunque la alimentación natural no deja de existir.

En base a lo anterior, Huet, M. (1978) ha considerado la cantidad mínima requerida para cada tipo de cultivo:

Para cultivo extensivo se requieren - 5 l./s.

Para cultivo semi-intensivo se requieren - 10 l/s

Para cultivo intensivo se requieren - 100 l/s.

6.4.2 Elección del lugar de cultivo

La elección del lugar propicio para el desarrollo de una granja de trucha, está dada por la cantidad, calidad y temperatura del agua, que aseguren un contenido de oxígeno suficiente y constante, esto en cuanto a requerimientos hidrográficos.

Por lo que toca a su localización no deben encontrarse industrias, tierras de cultivo, o poblaciones cercanas que puedan vertir aguas contaminadas o sustancias tóxicas que puedan

llegar al cultivo. La granja debe tener un fácil acceso a los lugares de venta, buena comunicación con centros de población para la mano de obra requerida, fácil acceso para los materiales de construcción.

Por lo tanto mientras las condiciones o requerimientos arriba mencionados se cumplan, la granja puede ser instalada en; montaña, llanura y hasta en las proximidades del mar. No obstante se pueden considerar terrenos ideales, a los que presenten una relativa pendiente, pues facilitan una buena circulación del agua por gravedad y evitan grandes excavaciones, elevación de los ductos, de las paredes y pisos de los primeros reservorios. (Huet, M. 1978; Rubín, R. 1976).

Cuando la fuente de abastecimiento sea un manantial que brote a mitad de una llanura o sobre la planicie superior de una meseta, se recomienda prolongar el canal de abastecimiento hasta donde se encuentre una inclinación en el terreno, puesto que abarata el costo de construcción, en comparación, con instalaciones que se construyan en la planicie, sin prolongar el canal de abastecimiento, (Rubín, R. 1976). Por otra parte, a los lagos, lagunetas y presas artificiales sólo se les harán modificaciones en sus riberas para hacerlas funcionales, (Rubín, R. 1980).

6.4.3 Instalaciones

- 1) Un sistema de protección para evitar problemas con troncos y ramas durante las avenidas ó desborde del río en época de lluvias.
- 2) Toma de agua sobre el río ó el arroyo, que permita regular, mediante una compuerta (de madera, aluminio ó fibra de vidrio), el caudal de agua necesario en los trabajos de la granja. Y su equivalente más sencillo en el caso que la fuente de abastecimiento sea un manantial, pozo ó presa en servicio, (Huet, M. 1978; Rubín, R. 1976).
- 3) Canal general para la conducción por gravedad del agua hacia un punto más bajo que la toma y más alto que los reservorios, (Rubín, R. 1976).
- 4) Estanque ó depósito de decantación y distribución, a donde el caudal llega, y puede ser excavado o construído con cemento, de acuerdo a la permeabilidad del terreno, y cuya función es clarificar el agua y distribuirla razonablemente limpia entre los diferentes reservorios, (Huet, M. 1978; Rubín, R. 1976).

- 5) Filtro rudimentario (de arena, grava, canto rodado ó de carbón activado), generalmente este implemento se utiliza para ríos o arroyos, por el que pasará el agua que ha de surtir a los reservorios e incubadoras de la sala de incubación y alevinaje, y que requieren más transparencia.

- 6) Local de incubación, donde se llevarán a cabo: desove y fecundación artificiales, incubación del huevo, alevinaje y se mantienen crías hasta que alcancen 4 cm. de longitud total. Este local puede carecer de ventanas (siempre y cuando existan respiraderos) pues se ha visto por experiencia propia y por referencias bibliográficas, que el huevo y el alevín se desarrollan más grandes y más vigorosos si no reciben luz directa y se mantienen en la penumbra. El local debe ser amplio, no guardar humedad, se recomienda que el techo no sea de lámina metálica, puede ser de asbesto o de concreto.

La obscuridad dada por el local sin ventanas, puede modificarse al instalar luz fluorescente ó luz negra que permitan el conteo de huevos, y la limpieza; la luz se mantendrá encendida sólo el tiempo que duren las actividades antes mencionadas. Se contará con una puerta amplia para el acceso que debe permanecer siempre cerrada.

para evitar la entrada de depredadores potenciales o de personas que puedan transmitir algún tipo de contaminación o perjuicio a los animales.

Dentro del local se colocarán las incubadoras, que pueden ser de distintos materiales y de distintas capacidades. Puede haber de madera, fibra de vidrio, de plástico, y de vidrio. Por lo que se refiere a su forma pueden ser: (Bardach, J. et al. 1972; Huet, M. 1978; Stevenson, J. 1980)

- A) Incubadora californiana
- B) Incubadora vertical
- C) Otros tipos

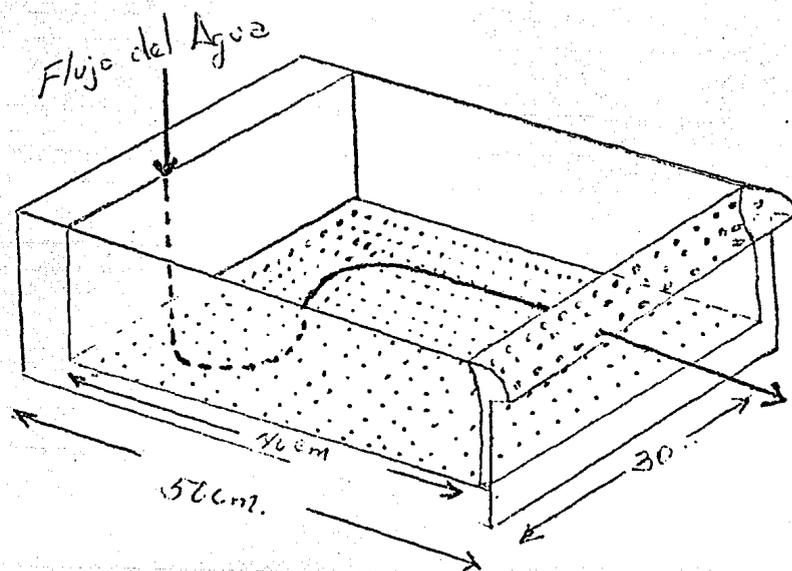
A) Este es un aparato de incubación corto, consiste de una caja rectangular de zinc, aluminio, madera, eternit, acrílico ó fibra de vidrio, que contiene una o dos bandejas de incubación. Sus dimensiones pueden ser:

Longitud		Anchura		Profundidad	
50 cm	x	20 cm	x	15 cm,	ó
100 cm	x	50 cm	x	25 cm	

En este tipo de incubadoras la corriente es ascendente a través de la bandeja, obteniendo con esto una buena

oxigenación y una autolimpieza de las materias en suspensión que se depositan en el fondo. Con el fin de obtener una mejor circulación del agua en el interior de la caja externa el desague debe ocupar la anchura de ésta (Fig 12).

Fig. 12. Incubadora Californiana



- B) Este tipo de incubadoras, aprovechan al máximo el espacio y son de una gran capacidad. El modelo más usual es una armazón de aluminio y fibra de vidrio con 8 depósitos ó charolas. Cada charola está constituida por

un recipiente exterior destinado a recibir, bañada en agua, la bandeja de fibra de vidrio y tela de mosquitero, que contendrá los huevos, posee una tapa del mismo material.

Las dimensiones del armazón son: 80 cm. de altura x 63 de largo y 54 cm. de ancho.

La parte exterior de las charolas ó depósitos miden: 62 cm. de largo x 53 cm. de ancho x 9 cm. de altura

Y la parte interior o bandeja que recibe a los huevos mide: 40 cm. de largo x 35 cm de ancho x 5 cm de altura.

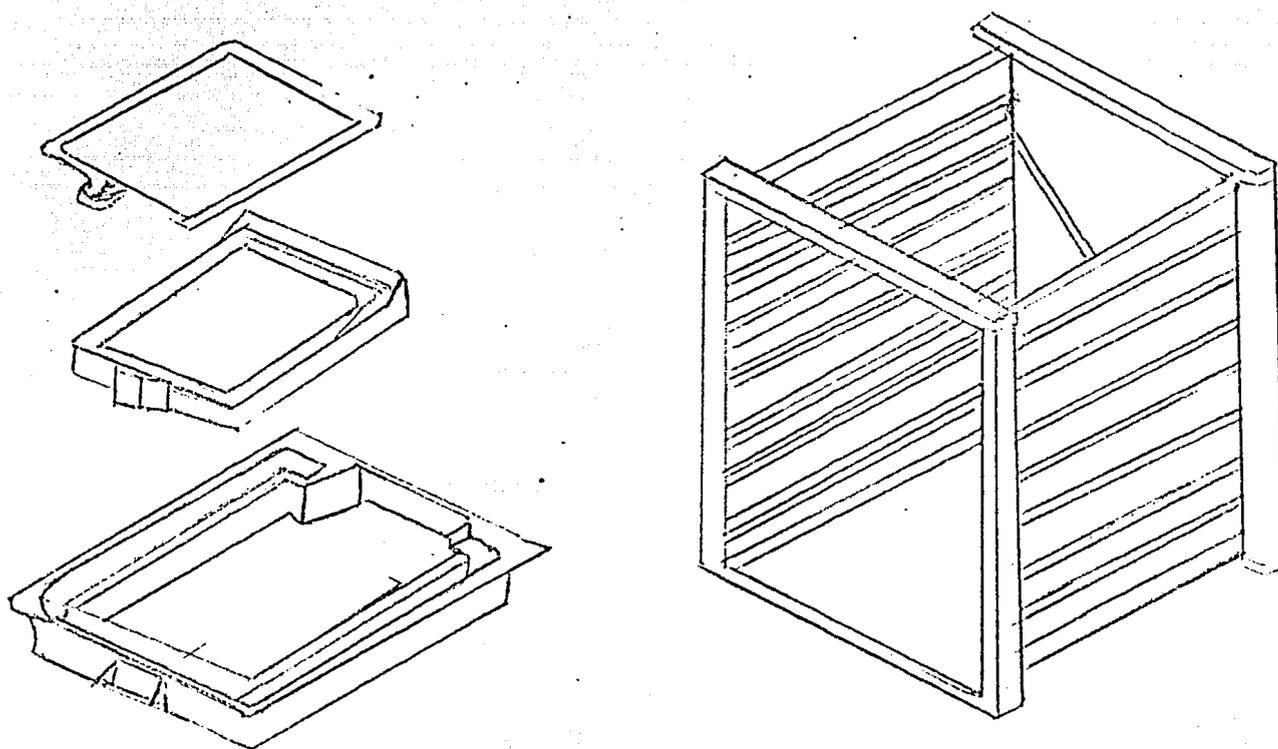
Cada charola puede contener hasta 10,000 huevos de salmón y un poco más de trucha, que son más pequeños (4 mm de diámetro).

A una incubadora se le puede yuxtaponer otra con lo que el número de huevos por m² se duplica (de 80,000 a 160,000).

El caudal de agua necesario para este tipo de incubadoras varía de 15 a 45 lt/min, el agua, proveniente de

una llave, llega por encima del armazón (la caída de agua es de 10 a 20 cm.), y entra en la charola ó depósito, por el movimiento ascendente en el interior de la charola baña los huevos ó alevines, luego rebosa y cae en la charola inferior. (Fig 13).

Fig. 13. Incubadora Vertical



- c) Vibert (1959), y Huet, M. (1978) describen una incubadora vertical en la cual las charolas son sustituidas por cubetas de plástico de doble fondo, con 12 lt. de capacidad y que dan cabida a 80,000 huevos, que reciben tam-

bién, como en el caso anterior un flujo ascendente. El sistema se complementa con un dispositivo que permite la desinfección automática con verde de malaquita.

En Italia se practica la incubación en grandes garrafas de: 80 cm de altura por 35 cm de diámetro, con 70 lt. de capacidad y a las cuales se les colocan unos 400,000 huevos (50 lt. de huevos).

Otra parte constituyente del local de incubación son las canaletas de alevinaje y de crías en su primera fase (hasta 4 cm.). Que incluso pueden servir para el huevo, pues en éstas se pueden colocar charolas con huevo.

Las canaletas de alevinaje pueden ser de cemento, de cemento con la pared interior de azulejo, de fibra de vidrio ó tabique.

Las dimensiones son 2 a 3 m. de longitud x 0.50 a 0.80 m. x 0.25 a 0.35 m., y con respecto al suelo su borde superior debe tener 1.10 m. sobre éste. Y pueden ser; sencillas ó dobles.

En cada canaleta el flujo de agua entra por un extremo y sale por el otro, recorre a todo lo largo de la misma, esta

llegada y salida del agua, por la forma de la canaleta y su desagüe debe permitir una buena circulación del agua de abajo hacia arriba. La utilidad de estas canaletas es durante el alevinaje y crías hasta los 2.5 ó 3 cm de longitud total (Fig 14).

Existen otros tipos de reservorios; circulares, cuadrados, pero para esta etapa el autor recomienda la forma rectangular porque facilita el inicio de la natación en los alevines, sin fatigarlos en esta etapa inicial, existe buena distribución de la oxigenación y del alimento.

Dentro de la caseta de incubación pueden estar presentes de manera opcional canaletas de 3 a 4 m de largo x 0.60 m de ancho x 0.60 m de profundidad, y tinas circulares de 1.5-2.5 m de diámetro x 1 m de profundidad que son útiles para las crías de 4 y 5 cm de longitud total, respectivamente. Principalmente para los organismos de 3 a 5 cm de longitud total los reservorios circulares permiten una buena circulación tangencial del agua que es regular y uniforme proporcionando una mejor distribución de la densidad y del alimento. La corriente circular se da por la entrada lateral y tangencial del agua, que es llevada a presión e inyectada oblicuamente a la superficie del agua. El desagüe se efectúa por el centro de la tina mediante un orificio que puede ser de diáme-

Fig. 14. Canaleta de Alevinaje y Crías

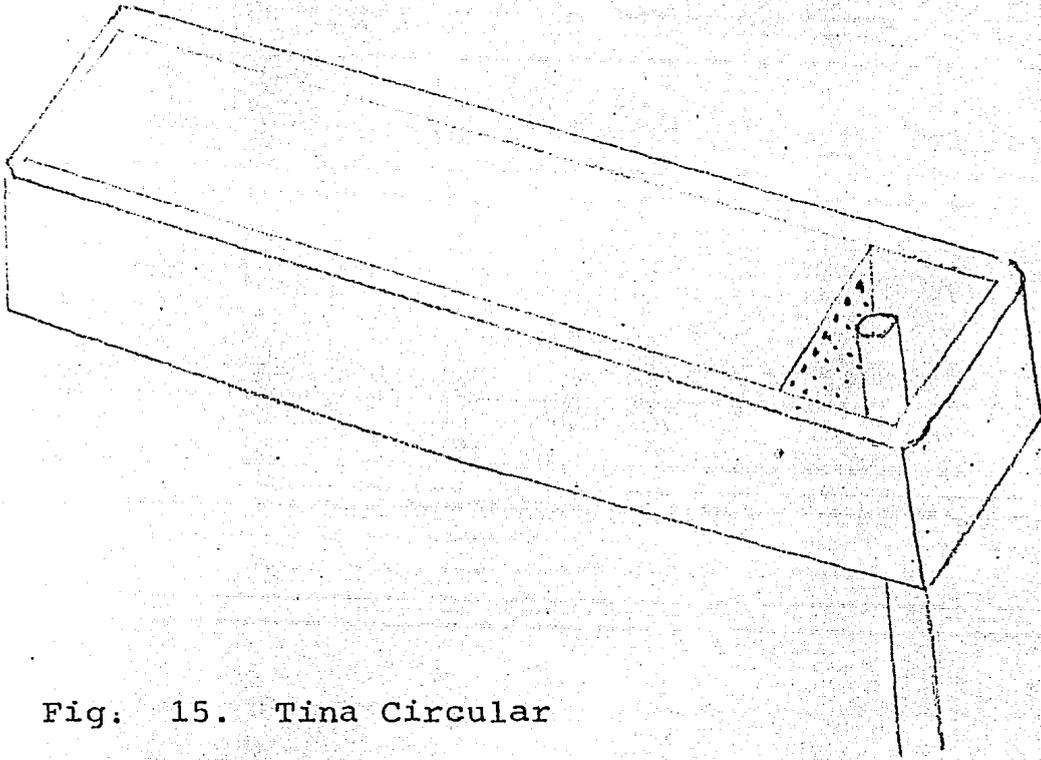
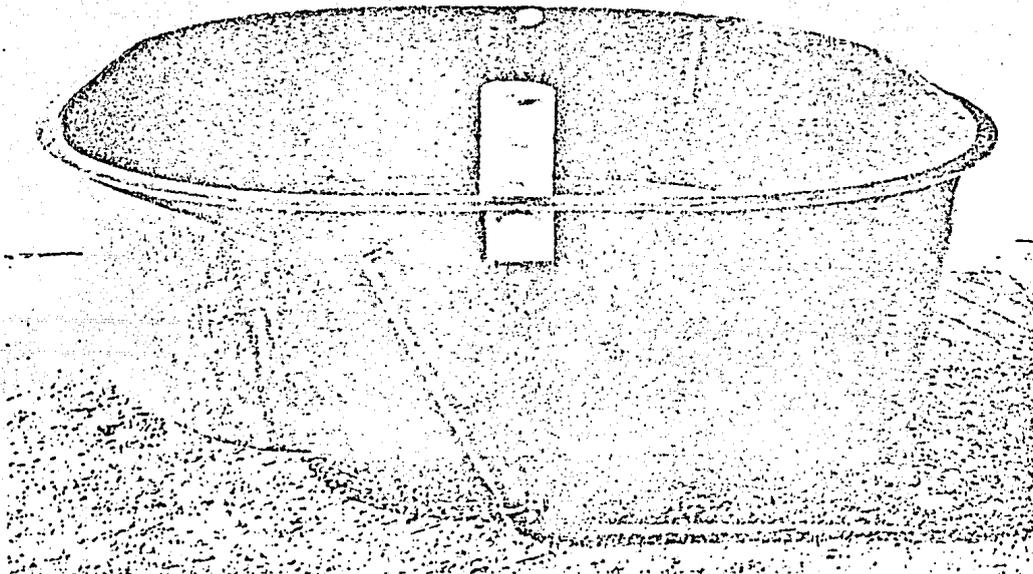


Fig: 15. Tina Circular



tro proporcional al flujo de agua que se reciba, (Fig 15).

- 5) Una instalación que puede estar dentro del local de incubación o estar aledaño son las canaletas o tinajas para el desove artificial, estas pueden ser dos reservorios cuadrados de 1 m^3 (1 m de largo x 1 m de ancho x 1 m de profundidad), que pueden estar unidos para que de un lado estén las hembras y de otro los machos listos para ser sometidos a la reproducción artificial.

- 6) Los reservorios para crías y juveniles son instalaciones que sólo se realizan para granjas de cultivo semi-intensivo ó intensivo de ciclo completo, pues las granjas con fines extensivos o con fines de repoblación disponen sólo del local de incubación y estanques de reproductores. (Tabla 14).

Respecto a la tabla 14 debe de mencionarse que las magnitudes antes descritas para los reservorios pueden ser modificadas según las necesidades del cultivo.

Todos los reservorios deben poseer una alimentación y desague independientes, para facilitar el vaciado individual y además evitar la diseminación de enfermedades.

TABLA 14. MAGNITUD DE LOS RESERVORIOS PARA CRIAS Y JUVENILES: (RUBIN, R.1974; HUET M. 1978; STEVENSON, J.1980)

<u>Tallas de las truchas</u>	<u>Reservorios (Long. x anchura x prof.)</u>
Crías de 4-6 cm de long. total	Canaletas de 6 m x 0.60 m x 0.60 m con capacidad de 8000 a 4000 animales.
Crías de 6-10 cm	Canaletas de 10 m x 1 m con capacidad de 5000 a 2000 animales
Juveniles de 10-15 cm	Canaletas de 15 m x 1 ó 1.5 m x 1 m. con capacidad de 4000 a 1500 animales
Juveniles de 15 cm en adelante	Pueden utilizarse estanques de 30 m x 20 m x 1.20 ó 1.5 m., ó canales de corriente rápida de 30 m x 3 a 5 m x 1.20 m. Con capacidad de 1 a 1.5 toneladas de pez (ó 10 a 15 kg por m ²).
Reproductores	Estanques circulares de 4 m de diámetro x 1.2 m de profundidad

- 7) Ductos ó tuberías individuales para suministrar agua a cada reservorio a partir del depósito de decantación o de los filtros.
- 8) Canales de desagüe individuales, proporcionales en su capacidad en relación al flujo de entrada de agua. Estos pueden finalizar en una especie de embalse, donde el agua puede reoxigenarse antes de regresar al río de donde originalmente proviene, ó en caso de tener otro origen el flujo de agua residual puede ser utilizado para otros fines (actividades de riego u otros fines).
- 9) Dependencias anexas

Oficina - lugar de trabajo para los técnicos y donde se tendrá toda la información en cuanto a:

Producción (mensual y anual)

Biomasa existente en los diferentes ciclos de cultivo
(peso x no. de animales)

Análisis poblacionales

Compras y Ventas

Proyectos de desarrollo de la granja

Relación del personal

Otras actividades

Laboratorio. De ser posible, debe existir para poder diagnosticar a tiempo cualquier anomalía relacionada con el cultivo.

Almacén ó bodega - lugar completamente seco y bien aireado para ser utilizado. Aquí se tendrá el material de trabajo - redes, separadores, filtros, cubetas, jergas y trapos de limpieza, desinfectantes (verde de malaquita, azul de metileno, formol, etc.), básculas, recipientes de distribución para ventas, uniformes y botas de material impermeable, guantes, mangueras, probetas, buretas, pipetas, vasos de precipitados, bandejas y coladeras para recibir los huevos, molinos y tamices para el alimento, ictiómetro (implemento para medir a los peces en longitud y altura), y aquí se almacenará el alimento.

Herramientas para el arreglo de desperfectos, bombas y compresoras para alguna emergencia en que se necesiten aerear los reservorios, lámparas de repuesto, bolsas de plástico, difusores, botellas de oxígeno, tanques de transporte (estos últimos 4 implementos son para transporte de peces vivos), etc.

Casa y garage - para el técnico ó piscicultor que sea el residente de la granja.

Cámara frigorífica si se requiere.

Una instalación que debe estar separada del resto de los reservorios y de la caseta de incubación es el local de cuarentena (puede ser un local cubierto ó simplemente estanques a la intemperie), que puede tener 2 ó 3 reservorios de 5 m x 1 m x 0.75 m y 2 ó 3 canaletas de 3 m x 0.60 m x 0.60 m., estos reservorios recibirán a animales traídos de otras granjas, organismos silvestres ó a los animales enfermos, para evitar que contagien a los demás.

Vehículo de transporte - no es una dependencia, pero si una parte muy importante para el transporte de: peces vivos y muertos, material necesario para la granja, alimento, etc.

6.4.4 Materiales empleados en los cultivos

Aquí se mencionan algunos implementos que facilitan las labores de manejo dentro del cultivo: (De hecho ya se hizo mención de algunos en las páginas anteriores).

Seleccionadores. Su función es la de mantener poblaciones más o menos homogéneas, respecto a tallas, en cada reservorio.

Su forma y materiales pueden ser variados; son cajas con un fondo constituido por varillas de aluminio ó de P.V.C., que pueden tener un sentido horizontal ó vertical con respecto a la longitud de la caja. Las varillas tendrán una separación entre sí, cuya magnitud será acorde con el ancho de los peces que se quieran separar, donde; los menos anchos (más chicos) atravesarán las varillas, mientras que, los más anchos (más grandes) se quedan dentro de la caja. (Figs 16 y 17).

Hay otro tipo, lo constituyen los seleccionadores automáticos, que son unos cilindros tubulares que se recorren a todo lo largo del reservorio, también pueden ser tipo Bachmeyer, con tubos intercambiables, con éstos se pueden separar peces de 3 a 30 cm (Bardach J.et. al. 1972; Huet, M. 1978; Stevenson, J. 1980; etc.).

Estabulación. Antes de la salida de la trucha a sus destinos de consumo, repoblación, etc., ésta tiene que ser separada dentro de los reservorios y colocada en cajas (de madera ó fibra de vidrio, con fondo y lados formados por red, los lados son opcionales en cuanto a llevar red o ser cerrados).

El tamaño de las cajas, es más bien cuestión de criterio, pero siempre debe considerarse la facilidad de manejo. Algu-

Fig. 16. Seleccionadores para Trucha Comercial

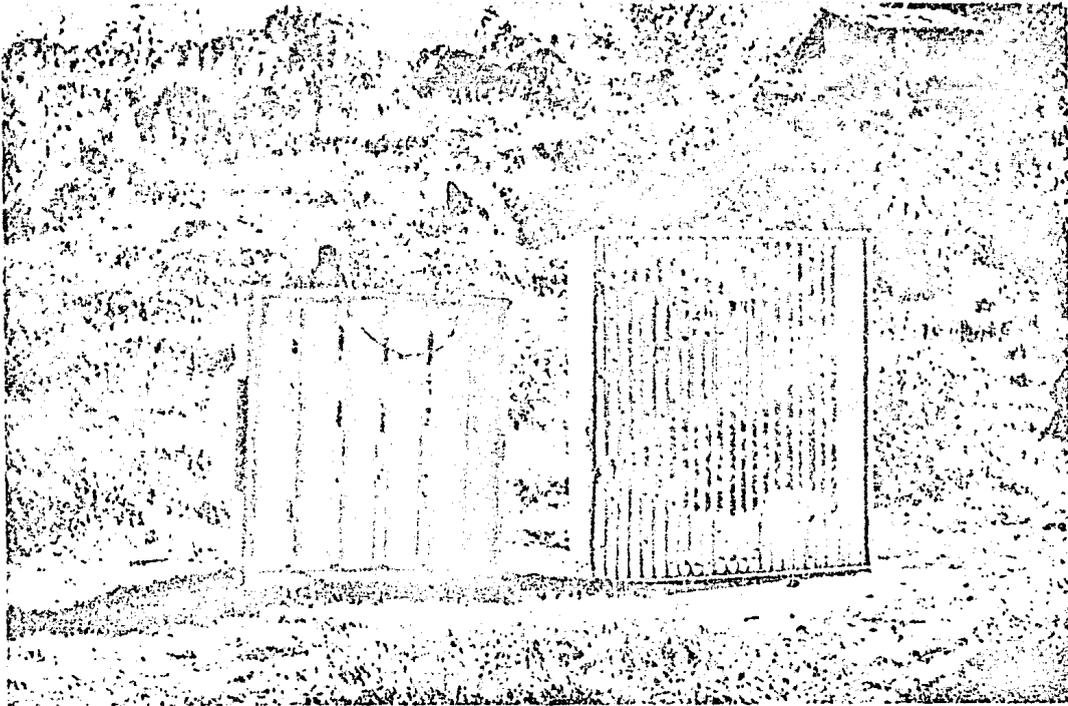
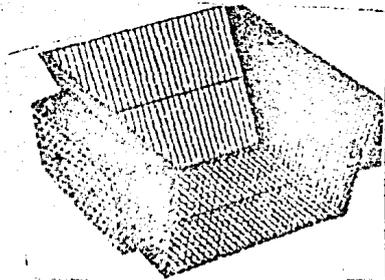


Fig. 17. Seleccionadores para Crías



nos ejemplos de la magnitud de estas cajas son:

Longitud		Anchura		Profundidad
1.5 m	x	1.5 m	x	0.40 m
1.5 m	x	1.0 m	x	0.60 m
1.0 m	x	0.6 m	x	0.30 m

De no contar con cajas se emplean redes a manera de canastillas.

Redes. El tipo más utilizado es el chinchorro, red de arrastre o traina; que consiste en una red rectangular y que a veces posee una abolsamiento en la parte media, en la parte superior de la red se le sujetan flotadores y en su parte inferior se le colocan plomos para que al arrastrarla por sus extremidades no se levante. Las dimensiones del chinchorro están determinadas por el tamaño de los estanques. Por ejemplo se pueden utilizar redes de 20 m de largo por 3 m de caída ó 6 m de largo por 2 m de caída.

Redes de cuchara o manuales son empleadas constantemente en el manejo, con éstas se pasan los animales de un lugar a otro, se sacan los animales muertos, se atrapan para ser contados, etc.

En su fabricación generalmente se emplean: aluminio, redes de nylon y pueden ser de distintas formas; circulares, rectangulares, triangulares, en forma de herradura, etc., la longitud de su mango ó tubo sujetador va de 10 cm hasta 5 m., Figs 18 y 19.

Otro método de atrapar los peces se lleva a cabo mediante la electricidad. Consisten en una serie de tubos unidos a una batería, cuya corriente va de 0.5 a 10 amperes y el voltaje comprende de 150 a 250 voltios, los tubos cargados se ponen en contacto con el agua del estanque o reservorio y se provoca un shock eléctrico que lo paraliza por unos instantes, si es de baja intensidad, ó, los mata instantáneamente si la intensidad es alta, esto último es recomendable para evitar las substancias internas que segrega la trucha cuando es sacada fuera del agua y muere por asfixia, porque dichas substancias modifican el sabor final de la carne, no de una manera completa pero si parcial.

Para la limpieza se utilizan cepillos; jaladores (especie de cepillo pero con base de hule), mangueras unidas a bombas de succión para quitar el alimento desperdiciado del fondo de los reservorios junto con los desechos orgánicos, trapos de jerga, franela y para el personal se les deben proporcionar uniformes ahulados, baberos de hule ó plástico y botas de hu

Fig. 18. Caja de Estabulación para Adultos (1.5 m x 1.5 m)

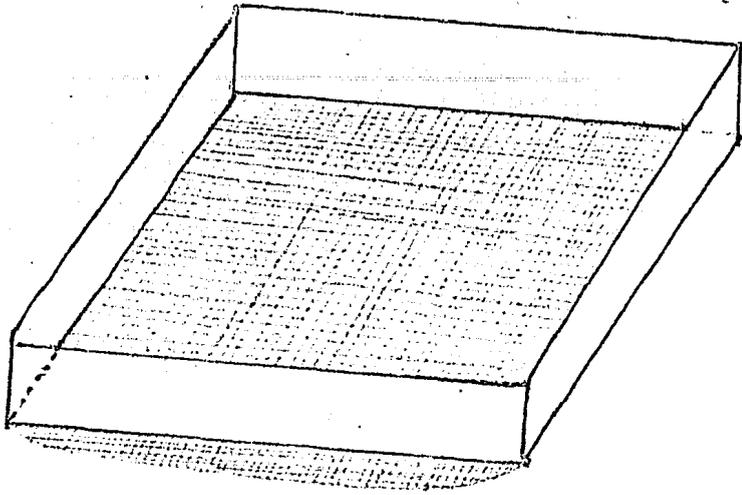
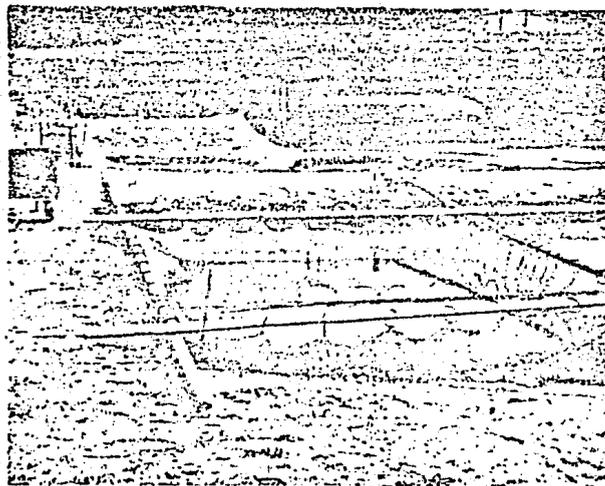
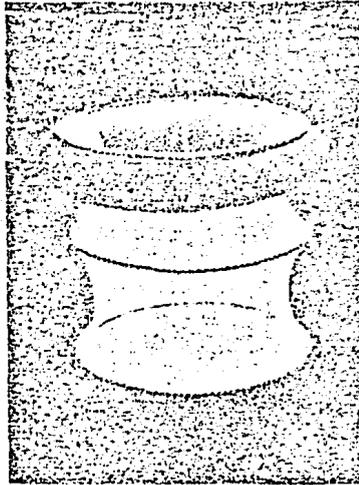


Fig. 19. Cajas de Estabulación para Crías y Comerciales



le. En la alimentación se emplean bandejas de plástico, cubetas, tamices para la diferente granulometría, molinos, básculas para llevar un registro diario por reservorio del alimento proporcionado.

Del material utilizado en la fecundación artificial y la incubación se habla en los siguientes capítulos, por lo que no se mencionarán aquí.

Para el transporte y comercialización se tiene:

Cajas de plástico, cajas de poliuretano, bolsas de plástico, tanques de oxígeno y báscula de reloj para pesar a los animales de venta. Se utilizan pequeños carritos de 2 ó 4 ruedas para transportar costales de alimento, cubetas. etc.

En el caso particular del Rancho El Pedregal se dispone de una camioneta pick up y de un camión con capacidad de 3 toneladas.

Otro material empleado son las hojas de registro; y sirven para llevar un control de nuestra población y ver sus tasas de crecimiento; mortalidad; F.C.A., (a continuación se agregan algunas muestras de hojas de registro).

iteo de Huevos

jilla # _____

cha _____ # de Huevos _____ Temperatura _____
ra: _____ Hora _____ Hora _____ Hora _____
servaciones _____

cha _____ # de Huevos _____ Temperatura _____
ra: _____ Hora _____ Hora _____ Hora _____
servaciones _____

cha _____ # de Huevos _____ Temperatura _____
ra: _____ Hora _____ Hora _____ Hora _____
servaciones _____

cha _____ # de Huevos _____ Temperatura _____
ra: _____ Hora _____ Hora _____ Hora _____
servaciones _____

cha _____ # de Huevos _____ Temperatura _____
ra: _____ Hora _____ Hora _____ Hora _____
servaciones _____

cha _____ # de Huevos _____ Temperatura _____
ra: _____ Hora _____ Hora _____ Hora _____
servaciones _____

cha _____ # de Huevos _____ Temperatura _____
ra: _____ Hora _____ Hora _____ Hora _____
servaciones _____

cha _____ # de Huevos _____ Temperatura _____
ra: _____ Hora _____ Hora _____ Hora _____
servaciones _____

DEPARTAMENTO DE PESCA
 DIRECCION GENERAL DE ACUACULTURA
 SUBDIRECCION DE AGUAS PROTEGIDAS
 OFICINA DE ACUACULTURA INTENSIVA

HOJA DE CANTIDADES DE ALIMENTO DIARIO

PROGRAMA		ESPECIE			FECHA
NUMERO DE RESERVORIO	HORA	CANTIDAD DE ALIMENTO O FERTILIZANTE	TEMPERATURA AMBIENTAL	TEMPERATURA DEL AGUA	OBSERVACIONES
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

FORMATO QUINCENAL PARA DETERMINACION DE VARIABLES

GRAMA		RESERVATORIO				FECHA			
EJE	L.P.	A	W	KM	NO. EJE	L.P.	A	W	KM.
1					26				
2					27				
3					28				
4					29				
5					30				
6					31				
7					32				
8					33				
9					34				
10					35				
11					36				
12					37				
13					38				
14					39				
15					40				
16					41				
17					42				
18					43				
19					44				
20					45				
21					46				
2.2					47				
23					48				
24					49				
25					50				

ECIE					
ICES	1	2	3	4	5
DE E.J.					

LP
 A
 W
 KM

DE EJEMPLARES PROMEDIO _____

ACION PROMEDIO _____

DIRECCION GENERAL DE ACUACULTURA
 SUBDIRECCION DE AGUAS PROTEGIDAS.
 OFICINA DE ACUACULTURA INTENSIVA.

FORMATO MENSUAL DE INTEGRACION Y DETERMINACION DE VARIABLES DE CRECIMIENTO

PROGRAMA	ESPECIE						FECHA				TOTAL AN PROMEDI
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
RESERVORIO											
W 2 W 1 W Δ											
LP 2 LP 1 LP Δ											
A 2 A 1 A Δ											
KM 2 KM 1 KM Δ											
NUMERO DE ANIMALES											
CANTIDAD DE ALIMENTO											
TASA INSTANTANEA DE CRECIMIENTO											
TASA INSTANTANEA DE MORTALIDAD											
FACTOR DE CONVER SION DE ALIMENTO											

DEPARTAMENTO DE PESCA
 DIRECCION GENERAL DE ACUACULTURA
 SUBDIRECCION DE AGUAS PROTEGIDAS
 OFICINA DE ACUACULTURA INTENSIVA

TABLA DE CONCENTRACION MENSUAL DE PARAMETROS AMBIENTALES

PROGRAMA		ESPECIE										FECHA
RESERVORIO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL PROMEDIO
SALINIDAD	1- 2-											
TEMPERATURA AMBIENTAL	MAX MED DSTD MIN											
TEMPERATURA DEL AGUA	MAX MED DSTD MIN											
OXIGENO DISUELTO	1- 2-											
PROFUNDIDAD	1- 2-											
PENETRACION DE LA LUZ	1- 2-											
pH	1- 2-											
K	1- 2-											
CANTIDAD DE ALIMENTO (QUINCENAL)												
OBSERVACIONES												

DEPARTAMENTO DE PESCA
 DIRECCION GENERAL DE ACUACULTURA
 SUBDIRECCION DE AGUAS PROTEGIDAS
 OFICINA DE ACUACULTURA INTENSIVA

TABLA DE CONCENTRACION QUINCENAL DE PARAMETROS AMBIENTALES

PROGRAMA	ESPECIE								FECHA	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RESERVORIO										
SALINIDAD										
TEMPERATURA AMBIENTAL										
TEMPERATURA DEL AGUA										
OXIGENO DISUELTO										
PROFUNDIDAD										
PENETRACION DE LA LUZ										
pH										
K										
CANTIDAD DE ALIMENTO (SEMANAL)										
OBSERVACIONES										

6.4.5 Transporte

Esta actividad se realiza en todas fases del ciclo de cultivo de la trucha arco iris:

Huevo - El transporte del huevo debe realizarse una vez que hayan aparecido los ojos en el embrión, y se le denomina huevo oculado. Por lo regular se emplean cajas de madera o de poliuretano cuadradas de 20 a 30 cm de diámetro x 5 ó 7 cm de altura, ó rectangulares de 22 x 32 cm., a estos se les sobrepone otras cajas ó bastidores. En el interior de las cajas se extiende una tela de franela, estambre ó de muselina que tendrá contacto directo con los huevos.

Una pila de 4 a 8 cajas se colocan dentro de una caja de cartón ó de material plástico, su fondo y todos los espacios libres serán rellenos con viruta, musgo, turba, paja, estopa -cuya función es la de amortiguador y aislante. Sobre cada bastidor en la parte superior se colocan hielos, que mantienen una baja temperatura y humedad y éstas son mantenidas por el material que recubre a los bastidores. Figs 20 y 21.

Todo lo anterior se emplea en viajes con duración de 1 a 7 días. A las cajas de cartón se les colocan indicaciones para que se manejen con sumo cuidado y precaución.

Fig. 20. Cajas para Transporte de Huevo Oculado

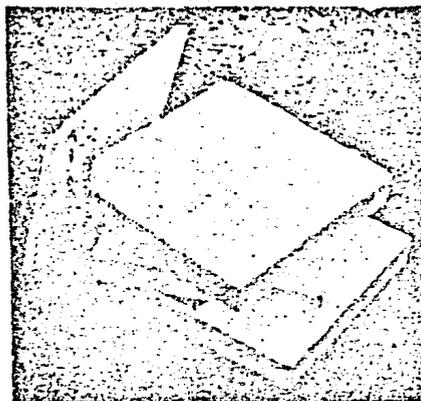
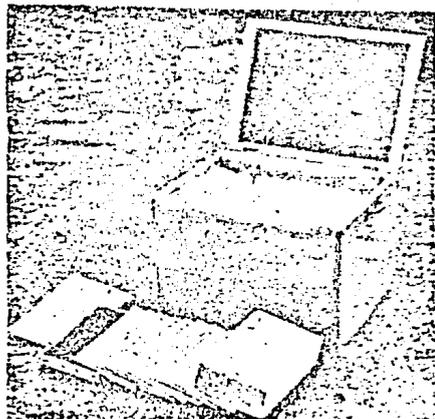
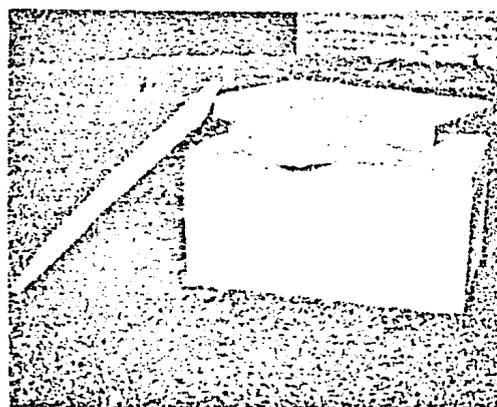
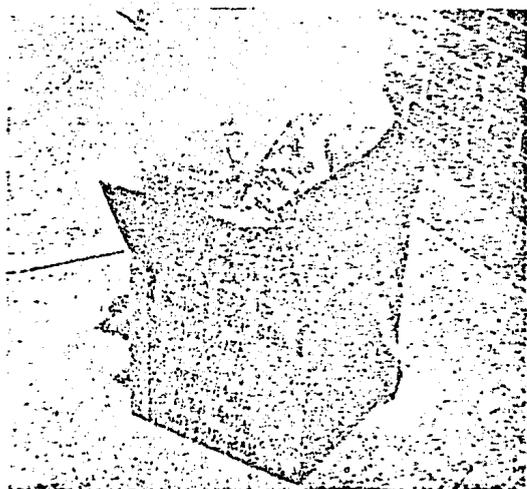


Fig. 21. Cajas para Transporte de Huevo Oculado



Para distancias largas el transporte se realiza por avión, en viajes cortos se utiliza camioneta o tren.

Al recibir los huevos se destapan poco a poco, y los bastidores son introducidos gradualmente al agua donde se desarrollarán, hasta que todos los huevos sean cubiertos por el agua, inmediatamente se sacan, se dejan transcurrir 10 min y se repite la operación hasta 5 veces. Finalmente se colocan en la incubadora.

Recientemente se han desarrollado algunos experimentos con huevos "verdes" (Laird y Wilson, 1979) que son huevos no oculados que se transportan en una solución de metil celulosa al 1% y soporta hasta 3 días sin mostrar una mortalidad anormal (9% y una sobrevivencia de 91%). Esta substancia proporciona un medio viscoso que amortigua los movimientos bruscos; su costo es relativamente barato. La buena sobrevivencia se aumenta por una adecuada aereación.

Transporte de crías - juveniles - comerciales y reproductores - Para las crías (de 2 a 6 cm) se utilizan bolsas de plástico, que se llenan de agua en una tercera ó cuarta parte de su volúmen, el resto es llenado con oxígeno, al agua se le añade hielo para mentener la temperatura baja. Se cierra el cuello de la bolsa tratando de que no escape aire y

se amarra con ligas resistentes, pueden ser restos de cámaras de llantas, por ser este material elástico y resistente. Fig 22.

La carga máxima por la bolsa es de 2 kg de trucha, y aguanta hasta 5 ó 6 horas de viaje, (Bardach, J. 1972; Huet, M. 1973; Pons, J. 1979; Stevenson, J. 1980).

Las truchas mayores de 6 cm de longitud total son transportadas en recipientes de madera, metal ó fibra de vidrio (este último es el más recomendable), con cerraduras herméticas y salidas para el vaciado de los recipientes. Sus dimensiones varían de acuerdo a las necesidades de transporte: Ejemplos de algunas dimensiones - (Fig 23).

Magnitud de algunos recipientes de transporte

Longitud		Anchura		Profundidad
65 cm	x	55 cm	x	44 cm
200 cm	x	100 cm	x	60 cm

Se trabaja con capacidades que van de 75 a 3 000 lt. Y la capacidad de carga útil es de 50 a 500 kg. de pez, respectivamente.

Fig. 22. Bolsas para Transportar Crías

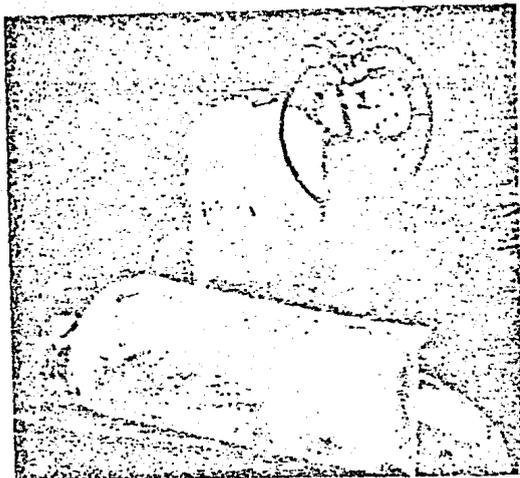
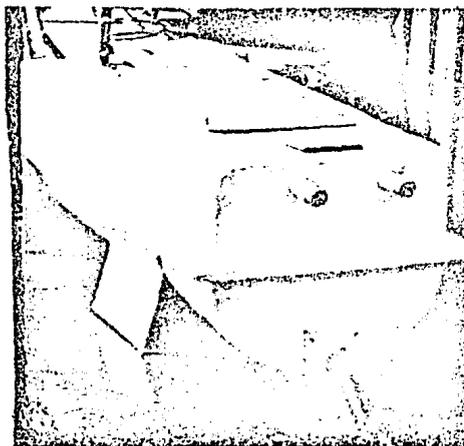
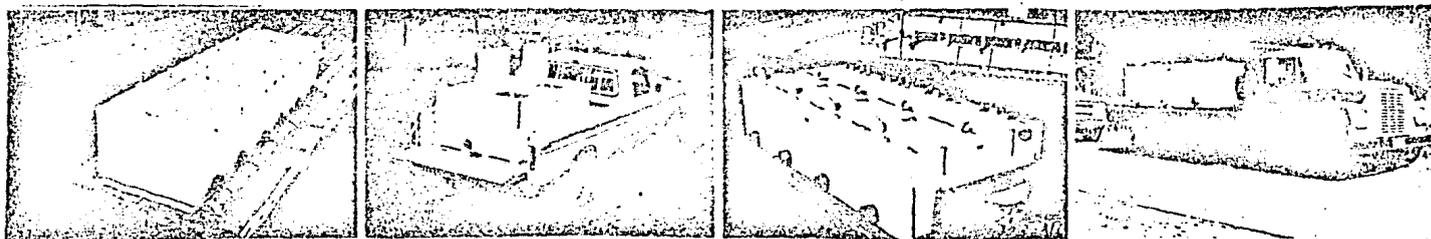


Fig. 23. Transporte para Juveniles y Adultos



Los recipientes se complementan con dispositivos de oxigenación ó tanques de oxígeno de 100 a 150 lt. de capacidad que suministran el oxígeno por una manguera que se conecta a un distribuidor de donde salen cierto número de mangueras en cuyo extremo poseen un aereador o piedra para oxigenar, ésta al ser un material poroso, forma burbujas que oxigenan el agua del recipiente. A las mangueras con sus aereadores se les puede sujetar una armazón de aluminio para asegurar que las mangueras se hundan y el reparto de oxígeno sea homogéneo y no se centre en un sólo lado. La aereación puede llevarse a cabo también mediante bombas que funcionen con baterías recargables (esto permite que la bomba sea portátil); bombas que se puedan conectar a la batería del transporte (compresor de aire de baja presión, útil para pequeños recipientes), se emplean también bombas hidráulicas que aspiran el agua del fondo y la expulsan con fuerza por encima del recipiente, provocando la caída de un chorro de agua que forma un buen burbujeo que oxigena el agua.

El oxígeno ó el aire comprimido no deben salir a los difusores con una presión mayor de 1.5 atmósferas, la presión normal de trabajo es de 0.25 a 0.75 atm., y se deben disponer los difusores de una forma uniforme en todo el fondo del recipiente. Cuando más regulares y finas sean las burbujas que salgan del difusor, mejores serán los resultados, sin em

bargo, cuando se transportan crías ó juveniles, las burbujas no deben ser demasiado finas, porque pueden producir una sobresaturación de oxígeno que ocasione graves daños o la muerte de las truchas (destrucción del mucus cutáneo, quemaduras en las laminillas branquiales), (Vollmann, S. 1975).

Todos los dispositivos de aereación u oxigenación del agua deben sujetarse correctamente al medio de transporte para evitar que éstos estén golpeando constantemente contra el ó los recipiente(s), se provoque roturas de mangueras, del distribuidor y sus llaves de regulación, y hasta peligro de una explosión al transportar oxígeno comprimido a una alta presión. Los tanques de oxígeno deben de protegerse del calor, por la acción expansiva que tiene éste sobre los gases.

El equipo de transporte debe ser mantenido en óptimas condiciones de funcionamiento y reparar cualquier irregularidad por pequeña que ésta sea.

6.4.6 Estrategias de cultivo

6.4.6.1 Cantidad de agua

La cantidad de agua aunada a su calidad - (Tabla 17) son las características que determinan; el grado de desarrollo del

cultivo y su capacidad de carga. Al considerar la cantidad de agua disponible, se debe de tomar la cantidad de agua en la época más calurosa, pues es cuando el nivel del agua baja. Y es esta medida la que debe mantener funcionando normalmente el cultivo.

Huet, M. (1978), da unas cantidades de flujo que pueden servir de base, con temperaturas inferiores a los 10°C durante la incubación y sin sobrepasar los 15°C durante el alevinaje y la crianza.

- A) Incubación 0.5 l/min por cada 1000 huevos
- B) Alevinaje y crías de 0 a 3 meses - 1 a 10 l/min por cada 1000 crías
- C) Juveniles de 6 a 12 meses - 6 a 12 l/min por cada 1000 juveniles.

Para truchas comerciales se calcula un litro/kilo, 1 litro de agua por minuto mantiene de 1 a 1.5 kg. de truchas, siempre y cuando la temperatura no rebase los 15°C, (Leger, G. 1935).

Stevenson, J. (1980), menciona como necesarios 960-1440 m³/día para producir una tonelada. Aunque con una temperatura promedio de 15°C otras fuentes (Stevenson, J. 1980) calculan

que 500 - 650 m³/día son suficientes para producir una tonelada. Todos estos cálculos son para cultivos intensivos, un menor flujo de agua es aceptable para los cultivos semi-intensivos.

Otros datos que proporciona Huet, M. (1978), son los flujos por segundo y hectárea que van de 20 a 1400 litros. En estanques naturales o artificiales con 1 m de profundidad media se puede cultivar de 10 a 15 kg/m² de superficie o m³ de agua y una máxima capacidad de carga de 30 kg/m². (Huet, M. 1978).

Según el cálculo de Léger, G. (1935), para 16 kg/m² se necesitan 10 lt/min/m² ó 1,000 lt/min/m² para soportar 1.5 toneladas.

Para una serie de estanques que cubran una hectárea (10,000 m²) que soporten 150 toneladas se necesitan 100,000 lt/min ó 1,666 l/seg.

Kostomarakov (1961) y Schaeperclaus (1961) mencionan para los cultivos intensivos - 300 a 500 lt/seg/hectárea con temperatura de 9 a 16°C, para mantener de 100 a 150 toneladas.

No se debe de olvidar que la otra característica que determina el tipo de cultivo (extensivo, semi-intensivo, intensivo) es la temperatura, porque de ella dependerá la cantidad de oxígeno disuelto (Tablas 15 y 16).

6.4.6.2 Calidad del agua

El agua de cultivo requiere más de 50 mg/l de sólidos disueltos libre de contaminantes.

Las aguas ligeramente ácidas, provocan en los peces disminución del apetito, retardo del crecimiento, aumentan las posibilidades de parasitosis y las enfermedades de carácter epidémico.

Las aguas de ríos o arroyos de áreas limosas contienen calcio y magnesio, elementos indispensables para la estructura ósea de la trucha, por lo general son alcalinas, propiedad que tiende a amortiguar y resistir los efectos de sustancias contaminantes, además de ser propicias para que el alimento natural sea abundante. Estas aguas están casi siempre saturadas de oxígeno, pero siempre sujetas a graves inconvenientes, como la turbidez estacional, variaciones significativas de temperatura, que influyen el crecimiento y la vitali-

TABLA 15

CONTENIDO DE OXIGENO DE AGUA TOTALMENTE SATURADA A VARIAS TEMPERATURAS, STEVENSON (1980).

Temperatura (°C)	Solubilidad del Oxígeno (ppm)
0	14.31
1	13.92
2	13.57
3	13.20
4	12.88
5	12.52
6	12.21
7	11.91
8	11.62
9	11.33
10	11.10
11	10.83
12	10.61
13	10.38
14	10.15
15	9.96
16	9.76
17	9.55
18	9.35
19	9.16
20	9.00
21	8.82
22	8.67
23	8.41
24	8.36
25	8.22

NOTA: Conforme se incrementa la altura sobre el nivel del mar, la cantidad de oxígeno disuelto disminuye - cada 300 m disminuye 0.5 ppm.

TABLA 16

OXIGENO DISUELTO EN PARTES POR MILLON PARA AGUA DULCE, EN EQUI-
LIBRIO CON EL AIRE, (LEITRITZ Y LEWIS, 1976).

Temp. °C	Altura sobre el nivel del mar en metros										
	0	305	610	914	1219	1524	1829	2134	2438	2743	3048
4.40	13.0	12.5	12.1	11.6	11.2	10.8	10.4	10.0	9.6	9.3	9.0
7.15	12.1	11.7	11.2	10.8	10.5	10.1	9.7	9.3	9.0	8.7	8.4
7.7	11.9	11.5	11.1	10.7	10.3	9.9	9.6	9.2	8.9	8.6	8.3
8.25	11.8	11.3	10.9	10.5	10.2	9.8	9.4	9.1	8.8	8.5	8.2
8.8	11.6	11.2	10.8	10.4	10.0	9.7	9.3	9.0	8.7	8.3	8.0
9.35	11.5	11.1	10.6	10.3	9.9	9.5	9.2	8.9	8.6	8.2	7.9
9.9	11.3	10.9	10.5	10.1	9.8	9.4	9.1	8.7	8.4	8.1	7.8
10.45	11.2	10.8	10.4	10.0	9.7	9.3	9.0	8.6	8.3	8.0	7.7
11.0	11.0	10.6	10.2	9.9	9.5	9.2	8.9	8.5	8.2	7.9	7.6
11.55	10.9	10.5	10.1	9.8	9.4	9.1	8.7	8.4	8.1	7.8	7.5
12.1	10.8	10.4	10.0	9.6	9.3	9.0	8.6	8.3	8.0	7.7	7.4
12.65	10.6	10.3	9.9	9.5	9.2	8.9	8.5	8.2	7.9	7.6	7.3
15.4	10.0	9.6	9.3	8.9	8.6	8.3	8.0	7.7	7.4	7.1	6.8
18.15	9.4	9.1	8.8	8.4	8.1	7.8	7.5	7.2	7.0	6.7	6.4
20.9	9.6	8.7	8.4	8.0	7.8	7.4	7.2	6.9	6.7	6.4	6.1
23.65	8.6	8.3	8.0	7.7	7.4	7.1	6.8	6.5	6.3	6.1	5.8

dad de las truchas. El enturbamiento excesivo por material en suspensión es detrimento para el cultivo por someter al organismo a condiciones de excitación, (García- Marín, E. Moreno, E. 1979).

Las aguas de manantial son las más adecuadas por su limpieza y sobre todo la constancia de temperatura que es influenciada mínimamente por las variaciones estacionales del ambiente exterior; como también la uniformidad del abastecimiento, aspecto que es muy variable en arroyos y ríos. Tienen bajo contenido de oxígeno, pero una buena aeración al correr por una buena distancia antes de caer a los reservorios de cultivo, es suficiente para captarlo.

A las aguas alcalinas, le siguen las aguas provenientes de terrenos graníticos que son puras pero menos ricas en alimentación natural. Las aguas de pantanos son ácidas, pobres y descartadas por ser demasiado improductivas. A las aguas magnesianas, ferruginosas y selenitosas, se recomienda descartarlas (Huet, M. 1978).

Sustancias tóxicas. Encontramos que al aumentar la temperatura del agua los peces aumentan el consumo de alimento, aumentando también el consumo de oxígeno. Al mismo tiempo las heces y quizá alimento desperdiciado que se encuentra en

el fondo de los reservorios, se descomponen consumiendo oxígeno para este proceso. Esa acumulación de heces facilita la formación de amoníaco y la cantidad de sustancias suspendidas en el agua; cuyos sólidos en suspensión pueden perjudicar a las truchas de dos maneras: por irrigación mecánica con obstrucción de las branquias, y eliminando el oxígeno del agua mediante la descomposición. Por lo que se debe cuidar el abastecimiento de agua después de una tormenta (Roberts, R.J. y C.J. Shepherd, 1974).

El agua tomada de un manantial, pozo arteciano o pozo, puede presentar una insuficiencia de oxígeno debido a la falta de superficie de oxigenación en contacto con el aire. Además de que pueden estar sobresaturadas de otros gases (especialmente de nitrógeno) y por tanto causar enfermedad en los peces. Eventualmente el agua subterránea puede contener sulfuro de hidrógeno que es tóxico para los peces, por lo que se debe de buscar una adecuada aereación del agua antes de que llegue a los reservorios (Roberts, R.J. y C.J. Shepherd 1974).

Otro problema es el de que en el agua se pueden presentar iones de metales pesados como la existencia de minas metálicas en los estratos de las rocas, oxidación de las tuberías o presencia de desechos industriales o fertilizantes quími-

cos (iones de hierro, plomo y cobre). Las sales de hierro pueden recubrir las superficies de los huevos y de las branquias provocando asfixia de los organismos.

Las aguas o filtraciones de baños químicos de reses u ovejas y los herbicidas, son excesivamente tóxicos para los peces.

El cloro contenido en muchas aguas potables es tóxico para los peces y aún las sustancias químicas empleadas en el tratamiento de las enfermedades de los peces deben ser empleadas en concentraciones exactas para evitar una acción nociva (Roberts, R.J. y C.J. Shepherd, 1974).

CO₂. Todas las aguas contienen CO₂ pero este no afecta a los peces mientras no pase de 2 partes por millón. En general podemos decir que valores menores indican que la función fotosintética, en condiciones naturales, se está efectuando normalmente en las aguas o sea que hay suficiente fitoplankton y algas; los valores mayores a 2 indican contaminación y por consiguiente deficiencia de oxígeno (Ramírez y Sevilla 1962) (el término suficiente se aclarará al hablar de productividad y capacidad biogénica).

Salinidad. Como sabemos la trucha arco iris es una especie de agua dulce, sin embargo su crianza en agua salada determi

na un aumento de la tasa de crecimiento. Por lo que para un crecimiento rápido, y si las condiciones se prestan, pueden ser preferidas salinidades intermedias. (Roberts, R.J. y C. J. Shepherd, 1974).

La transferencia de trucha arco iris de agua dulce a agua de mar total (de salinidad de 35 partes por mil), no se puede efectuar hasta que las truchas alcancen unos 100 g de peso, dicha aclimatación puede hacerse antes mediante la introducción gradual en concentraciones crecientes de agua de mar, aunque se debe recordar que el agua de mar contiene menos oxígeno disuelto, y esto debe ser tomado en cuenta para calcular las densidades de cría.

pH. En general puede decirse que las aguas ligeramente alcalinas soportan un mayor número de peces que las ácidas (Leitritz, E. y R.C. Lewis, 1976). Las variaciones de pH debilitan a los peces, en las zonas calizas se producen menos variaciones ya que aquí ésta agua contiene grandes cantidades de sales disueltas, predominantemente sales de calcio, que resisten las modificaciones del pH favoreciendo la vida natural de plantas y animales. El agua ácida que se encuentra en regiones asociadas con regiones volcánicas deficientes en calcio y que en muchos casos pueden deberse a ácidos minerales extraídos del suelo por las avenidas de agua sobre todo

cuando ocurren desbordes de los ríos (Roberts, R.J. y C.J. Sheperd 1974). Un bajo pH puede causar hemorragias en las branquias y gran mortalidad (Roberts, R.J. y C.J. Shepherd 1974).

La alcalinidad de las aguas dulces resulta principalmente de bicarbonato de calcio y magnesio algunas veces asociados con carbonato de sodio y potasio; el nitróxido de potasio no se encuentra en forma natural en las aguas excepto en las contaminadas.

Amoníaco. Se producen sustancias amoniacales como productos de excreción, que generalmente son una mezcla de: amoníaco libre (NH_3) y amoníaco ionizado (NH_4^+), causando lesiones en las branquias y causando reducción en el crecimiento. Las proporciones relativas de NH_3 y NH_4^+ , dependen principalmente del pH del agua cuanto más elevado es el pH, mayor es la proporción de NH_3 . Por tanto aunque aguas alcalinas dan cierta estabilidad de pH, tienen la desventaja de que cualquier acumulación de materiales de desecho son más peligrosos que en agua ácida.

Características del agua para cultivo:

Condiciones óptimas del agua para mantenimiento de reproduc-

tores (Anónimo 1981)

Temperatura	13 - 15°C
Oxígeno disuelto	8 - 12 ppm
pH	6.5- 8
Transparencia	45 cm

Condiciones óptimas del agua para incubación y alevinaje (Anónimo 1981)

Temperatura	7.2° - 12°C
Oxígeno disuelto	10 - 11 ppm
pH	7 - 8
Transparencia	Total

Condiciones óptimas del agua para organismos juveniles y comerciales (Anónimo 1981)

Temperatura	10° - 15°C
Oxígeno disuelto	8 - 12 ppm
CO ₂	2 ppm
pH	7 - 8
Transparencia	45 cm

TABLA 17

CALIDAD DEL AGUA PARA CULTIVO DE TRUCHA (NIGHTINGALE, 1976; MARRIAGE, L.D. ET.AL. 1976).

CONCEPTO	RANGO EXTREMO	RANGO OPTIMO
Temperatura	8 - 10°C	10 - 18°C
Oxígeno	mínimo 5.0 mg/l	6.0 mg/l ó más
pH	6.8 - 8.4	7.2
Amoniaco (NH ₃)	0.017 mg/l	0.0
Aluminio (Al)	0.1 mg/l	
Arsénico (As)	0.5 mg/l	
Bario (Ba)	5.0 mg/l	
Cadmio (Cd)	0.002 mg/l	
Cromo (Cr)+6	0.01 mg/l	
Cromo (Cr)+3	0.05 mg/l	
Cobre (Cu)	0.005 mg/l	
Cianuro	0.025 mg/l	
Fierro (Fe)	0.3 mg/l	
Plomo (Pb)	0.1 mg/l	
Zinc (Zn)	0.04 mg/l	
Fenol	0.00	
Dureza (CaCO ₃)	300.0	
Saturación de oxígeno	105 %	
Saturación de nitrógeno	105 % cría-103 % incubación	
Turbidez	105 % incubación; 60 JTV cría	
Cloro (Cl) (Stevenson 1980)	0.1 mg/l	

NOTA: Las concentraciones de metales pesados, fenol y amonia co son las máximas permisibles para cada uno en forma individual, si se presentan dos o más de ellos, estas cantidades son menores considerando su efecto sinergis ta.

6.4.6.3 Control de los principales factores fisicoquímicos

Para la Temperatura - la cantidad de agua se reduce durante la temporada de sequías o período de primavera-verano, la temperatura sube, pero se puede mantener baja si se aumenta el caudal a cada reservorio.

Oxígeno disuelto - El contenido del oxígeno disuelto depende en parte de la temperatura del agua, y en los estanques naturales y rústicos depende también del contenido de materia orgánica existente en los cuerpos de agua que demandan gran cantidad de oxígeno sobre todo en primavera-verano.

La vegetación sumergida, cuando se encuentra en exceso puede causar problemas de dos maneras; de día producen un exceso de oxígeno y pueden causar problemas a las crías, alevines y huevos de la trucha, de sobresaturación de oxígeno más allá del 150%; y por la noche estos vegetales al consumir oxígeno pueden bajarlo más allá del mínimo aceptable para la trucha.

Los síntomas de deficiencia de oxígeno son: el boqueo constante de los peces, aglutinación de la mayoría cerca de las entradas de agua, y cuando mueren por asfixia quedan con los opérculos levantados y las branquias muy abiertas y ennegrecidas las laminillas branquiales.

Para aumentar el contenido de oxígeno se tratará de crear turbulencia en las entradas de agua mediante cascadas, rejillas, hélices o ruedas giratorias que se muevan por la fuerza mecánica del agua, aereadores automáticos que se colocarán en la parte intermedia de los estanques, un método para los estanques rústicos o naturales es introducir cierta cantidad de plantas acuáticas, también al abonar los estanques se fomenta el desarrollo de vegetación.

Control del pH - La mejor agua es la que tiene un pH comprendido entre 7 y 8, y es muy importante que sea estable.

En los terrenos pobres en calcio, los peces pueden morir por un súbito descenso del pH, sobre todo en invierno, después de lluvias abundantes. Una elevación súbita del pH puede ocurrir por vertimiento de aguas residuales alcalinas. El pH se puede aumentar por el encalado de los terrenos.

Reservas Alcalinas - Determinar las reservas alcalinas equivale a determinar la dureza temporal del agua:

1° de SBV (reservas alcalinas) corresponde a un miliequivalente/lit de agua = 50 mg de CaCO_3 /lit = 28 mg de CaO /lit y se multiplican por 2.8 ó 5 para obtener la dureza (las reservas alcalinas de 1 = 2.8° en la escala alemana y 5° en la escala

francesa).

Las reservas alcalinas regularizan el pH y si son grandes pero no mayores de 3.5, la productividad crece según aumentan las reservas, (Tabla 18).

TABLA 18

RANGO DE AGUAS ALCALINAS, (HUET, M. 1978)

DE

0.1 - muy pobres
 0.1 a 0.3 - pobres
 0.3 a 1.5 - medias
 1.5 a 3.5 - ricas
 mayores de 3.5 - peligrosas

La Luz - Es un factor ambiental muy importante, influye en:

- El desarrollo del embrión, es más acelerado y el embrión resulta más grande si hay obscuridad, pues parece ser que la luz afecta a nivel de morfogénesis
- En la fase de cría desde la eclosión hasta los 7 u 8 cm la luz debe recibir de una manera indirecta, pues la poca profundidad de los reservorios y la luz directa afec-

tan negativamente a las truchas provocándoles manchas blancas en la parte cefálica.

- De los 8 cm en adelante las truchas pueden recibir la luz directa
- El fotoperíodo influye en la conducta de reproducción, siendo los días luz más cortos con sus noches largas los que inducen en parte a la conducta de reproducción.

6.4.6.4 Densidad de población

Se refiere a la cantidad de organismos por unidad de área o por cada reservorio según su volumen, cantidad de flujo, su temperatura, cantidad de oxígeno disuelto y tallas de los organismos.

La Capacidad de Carga de un volumen de agua con su flujo establecido se refiere a la "vida fisiológica" que sea capaz de soportar.

El concepto que aquí se maneja como "vida fisiológica" se refiere a la cantidad de organismos soportables junto con sus desechos orgánicos (suspendidos y depositados), sus gases (CO_2 y demanda de O_2) y al espacio necesario para no inhibir

el crecimiento.

Para evaluar la capacidad de carga se han elaborado muchos métodos, y se pueden expresar como:

Sistema Inglés

kg/litros/min	libras (454 g) por galón (4.55 lt)/min
kg/m ³ /seg	ó libras por pié cúbico/seg
kg por cambios de agua/hora	libras/cambios de agua/hora
kg/m ³	libras/pié cúbico
kg de pez por estanque por cm de longitud del pez	lb. de pez por estanque/pulgada de longitud promedio del pez

Todos los métodos consideran factores tales como:

El volumen del reservorio; flujo del agua, ppm de oxígeno disuelto; intercambio de agua por hora; temperatura del agua; longitud del pez; peso del pez; demanda de O₂, tasa de crecimiento y tasa de alimentación, (Klontz, E. et. al. 1979).

El efecto más perjudicial del exceso de la capacidad de carga, es de que se crea una deficiencia en el oxígeno mínimo necesario para el pez. La tasa de crecimiento decrece o se hace ce

ro, la salud del pez comienza a quebrantarse y es fácil presa de enfermedades. Esto se puede evitar de varias maneras; una es aumentando el flujo de agua; ó se reduce la población en cada reservorio, esto último es lo más recomendable; otra es bajar la temperatura y finalmente se puede aumentar la oxigenación.

La estimación adecuada, la predicción y el mantenimiento de las densidades por reservorio son esenciales para una productividad óptima en cualquier tipo de cultivo.

Diferentes fórmulas para el cálculo de capacidad de carga

Método del Nivel de Alimentación (Haskell; D. 1955).

$$\begin{array}{l} \text{libras de pez/pié cúbico} \\ (454 \text{ g}) \quad (28.3 \text{ lt}) \end{array} = \frac{\text{cantidad máxima de libras de alimento} \\ \text{por pié cúbico por 100}}{\text{porcentaje del peso del cuerpo del pez} \\ \text{a alimentar}}$$

$$\text{lb de pez/p}^3 = \frac{\text{cant. máx. de al. x p}^3 \text{ x 100}}{\% \text{ del peso del cuerpo a alimentar}}$$

$$\text{gr. de pez/m}^3 = \frac{\text{cant. máx. en gr. de al./m}^3 \text{ x 100}}{\% \text{ del peso del cuerpo (en gr) a alimentar}}$$

Método para el Nivel de Alimentación (Willoughby, H. 1968).

$$W_n = \frac{N}{R_f \times 10^{-2}}$$

donde

W_n peso total de peces (en kg. ó lb)/ reservorio

N kg. ó g de alimento/día

$$= (O_a - O_b) \times \frac{5.45}{100} \times R_w$$

O_a ppm de oxígeno disuelto que entra al reservorio

O_b ppm de oxígeno disuelto que sale del reservorio, (5 ppm mínimo para salmónidos)

5.45 toneladas métricas de agua /lt/min durante 24 hrs)

100 gramos de oxígeno requeridos para metabolizar 1200 kcal

R_w flujo de agua en lt/min

R_f tasa de alimentación en porcentaje del peso del pez

$$\frac{F.C.A. \times \Delta L \times 3 \times 100}{L}$$

F.C.A. kg de alimento necesarios para obtener un kilo de carne

ΔL incremento de longitud en cm/día

3 factor de conversión longitud-peso

Método de Reemplazamiento de agua por hora (Westers, 1970)

$$\text{kg. de pez/m}^3 = \frac{\text{kg. de pez/lt por min} \times \text{nos. de cambios de agua/h}}{\delta}$$

$$W_t = \frac{(W_{gpm} \times R_{\Delta})}{\delta}$$

donde:

W_t kg de pez/lt por min

R_{Δ} cambios de agua/hr (al mencionar cambios se refiere al volumen del reservorio)

δ conversión de lt por min a lt/hr

V volumen del reservorio (en m^3)

Factor de Densidad (Piper, R. 1972).

$$Wd = D \times V \times L$$

Wd peso total de peces en el reservorio (kg)

D factor de densidad (kg de pez/ m^3 por cm de longitud promedio de los peces).

V volumen del reservorio (m^3)

L longitud promedio de los peces (cm)

En cuanto a densidades por talla se da la siguiente relación:
(Tablas 19, 20, 21 y 22).

TABLA 19

GRAMOS DE TRUCHA QUE PUEDE SER MANTENIDA POR CADA PIE CUBICO
(28.3 lt) DE AGUA (NICHOLS).

Tamaño de Trucha (cm)	Gr. de pez/pié cúbico (28.3 lt)	
	en canaletas	en estanques
- 2.5	272.4	-----
2.5 - 5.0	454.0	-----
5.0 - 7.5	908.0	136.2
7.5 -10.0	1362.0	317.8
10.0 -12.5	1816.0	363.2
12.5 -15.0	-----	408.6
15.0 -17.5	-----	454.0

TABLA 20. DENSIDAD POR TALLAS, (PONS, J. 1979).

Alevines - 15,000 /m ²	3 lt/min y por cada 1,000 peces
Crías de 3 cm - 8,000/m ²	comerciales de 20 cm - 100/m ² con 100 lt/min
Crías de 5 cm/-2000/m ²	por cada 1000 truchas

TABLA 21

FACTORES DE CARGA (libras-45 g- de pez/pulgadas-2.5 cm de longitud/galones-4.55 lt- por minuto) PARA TRUCHA Y SALMON RELACIONADO CON LA TEMPERATURA DEL AGUA Y LA ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR (KLONTZ, E. ET.AL. 1979).

T°C	ALTURA S.N.M. (m)					
	0	304.80	609.60	914.40	1219.20	1514.0
4.4	2.70	2.61	2.52	2.43	2.31	2.25
5	2.61	2.52	2.44	2.35	2.26	2.18
5.5	2.52	2.44	2.35	2.27	2.18	2.10
6.1	2.43	2.35	2.27	2.19	2.11	2.03
6.6	2.34	2.26	2.18	2.11	2.03	1.95
7.2	2.25	2.18	2.10	2.03	1.95	1.88
7.7	2.16	2.09	2.02	1.93	1.87	1.80
8.3	2.07	2.00	1.93	1.86	1.79	1.73
8.8	1.98	1.91	1.85	1.78	1.72	1.65
9.4	1.89	1.83	1.76	1.70	1.64	1.58
10	1.80	1.74	1.68	1.62	1.56	1.50
10.5	1.73	1.67	1.62	1.56	1.50	1.44
11.1	1.67	1.61	1.56	1.50	1.44	1.39
11.6	1.61	1.55	1.50	1.45	1.39	1.34
12.2	1.55	1.50	1.45	1.40	1.34	1.29
12.7	1.50	1.45	1.40	1.35	1.30	1.25
13.3	1.45	1.40	1.35	1.31	1.26	1.21
13.8	1.41	1.36	1.31	1.27	1.22	1.17
14.4	1.36	1.32	1.27	1.23	1.18	1.14
15	1.32	1.28	1.24	1.19	1.15	1.10
15.5	1.29	1.24	1.20	1.16	1.11	1.07
16.1	1.25	1.21	1.17	1.13	1.08	1.04
16.6	1.22	1.18	1.14	1.09	1.05	1.01
17.2	1.18	1.14	1.11	1.07	1.03	0.99
17.7	1.15	1.12	1.08	1.04	1.00	0.96

TABLA 22

LIBRAS (454 g) DE PEZ W, POR PIE CUBICO (28.3 lt) DE ESPACIO DE CRIANZA POR PULGADA (2.5 cm) DE LONGITUD DEL CUERPO POR INTERCAMBIO DE AGUA POR HORA, (KLONTZ, E. ET.AL. 1979).

T°C	ALTURA M.N.M. (m)				
	0	304.80	609.60	914.40	1219.20
0.0	0.427	0.416	0.405	0.394	0.381
0.5	0.416	0.405	0.394	0.382	0.396
1.1	0.405	0.394	0.382	0.371	0.358
1.6	0.394	0.382	0.371	0.360	0.348
2.2	0.382	0.371	0.360	0.349	0.337
2.7	0.371	0.360	0.349	0.337	0.326
3.3	0.360	0.349	0.337	0.326	0.315
3.8	0.349	0.337	0.326	0.315	0.304
4.4	0.337	0.326	0.315	0.303	0.293
5.0	0.326	0.315	0.305	0.293	0.283
5.5	0.315	0.305	0.293	0.283	0.273
6.1	0.303	0.293	0.282	0.273	0.264
6.6	0.292	0.282	0.272	0.264	0.256
7.2	0.281	0.272	0.262	0.254	0.244
7.7	0.270	0.261	0.252	0.242	0.234
8.3	0.259	0.250	0.241	0.232	0.225
8.8	0.247	0.239	0.231	0.222	0.215
9.4	0.236	0.229	0.220	0.212	0.205
10	0.225	0.217	0.210	0.202	0.195
10.5	0.216	0.209	0.202	0.195	0.188
11.1	0.209	0.201	0.195	0.187	0.180
11.6	0.201	0.194	0.187	0.181	0.174
12.2	0.194	0.187	0.181	0.175	0.168
12.7	0.187	0.181	0.175	0.168	0.163
13.3	0.181	0.175	0.168	0.164	0.158
13.8	0.176	0.170	0.164	0.159	0.153
14.4	0.170	0.165	0.159	0.154	0.148
15.	0.165	0.160	0.155	0.148	0.144
15.5	0.161	0.155	0.150	0.145	0.139

6.4.7 Fases de la trucha dentro del cultivo

6.4.7.1 Desove inducido

Conociendo los factores que influyen en la maduración los piscicultores emplean el control artificial del fotoperíodo, cuando las condiciones económicas lo permiten, inducen a desovar a la trucha en estanquería techada en donde por medio de iluminación artificial en parte, hacen parecer los días más cortos que las noches, como ocurre de manera natural en invierno y en otros casos procede de la manera inversa (Bardach, J. 1972); esto no ha sido observado en México. Otra manera artificial es emplear la inyección de hormonas para acelerar la maduración, este es un método costoso a nivel de granjas comerciales pequeñas y todavía este recurso no tiene tanta aplicación como ocurre con los cultivos de bagre y carpa.

6.4.7.2 Fecundación artificial

Es la que se practica en los centros de cultivo ya sea para repoblaciones o para fines comerciales, de esta manera se hace posible obtener una gran cantidad de organismos pues la fertilización y la incubación son controladas buscando su optimización evitando a los posibles depredadores o condiciones adversas ambientales.

La fecundación artificial, se remonta a la edad media con el monje Don Pinchón que se cree la practicó, y Jacobi en 1765 la describió en el Hannoverschen Magazin, pero por motivos desconocidos no se le prestó atención y fué hasta 1842 cuando Guehin y Remin pescadores de los Vosgos la redescubrieron y Coste, profesor del College de France la difundió de tal manera que en 1854 en Huninge, Alsacia (Francia) se montó una gran psicificatoría. Esto es por lo que se refiere al método húmedo en donde los productos sexuales de hembra y macho son expulsados simultáneamente y se colectan en un recipiente con agua. (Huet, M. 1978).

Posteriormente entre 1856-1870 el ruso Urassky descubrió y aplicó la fecundación por el método seco, consistente en que los óvulos se colectan en un recipiente seco y limpio e inmediatamente el esperma o leche del macho es agregado a dicho recipiente, ya mezclados se les agrega el agua (Huet, M. 1978). Los que practican este método consideran que, el recibir a los óvulos en un recipiente cerrado para conservar el líquido ovárico, es correcto pues opinan que éste contribuye a preservar por más tiempo la vida promedio del espermatozoide además de actuar como lubricante cuando entran en contacto los productos sexuales, y de esta manera aumentar el porcentaje de fecundación a un 95 ó 100%.

Recientemente ha surgido una modificación al método seco consistente en que los óvulos son colectados en un colador, provocando de esta manera que el líquido ovárico sea eliminado, para evitar que los óvulos al humedecerse considerablemente aceleren el cierre de su micrópilo que es la única entrada para el espermatozoide hacia el óvulo (Anónimo 1981; Martínez, M.A. 1980). Posteriormente se pasan a un recipiente cerrado en donde se deposita el esperma.

Clasificación previa a la fecundación artificial.

De preferencia deben estar separados hembras y machos, y tenerlos en ayuno unas 48 hrs previas a la fecundación, y luego para trabajar con ellos hay dos opciones:

- A) Con anestesia
- B) Sin anestesia

Dichas opciones serán a criterio de las personas encargadas de llevar la fecundación; la anestesia se utiliza para evitar el maltrato, impacto emocional que sufre el animal si no se tiene cuidado en esta etapa los reproductores son muy sensibles, principalmente las hembras, ya que su tasa de alimentación ha bajado meses atrás y aparte el macho ha tenido que librar batallas.

Otro factor que nos lleva a utilizar anestesia es el que en un momento dado tengamos una gran cantidad de reproductores maduros, listos, para desovarse y de esta forma se evita que los productos sexuales sean reabsorbidos o que su potencial de efectividad disminuya.

La operación de anestesiar a los reproductores debe de realizarse con precaución para evitar mortalidad por sobredosis de anestésicos (Tabla 23).

TABLA 23

TABLA DE PROPORCIONES DE ALGUNOS ANESTESICOS (ROBERTS, R. J. y C.J. SHEPHERD, 1974).

Eter sulfúrico al 0.8% o sea 8 cm³ en un litro de agua
(Bové, 1965)

MS 222 1:25000 ó 40 p.p.m. (concentración)

Quinaldine 1:200000 - 1:100000 (5-10 p.p.m.)

Propoxate 1:200000 - 1:250000 (0.5-4 p.p.m.)

Los organismos se tardan en ser anestesiados de 3 a 5 minutos y se recuperan en 3 ó 5 minutos. Siendo colocados primero en el reservorio con anestésico y luego de ser desova-

dos se les debe colocar en otro reservorio con agua corriente, para su recuperación.

En el caso de no utilizar anestesia se debe de hacer lo siguiente:

1. Los reproductores deben ser colocados en reservorios pequeños, para hacer más práctico su manipuleo, se deben de tener ya preparados los utensilios a emplear, como son: guantes de estambre ó trapos para sujetar a los ejemplares, que son inquietos y resbaladízos; palanganas de plástico en donde se mezclan los productos sexuales con una pluma de ave; coladores, para escurrir los óvulos; vasos de precipitado y probetas para calcular la cantidad de huevos; redes de cuchara para meter y sacar los reproductores.

Todo el proceso anteriormente mencionado debe hacerse en un lugar sombreado.

2. Se toma a la hembra por el pedúnculo caudal con la parte ventral vuelta hacia arriba.

Se emplea a otra persona para que esta sostenga el colador primero y luego el recipiente, sujetándolo con fuer

za para que no sean golpeados los productos sexuales por los reproductores que se tratan de zafar.

3. Con la mano libre se presiona ligeramente por debajo de la línea lateral poco después de las aletas pectorales hasta la región anal; este movimiento se repite hasta que se nota el abdomen flácido y ya no salen con facilidad los óvulos.

Los óvulos son recibidos en un colador para que el líquido ovárico escurra, luego se pasan al recipiente que recibirá el esperma.

4. Se suelta a la hembra. Se colocan en un reservorio de recuperación.
5. Se toma al macho de la misma forma que a la hembra y se procede a obtener el esperma como en paso 3, cayendo directamente sobre los óvulos. El buen esperma es cremoso y blanco; el esperma malo es grumoso y acuoso.
6. Se suelta a la hembra. Se colocan en un reservorio de recuperación.
7. Los productos sexuales se mezclan en el recipiente con una pluma de ave haciendo movimientos giratorios y

otros movimientos semejando los de la corriente en el agua. De la efectividad de esta mezcla depende el porcentaje de fecundación.

Se debe cuidar no romper los óvulos ya que liberan iónes que son perjudiciales a los otros óvulos.

8. Una vez mezclados los productos sexuales se dejan reposar de 15 a 30 minutos.
9. Se agrega al recipiente el triple de agua con respecto al volumen de huevos y se vuelven a dejar en reposo 30 minutos.
10. Transcurridos los 30 minutos, se enjuagan lentamente los huevos, dejando que el agua limpia se deslize por las paredes del recipiente.
11. Inmediatamente los huevos escurridos se colocan en el vaso de precipitado ó probeta, tomando en cuenta que en un litro caben aproximadamente 18,000 huevos de 4 mm de diámetro ó 9,500 - 10,000 huevos de 5 mm de diámetro (Pons-Rosello, J. 1971).
12. Una vez realizado el conteo los huevos se depositan en.

las incubadoras hasta el momento de la eclosión (Pons-Rosello, J. 1971).

6.4.7.2.1 Fecundidad

Como ya se mencionó antes la cantidad de huevos depende de factores ambientales y tróficos y de las características de longitud, edad y peso de los reproductores. (Huet, W. 1978; Bardach, J. et.al. 1972. Tablas 24 y 25).

Por lo que en condiciones de cultivo debemos de cuidar las características morfométricas de los organismos para seleccionar los reproductores.

TABLA 24

COMPARACION ENTRE HEMBRAS DE LA ESTACION PISCICOLA DEL ZARCO, MEX.- (A) (MARTINEZ, 1980) EN RELACION A HEMBRAS DE UNA PISCIFACTORIA DE LOS ESTADOS UNIDOS, (MC AFEE, 1966).-(B)

A		B	
Peso de hembras	No. de huevos	Peso por hembra	No. de huevos
300 gr	500	400 gr	200 a 900
1.5 kg	1500 a 3000	1.5 - 2 kg	2000 a 4000
4 kg	5000	4 y 5 kg	4000 a 8000

TABLA 25

REGISTRO DE HUEVOS DE TRUCHAS TOMADOS EN LAS PISCIFACTORIAS DE CALIFORNIA (LEITRITZ, E. Y R. LEWIS, 1976)

Variedad	No. de huevos por onza (354 gr)	Edad	No. de hembras	No. de huevos por hembra
Arco-iris que desova en primavera	Piscifactoría Mt. Whitney 427	2 años	2570	1553
Arco-iris que desova en primavera	Piscifactoría Mt. Whitney 254	3 años	2805	2210
Arco-iris que desova en otoño	Piscifactoría Hot Creek 447	2 años	30	2600

Leitritz y Lewis (1976) deducen de la tabla no. 25 que el tamaño de los huevos se incrementa un 40% entre el segundo y el tercer año de la edad de la hembra y también la cantidad de huevecillos se incrementa en un 42%.

En este estudio la edad en que se obtiene una mayor cantidad y calidad de huevecillos está entre los tres y cuatro años de edad para la hembra, ya que los dos años los huevecillos son pequeños y presentan menor grado de posibilidades para sobrevivir. (Pollet, M. 1960; Huet, M. 1978).

Las hembras que no desovan, por diversos motivos, reabsorben poco a poco los óvulos y en otros casos mueren al retener 2 o 3 producciones y crearse problemas metabólicos.

6.4.7.3 La elección y cultivo de reproductores

Usualmente para seleccionar a los reproductores se emplea el criterio de su potencial reproductivo (Leitritz, E. y R. Lewis, 1976), pero Huet, M. (1978) aclara que se deben tomar en cuenta las características morfológicas y fisiológicas: Medina - García, et. al. (1980) detallan aún más las características a tomar en cuenta como son:

- 1) Alto potencial reproductivo
- 2) Tasa de crecimiento alta
- 3) Mayor producción de carne en relación a su longitud
- 4) Mejor apariencia, en cuanto a color y textura de la piel
- 5) Tasa de mortalidad baja
- 6) Bajo índice de factor de conversión de alimento
- 7) Resistencia al manejo, a las enfermedades y a los cambios bruscos del medio ambiente.

En relación al primer punto Nykolsky, G. (1963) opina que el potencial reproductivo de los peces tiene que ver con el gra

do de gordura, también el tamaño de los huevos, la tasa de eclosión y sobrevivencia; por su parte la altura del organismo, que está más ligado a factores genéticos que ecológicos provoca que un organismo con mayor altura, en relación a la longitud, contenga más carne por unidad de peso. (Medina, García, M. 1980).

En cuanto al segundo punto, Weatherley A. (1976) manifiesta que la tasa de crecimiento alta, puede deberse no solo a características hereditarias, sino también a factores conductuales competitivos o ambientales, y que por tanto se debe de tratar que las condiciones de cultivo no cambien de una temporada a otra. Los puntos restantes resultan de la consideración de aspectos fenotípicos, fisiológicos y de una mezcla de ellos ya que por ejemplo el color está dado por las condiciones ambientales sobre todo por el tipo de alimento.

Las características morfométricas (longitud (L), altura (A), peso (P ó W), pueden ser integradas en un solo parámetro, el factor de condición múltiple (KM), y son importantes como referencia para seleccionar reproductores que posean mayor proporción de carne por unidad de longitud (Medina-García, M. et. al. 1980).

Todo lo anterior en un esquema de optimización para cada ca-

so particular de cultivo que permita obtener organismos bien adaptados a su medio que tengan la capacidad de transmitir sus características morfológicas y fisiológicas deseables a sus descendientes que viven en las mismas condiciones que ellos (Huet, M. (1978)).

El último año de producción se tiene al quinto año, ya que para el sexto año se ha observado que, aunque producen una gran cantidad de productos sexuales, el grado de sobrevivencia de los huevos es mínimo y de los que llegan a eclosionar, una parte no son viables, esto se comprueba con las estimaciones de Buschkiel (1931) en las que da porcentajes de esterilidad de un 15% a los tres años, y de un 60% a los 6 y 7 años.

Huet, M. (1978) menciona que el peso de reproductores de cultivo en Europa varía de 350 gr a 500 gr, entendiendo este intervalo para animales escogidos por primera vez.

Mientras que en México, en el caso particular del "El Pedregal" se seleccionaron animales de 500 gr a 800 gr con edad de un año a dos. En la tabla 26 se pueden observar los datos morfométricos de reproductores desarrollados hasta edades de 4 a 5 años. Lo antes citado es un logro importante ya que la cantidad de huevos aumenta con el tamaño de la hem

bra, por consiguiente el tamaño de los huevos y el tamaño y resistencia del alevín son dependientes de ese factor femenino (Guyard, H. 1965/66). Para los machos el tamaño de éstos no tiene relación directa con la cantidad del semen y tampoco sobre el tamaño del macho no tiene influencia sobre el alevín, deben de escogerse machos de una alta tasa de crecimiento, ya que esto nos está indicando una predisposición natural de "sacarle partido" a la alimentación artificial, y esta facultad puede ser hereditaria (Huet, M. 1978).

En cuanto a la edad entre reproductores la experiencia ha de mostrado que la unión de machos mayores de edad que las hembras, (macho de 4 años con hembra de 3 años) es benéfico para el cultivo ya que se tendrá un mejor porcentaje de hembras que de machos en los descendientes de estos reproductores, y esto nos dará como resultado mayor peso por individuo que es lo que interesa vender, ya que el macho pesa menos que una hembra de su misma edad. En cambio si se aparea una hembra vieja con un macho o machos jóvenes el resultado será una descendencia predominante de machos (Huet, M. 1978; Medina-García, M. et.al. 1980).

La cantidad de reproductores a emplear está determinada por las necesidades y finalidades de cada piscifactoría, una que sólo se dedique a producir huevos con fines comerciales no

TABLA 26

MUESTRA DE ALGUNOS REPRODUCTORES DE 4 Y 5 AÑOS DEL RANCHO EL PEDREGAL (1980)

HEMBRAS

Long. (cm)	Alt. (cm)	Peso (kg)	Long. (cm)	Alt. (cm)	Peso (kg)
65	18	4.000	50	13	1.650
63	18	3.500	50	12	1.850
61	16	3.300	50	15	1.800
60	16	3.050	49.5	15.5	2.700
58.5	15	3.800	49	14	1.750
57	15.5	3.000	49	14	2.100
57	16	2.700	48	12	1.700
55	15	3.700	48	14.5	2.100
53.5	15	2.500	47.5	13	1.600
53.5	14.5	2.400	47.5	14	2.000
53	14	2.100	46	12.5	1.600
53	13.5	2.600	46	12	1.600
53	14	2.1-0	46	13.5	1.900
53	15	2.800	45.5	12.5	1.500
52	14	2.200	45	12	1.500
52	15	2.300	45	13	2.850
52	13	2.150	44.5	12.5	1.500
51.5	14	2.300	44	11	1.200
51.5	15	2.400	44	11.5	1.500
51	13	1.900	44	10	1.300
51	15.5	2.700	43	11	1.000
51	12.5	2.000	43	12	1.600
50	12	1.650	42	11	1.200

MACHOS

Long. (cm)	Alt. (cm)	Peso (kg)	Long. (cm)	Alt. (cm)	Peso (kg)
63	16	3.000	51	13.5	2.800
59	14.5	2.900	50	12.5	2.200
56	16.5	3.100	49.5	12.5	1.500
55	10	1.500	47	13	1.750
53.5	15	2.500	43	11	1.000
51	14	1.800			

tendrá el mismo número de reproductores que otra cuya finalidad es producir animales para consumo humano, además se debe tener en cuenta la magnitud de la misma. Aparte del número de alevines que se necesite producir se debe tomar en cuenta un porcentaje normal de pérdidas del ciclo total de cultivo para saber el número de reproductores que se requieran, por lo que tomando en cuenta la tabla 9 de fecundidad y en acuerdo con lo que menciona Huet (1978), para obtener un millón de huevos ocuparemos de 750 kg de reproductores en promedio, considerando que se emplean dos hembras por macho ya que estos últimos pueden dar varias veces semen durante un período de reproducción, entonces dispondremos de 500 kg en hembras y 250 kg en machos aclarando que para volver a utilizar un mismo macho, se le debe dejar descansar por lo menos una semana (Huet, M. 1978).

6.4.7.4 Incubación

La incubación se considera desde que son colocados los huevos en las incubadoras hasta el momento de eclosionar. Este período es modificado parcialmente por los piscicultores, esto es, se puede acelerar la eclosión al elevar la temperatura y por el contrario si se desea retardar la eclosión la temperatura se baja.

Para el caso del El Pedregal, se trabajó bajo condiciones na

turales sin modificar la temperatura del agua, cuyo promedio para invierno fué de 12°C, y se registró un intervalo de incubación de 23 a 30 días.

Para calcular la duración de incubación, Ricker, W. (1973) nos da la siguiente ecuación:

$$D = 15 + 1.26^{23-T}$$

D duración de la incubación hasta la eclosión en días.

Rango 19-80

T temperatura en °C - Rango 4.4°- 15.5°C.

Otro método es el de grados/día °C - día = $\bar{T} \times d$ (temperatura promedio por días requeridos para eclosionar, ejemplo:

T°C		Días	
4.4°	x	80	= 352°C - día
15.5°	x	19	= 295°C - día

Incubación. Una vez realizada la fecundación artificial los huevos se ponen en las incubadoras.

Condiciones de la incubación. Durante su desarrollo el producto debe permanecer a oscuras; el porqué, se explica al hablar de los factores ambientales. Los huevos muertos,

deben separarse de los vivos mediante pipetas diariamente ya que los muertos constituyen focos de infección de hongos y bacterias, por lo que se les da un baño previo con verde de malaquita al 1%. Posteriormente deben desinfectarse los huevos dos veces por semana administrando el verde de malaquita por goteo y durante una hora aproximadamente (Roberts, R.J. y C.J. Shepherd, 1974).

Lo más importante de esta etapa es la mayor inmovilidad posible y la limpieza. Se pueden distinguir 2 fases del huevo fecundado: la del huevo verde que abarca desde la fecundación hasta que se vislumbran los ojos, esta fase es la más delicada y se inicia desde el momento en que los huevos son colocados en la incubadora, a partir de este momento y hasta el 3er día no deben de ser movidos. El 9no. día es el día crítico respecto a mortalidad. Entre el 12avo y 14avo día pueden observar la aparición de los ojos. En este momento se inicia la Fase del Huevo Oculado donde la mortalidad es mínima, y ya se pueden manipular los huevos con mayor seguridad y es en esta fase donde se pueden mover y transportar a otras granjas.

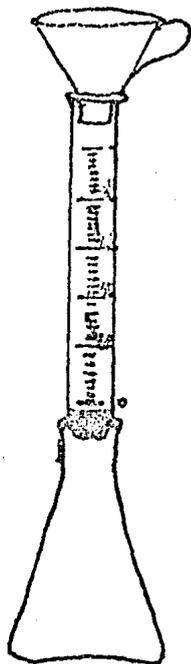
Conteo de Huevos. (Huet, M. 1978; Pons-Rosello, J. 1971)

Se utilizan varios métodos entre los cuales están los siguien

tes:

- 1) Contar los huevos muertos de una camada y ya conociendo la cantidad vaciarlos en una probeta ó un vaso de precipitados, ver cuanto ocupa esa cantidad, de ahí tomar como base dicha cantidad para nuevos conteos solo emplear una regla de tres.
- 2) En una probeta llena de agua se vierten 1000 huevos y se miden los cm^3 que ocupan. En promedio 10-15 huevos ocupan 1 cm^3 , debiéndose verificar para cada lote.
- 3) Mediante el aparato Schillinger, (fig 24), que consiste en un vaso Erlenmeyer rematado por el cilindro de una probeta graduada en cuya parte superior se coloca un embudo. Se llena de agua el vaso inferior y el tubo de la probeta hasta el 0, y se hechan los huevos ó (alevines) a contar, como máximo hasta la línea superior de la probeta, conociendo el volumen de un número determinado de huevos o alevines se puede sacar un promedio de lo que se tiene.
- 4) Hay unas plaquetas de Brandstetter de goma rígida parecida a una raqueta corta, que ya traen un número determinado de cavidades esféricas en donde solo cabe un hue

Fig. 24. Aparato de Schillinger para recuento de Huevos



vo (estas cavidades son aproximadamente de 200 a 500), siendo este sistema rápido independientemente del tamaño del huevo.

- 5) Se cuenta el número de huevos que ocupan una superficie determinada; en los bastidores empleados en las cajitas de transporte de huevo. Contando el número de cuadros se deduce el número total de huevos enviados.

Desarrollo de alevín hasta adulto. El desarrollo es directo, es decir no presenta cambios en su forma, se inicia con la eclosión, esto es, la salida del alevín al romper su cascarón. Eclosionan primero unos alevines y transcurren varios días hasta que eclosiona el último alevín de una misma camada.

6.4.7.4. Alevinaje

Se inicia cuando el 80% de los organismos ha eclosionado. Se espera que los alevines (1 - 1.5 cm de long) reabsorben el saco vitelino en la misma incubadora ó se sacan una vez que el 60% o el 80% ha eclosionado para colocarse en las canaletas de alevinaje (Pons-Rosello, J. 1971). En esta etapa el alevín todavía no tiene bien formada la boca y las aletas pectorales; la dorsal es continua. Al principio la carga del vitelo impide su natación; ésta vesícula vitelina dura entre 7 y 15 días. Al desaparecer ésta, algunos autores delimitan la etapa de alevín, para algunos otros, ésta dura hasta que el organismo alcanza los 2 cm y un peso de 0.7 gr en promedio. Tabla 27.

En este trabajo se considera a los organismos como alevines hasta reabsorber su vesícula vitelina: pasando luego a la categoría de crías (Tabla 28).

Bardach J. (1972), entendiendo que la velocidad de desarrollo depende de varios factores (temperatura del agua, disponibilidad de alimento, espacio, competencia), menciona que en Estados Unidos se obtienen las truchas comerciales (25-30 cm) entre 7 y 14 meses; y crías de 2.5 - 16.5 cm entre 1-8 meses.

TABLA 27

RELACION DEL ESTADIO DEL PEZ, TALLA Y DURACION DE DICHO ESTADO, (ANONIMO 1981 - DATOS OBTENIDOS DE LA GRANJA "EL ZARCO, D.F.").

Estadio	Talla (cm)	Peso (gr)	Tiempo (días)
Huevo	3.5 - 5 mm		30
Alevín	15 - 20mm		60
Cría	2 - 4 cm	0.7 - 2.5	
Cría	10 - 15cm	11-40	120
Juvenil	15 - 20cm	40-90	300
Adulto	20 - 25cm	90-200	365
Adulto	30cm	300	720

TABLA 28

RELACION DEL ESTADIO DE LA TRUCHA CON RESPECTO A LA TALLA.
(DATOS OBTENIDOS DEL "PEDREGAL", 1981)

Estadio	Talla (long.tot.) (cm)	Peso (gr)	Tiempo (días)
Huevo	0.3 - 0.5		20-30
Alevín	1 - 2	- 0,5	40-50
Cría I	2 - 4	0.5-2	50-90
Cría II	4 - 10	2-9.78	90-150
Cría III	10 - 15	9.78-40	150
Juvenil	15 - 20	40-121	210
Adulto I	20 - 25	121-250	240
Adulto II	20 - 30	250-450	240-330

6.4.7.6. Crías

La etapa de crías es la más crítica dentro de un cultivo; ya que la alimentación es básica; y aquí es cuando las crías son más receptivas a enfermedades.

6.4.7.7. Juveniles

En Europa y Estados Unidos a los peces de un verano que son recogidos en otoño del año posterior a su nacimiento se les llama estivales, fingerlings o summerlings y en España jaramugos, y a los peces de un año se les conoce como yearlings o jahrling, que son recogidos a la primavera siguiente de la de su nacimiento. (Huet, M. 1978), denomina ciertos tamaños para estas distintas edades (3-7 cm en 3-4 meses; 7-12 cm en 6-9 meses; 10-15 cm en 1 año).

Para los estivales se da otro ejemplo de las categorías principales. (Huet, M. 1978):

Long. (cm)	Peso (gr)
6-8	1.5-5
8-10	5 -9
10-12	9 -15

Estas mismas tallas se pueden tomar en cuenta para realizar

las separaciones de organismos, mediante los separadores que más tarde se mencionarán para tratar de obtener uniformidad en nuestros reservorios y así evitar problemas de canibalismo, disparidad de crecimiento y competencia por alimentación

Como se observará las distintas etapas en las que se clasifica el desarrollo de la trucha tienen mucho de artificial y forman parte de criterios de manejo dentro de la piscicultura.

6.4.7.8. Trucha comercial

Esto es por lo que se refiere a organismos que se encuentran en centros de cultivo intensivo con ciclo completo al llegar a esta fase del ciclo ya han pasado por lo menos 4 selecciones de tamaño, esto contribuye a mejorar su color, y su apariencia general. El término de trucha comercial se le da a los organismos que han llegado al peso mínimo aceptado para su venta, esto difiere en los países por costumbres de los consumidores, y aún en el caso dentro de un mismo país se observan diferencias entre localidades; como ejemplo se puede citar la diferencia entre el Distrito Federal y el Estado de México donde se ha observado que los compradores del Estado de México siempre piden un peso mayor (350-400 gr) que los

consumidores del Distrito cuyo rango va de 250-350 gr.

En Europa se habla de trucha de un verano y trucha de dos ve ranos siendo esta última la más comercial.

Huet, M. (1978) menciona la producción de truchas de consumo "Trucha Ración" con peso de 150 gr promedio, y de "Truchas a la Carta" pesando entre 200 y 250 gr, para la segunda se dice que alcanza el peso durante su segundo año, y la primera lo obtiene a los seis meses.

En el caso de México y en particular para el rancho el Pedregal la talla comercial es de: peso de 250 gr - 350 gr como mínimo; longitud total 27 cm; y altura 6.8 cm (Tablas 29 y 30), y esto se alcanza entre los 8 y 9 meses de cultivo.

La rapidez con que se obtengan animales comerciales va a depender principalmente de la frecuencia y calidad de alimenta ción, de la temperatura del agua (12-16°C), y del adecuado manejo de la densidad para cada reservorio. (Halver J. et. al. 1972).

En los Estados Unidos, Grassl, (1956) probó dietas peletizadas con concentrados, eventuales raciones de carne fresca y levadura de cerveza una vez a la semana, obteniendo peces co

TABLA 29

DATOS MORFOMETRICOS DE LA TRUCHA ARCO IRIS "COMERCIAL" EN EL RANCHO "EL PEDREGAL" 15 DE OCTUBRE (1981)

<u>Longitud total</u> cm	<u>Longitud standard</u> cm	<u>Altura</u> cm	<u>Espesor</u> cm	<u>Peso</u> gr
24.5	21.0	6.5	2.86	235
24.8	20.7	5.7	2.6	210
25.6	21.0	6.2	2.64	205
26.0	21.5	6.5	2.55	220
26.0	21.1	6.4	3.1	265
26.1	21.7	5.5	2.42	215
26.5	22.0	6.51	2.71	260
26.5	23.0	6.7	2.79	250
26.2	22.2	6.2	2.59	250
26.7	22.5	7.0	2.86	270
27.0	22.3	6.8	2.9	260
27.0	23.0	7.0	3.10	290
27.0	23.0	6.4	3.86	265
27.0	22.5	6.0	3.53	240
27.4	23.1	6.6	2.77	285
27.5	22.5	6.7	3.7	240
27.5	23.1	7.0	2.87	280
27.5	23.5	7.0	2.87	295
27.6	23.1	7.5	2.8	305
28.0	24.0	6.8	2.85	280
28.3	24.0	7.2	2.38	320
28.3	23.2	7.2	2.95	295
28.3	23.8	7.0	2.99	335
28.3	23.5	7.3	3.14	325
28.4	24.0	6.5	2.9	315
28.5	24.4	6.5	2.88	315
28.5	23.5	7.4	2.85	370
28.5	24.0	7.3	3.9	310
28.6	24.0	7.7	3.15	355
28.6	23.5	7.5	3.25	330
29.0	24.0	7.0	3.53	270
29.0	24.0	7.3	2.7	310
29.0	24.4	6.9	2.87	310
29.0	24.0	7.3	2.56	310
29.0	24.5	7.1	2.59	330
29.5	24.5	7.1	3.9	340
29.5	24.5	7.8	3.0	355
30.0	26.0	7.1	2.78	320
30.0	25.8	7.5	3.7	370
30.0	25.0	8.0	3.20	365

TABLA 29. (CONTINUACION)

<u>Longitud total</u>	<u>Longitud standard</u>	<u>Altura</u>	<u>Espesor</u>	<u>Peso</u>
cm	cm	cm	cm	gr
30.2	25.2	7.7	3.0	380
30.4	25.5	7.0	2.87	350
30.5	25.5	7.3	2.84	320
30.5	25.5	7.2	2.7	360
30.5	26.0	7.8	3.4	405
30.8	26.0	8.0	2.79	375
31.0	26.4	7.5	4.65	380
31.0	25.9	7.5	3.14	385
31.2	26.0	8.5	3.43	420
31.5	26.5	8.0	3.33	415
31.5	26.5	8.1	3.59	450
32.0	26.7	8.1	3.4	435
32.4	28.5	8.5	3.7	485
33.5	28.7	8.3	3.4	490
34.2	29.5	9.0	3.65	550

TABLA 30

DATOS MORFOMETRICOS DE LA TRUCHA ARCO IRIS EN EL RANCHO "EL PEDREGAL" 15 DE OCTUBRE (1981)

$$\log a = \log a b \log L - S_y \cdot x$$

$$\log a = 3.8213 \ 2.85412 (L) - 0.0847$$

Tabla de longitudes y pesos con el ETE

<u>Long. Tot.</u>	<u>Peso + ETE</u>	<u>Peso Prom.</u>	<u>Peso - ETE</u>
cm	gr	gr	gr
25.00	232.87	213.96	196.158
26.00	260.45	239.30	219.87
27.00	290.08	266.52	244.87
28.00	321.80	295.67	271.66
29.00	355.70	326.82	300.27
30.00	391.84	360.02	330.78
31.00	430.28	395.34	363.23
32.00	471.09	432.84	397.68
33.00	514.34	472.57	434.19
34.00	560.08	514.60	472.81
35.00	608.39	558.98	513.59
36.00	659.33	605.78	556.59
37.00	712.96	655.06	601.86
38.00	769.34	706.86	649.46
39.00	828.55	761.26	699.44
40.00	890.64	818.31	751.85
41.00	955.67	878.06	806.75
41.00	1,023.71	940.57	864.19
43.00	1,094.82	1,005.91	924.22
44.00	1,169.07	1,074.13	986.89
45.00	1,246.51	1,145.28	1,052.27

ETE = Error Típico de la Estima

merciales a las 28 semanas.

Al momento de tener la trucha de talla comercial marca el fin de un ciclo de cultivo, aunque también en este momento se pueden seleccionar los organismos más aptos para reproductores, cuyas cualidades ya han sido mencionadas con anterioridad.

6.4.8 Mortalidad

Se hace referencia la mortalidad dentro de cultivo. Bajo condiciones óptimas algunos autores consideran: Anónimo 1981

Etapas	% de Mortalidad
Fertilización	0%
Incubación	20% a 2%
Absorción	20% a un 2%
Cría 3 cm a 12 cm	10 % a 1%
Cría de 12 cm a comercial	10 % a 1%

Una mortalidad mínima total durante un ciclo de producción es del rango de 6%; y una mortalidad normal será del 60%. Si la consideramos a partir de los alevines que han reabsorbido su caso vitelino tendremos un 40% de mortalidad total.

Mortalidad Post-Desove. La experiencia personal y la referencia de otros autores (Ferguson, H. y D. Rice, 1980), han demostrado que durante la temporada de desove, la mortalidad de los reproductores se acentúa, presentando las siguientes características: exoftalmia, ascitis, anemia, palidez en el hígado, inflamación de los intestinos, y un examen más específico revela degeneración del miocardio con pérdida de la estriación, (Ferguson, H. y D. Rice, 1980). Todas las características anteriores sugieren la diagnosis de una enfermedad lipoidal del hígado, asociada a deficiencias en vitamina E y alimentación con harinas rancias.

La anemia hipoproteica se asocia con enfermedades de la piel (Carbery, 1980; Mulcahy, 1971; Richards y Pickering, 1979). El hongo *Saprolegnia* ataca fácilmente a estos peces.

El aumento en la tasa de mortalidad de los reproductores de 4 y 5 años y que tienen mucho tiempo con dietas artificiales está relacionado con la pérdida considerable de proteína y otros nutrientes del cuerpo al tiempo del desove; por la inusual demanda metabólica combinada con las bajas temperaturas y la disminución, ó cese completo de la alimentación.

Las infecciones fúngicas son las que atacan principalmente en la temporada de desove: la furunculosis afecta al corazón

y al bazo.

Aeromonas salmonicida-afecta el nivel de protefna en el suero y baja el nivel de hemoglobina, aumenta los niveles de uréa (Shieh, H.S. y J.R. Maclean, 1976).

6.4.9 Conducta en cultivo

Bajo condiciones de cultivo, los alevines en sus primeros siete días posteriores a la eclosión del huevo, permanecen, casi todo el tiempo inmóviles en el fondo de los reservorios consumiendo su saco vitelino, se acumulan en la parte más lejana de donde cae el flujo de agua. Entre el séptimo y el décimo día se observan movimientos circulares y pequeños zigzagueos por parte de los alevines más activos, algunos realizan fugaces emergencias a la superficie. Entre el quinceavo y veinteavo día, cuando el 80% de la población ha reabsorbido su saco vitelino, los organismos se distribuyen de una manera más regular dentro de sus reservorios; los más activos se desplazan hacia la caída de agua mostrando por primera vez su tendencia a nadar contracorriente, mientras que los enfermizos y los más pequeños se mantienen en el fondo.

Al iniciar el proceso de alimentación se inicia también una diferenciación en cuanto a sus tallas, puesto que las truchas

activas y curiosas empezarán a consumir alimento primero que las tímidas y enfermas. Al transcurrir cierto tiempo deben de ser separadas por tamaño para evitar problemas de canibalismo entre sí.

En verano cuando hay una gran cantidad de insectos, tanto larvas como organismos maduros, las truchas realizan verdaderos saltos acróbatas para atrapar a sus presas voladoras.

Conforme transcurre el tiempo, la actividad de las truchas va en aumento, por lo que es necesario poner rejillas en las entradas de flujo de agua a los reservorios para evitar la fuga de estos organismos. En el caso personal se llegó a observar una alta frecuencia de saltos tratando de remontar la caída de agua que se encontraba a una altura de 60 centímetros del espejo de agua (promedio de saltos por minuto = 42). La frecuencia de los mismos fue mayor en la mañana (entre las 9 y 11).

6.4.10 Alimentación artificial

Al inicio del desarrollo de sistemas de cultivo se trató de imitar la composición de alimentos naturales. Por muchos años se utilizaban los desperdicios de pescaderías, carnicerías (Schaperclaus, W. 1933; Lin, 1959; Wood, M. 1953; Huet, M.

En 1928, Ticomb et.al. criaron truchas con una mezcla de harina de pescado, harinas vegetales principalmente de oleaginosas, e hígado. Obtuvieron resultados estimulantes por lo que en 1943, Agersborg elaboró una fórmula consistente en 48% mezcla de harina de pescado, 28% de hígado de res y un 24% de huevos de salmón. En 1946 McLaren et al. prueban otra dieta que contenía: 47.5% de hígado fresco, 47.5% de carpa enlatada y 5% de levadura de cerveza, recomendando una ración diaria del 6% del peso del pez.

- b) Alimentos Semi-húmedos. En 1940 hay otro intento, ahora Tunison, A.V. pulverizó bazo de cerdo congelado y lo mezcló con una proporción igual de mezcla seca también de bazo de cerdo, a esto le añadió un 30% de agua, al obtener la pasta trató de formar partículas (vermiformes para observar la aceptabilidad por parte de las truchas, las partículas las obtuvo al pasar la pasta ya seca a través de las cuchillas de un molino al cual, se le fue graduando la velocidad para así obtener diferentes tamaños de partículas, facilitando la distribución manual del alimento. Esta mezcla se tubo que tener en refrigeración a 3°C, pero se obtuvo una base en la granulación de alimentos.

Alimentos peletizados semihúmedos. Hublou W. et. al. (1959) menciona que en Oregon se llevó a cabo un estudio comparativo con duración de seis años para comparar las dietas a nivel comercial. El primer año se realizó una dieta para mejorar la aceptabilidad y se realizó con salmón plateado (Oncorhynchus kisutch).

Ingredientes:

40 partes de harina de pescado

40 partes de rodaballo congelado

20 partes de hígado de res molido y congelado

Posteriormente se hace otra dieta con: 40% de carne y/o productos de pescado y un 60% de harina de pescado.

A otras dietas se les agregaba un 37% o un 40% de agua para asegurar la textura suave del alimento.

Por otra parte se siguió trabajando con el tamaño de las partículas y los granulados se formaron mediante extrudizadores de gran capacidad, con lo que se obtuvo una mejor conversión del alimento, una excelente sobrevivencia dentro del cultivo y un precio competitivo. (Hastings y Dickie, 1966).

c) Alimentos secos. Todos los trabajos anteriores presentaban cierta concentración de humedad, e incluían eventualmente hígado crudo en las dietas por el temor a la falta de los "factores" -H:L:M- (Fiel et.al, 1944); cuya carencia se decía ocasionaba cese del crecimiento, anemia o falta de apetito, aunado esto a la susceptibilidad a las enfermedades. Simmons y Norris (1941) y Tunison (1940) postularon que tales "factores" podían ser ciertas mezclas de vitaminas o sus precursores. Grassl (1956), probó dietas con granulados eventuales porciones de carne fresca y levadura de cerveza, en base a las cuales obtuvo peces comerciales a las 28 semanas con buen crecimiento y sobrevivencia. Posteriormente Grassl (1956) trabajó sobre la textura de los granulados, peces de 10 cm (long.) recibían un pelet de 2.34 mm. de diámetro y peces mayores recibían un granulado de 3.12 mm. La aceptación de dicho alimento ocurría a las dos semanas de iniciada la alimentación, para el pellet chico y 4 semanas el granulado más grande (Hastings y Dickie, 1966).

El primer concentrado seco de formulación conocida a nivel comercial, y cuyo resultado había sido de la experimentación con 2 generaciones de truchas, fué reportado por A. Phillips, et.al. (1964) Tablas 31, 32 y 33.

En 1940 se hace el primer intento a nivel industrial para el alimento de trucha, alimentos Cortland elaboró la siguiente fórmula:

Leche descremada _____	24%
Harina de pescado blanco _____	24%
Harina de semilla de algodón o harina de soya _____	24%
Sales _____	4%
Harina de trigo _____	24%

Complemento hígado de res (27.8% de proteína; 42% de agua).

Un análisis posterior de este alimento en seco contenía un 48% de proteína.

Con este tipo de alimento la piscifactoría de Cortland bajo sus costos de alimentación de \$ 0.22 por libra (454 gr) a \$ 0.12 y se obtuvo una conversión de 3:1 o sea 3.0 kg de alimento se necesitaban para obtener 1 kg de carne.

Huet M. (1978), menciona que en los alimentos secos concentrados hay variaciones en el contenido de proteínas (de 40% a 50%) aunque otros autores mencionan un rango más amplio en cuanto a la variación (25% a 50%), (Anónimo, 1978). (Tablas de la 34 a la 38).

TABLA 31

COMPOSICION DE CONCENTRADOS SECOS COMO ALIMENTOS PELETIZADOS COMPLETOS PARA TRUCHAS. (PHILLIPS, A. ET.AL. 1964).

Ingredientes	Kilógramos por tonelada	
	No. 1	No. 6
Harina de huesos de pescado	45.40	45.40
Harina de pescado	345.04	317.80
Leche descremada en polvo	49.94	63.56
Harina de semilla de algodón	136.20	0
Harina de frijol de soya	0	108.96
Levadura de cerveza	90.80	90.80
Acemite de trigo	199.76	131.66
Fermentación soluble de maíz	13.62	13.62
Productos de aceites	27.24	27.24
A & D		

TABLA 32

MEZCLA DE VITAMINAS ADICIONADAS POR CADA 454 kg DE PELET CON
CENTRADO No. 1. (PHILLIPS, A. ET.AL. 1964)

Ingredientes:	Cantidad en gramos	
	No. 1	No. 6
Clorhidrato de tiamina _____	10	
Riboflavina _____	33	
Clorhidrato de piridoxina _____	10	
Clorhidrato de colina _____	1500	
Acido p-Aminobenzoico _____	70	
Acido pantoténico _____	55	
Acido nicotínico _____	150	(300)
Inositol _____	250	
Biotina _____	2	
Alfa-tocopherol _____	75	
Acido ascórbico _____	170	(340)
2-Metilnaftoquinona _____	10	
Acido fólico _____	2.80	
Cobalamina _____	0.02	
Leche descremada en polvo _____ (como soporte)	4540	

TABLA 33

RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LA ALIMENTACION CON LAS DIETAS
No. 1 y No. 6. PHILLIPS, A. ET.AL. (1964)

Datos Biológicos	Pelet No. 1	Pelet No. 6
Peso Inicial (W_0)	11 gr	9 gr
Peso final (W_n)	339 gr	320 gr
Conversión de alimento	1.76	1.56
Calorías/libras ganadas*	2206	1841
Gramos de proteínas libras ganadas*	343	308

* Evaluación de energía como Phillips, A. et.al.(1958) lo deter
minaron - 3.9 calorías/gr por proteína; 8 calorías/gr.
de grasas y 1.6 calorías/gr de carbohidrato.

Como se ve en general la dieta anterior contiene entre 35 y
40% de harina de pescado, por un 40% de proteína cruda, cer-
ca de 3250 kilocalorías brutas por kilogramo con 60% de esta
energía proveniente de las proteínas.

TABLA 34

DIETA ESPECIFICA DEL CRIADERO NACIONAL DE PECES, PARA 1970-71
 DEPARTAMENTO DEL INTERIOR DE U.S.A. PHILLIPS, A.M. 1970

Fórmula S.R. - 2
 % en libras

Harina de arenque de Canadá, grasa máxima 10.5%, proteína mínima 70%	49.8
Lecitina	0.2
Gluten de harina de maíz, 41% de proteína, 1% de grasa, 6% de fibra (de la mezcla bruta un 25% puede ser substituído)	5
Tostados: harina de soya, máximo de grasa 0.5%, mínimo de proteína 50%	5
Levadura de cerveza secada al vapor, mínimo de proteína 40%, mínimo de grasas 0.7%, máximo de fibra 3%	5
Aceite A & D, no sintético, estabilizado	6
Productos del pez solubles condensados, secados, sobre acemite de trigo (equivalente) a 100% de la parte soluble del pescado	5
Harina soluble de sangre	2
Harina de algas marinas-cenizas	2
Acemite de trigo.	7
Leche en polvo descremada	5
Harina de hígado sin extractar	5
Premezcla de vitamina 4.C	4

TABLA 35

PREMEZCLA DE VITAMINA 4-C (DEPARTAMENTO DEL INTERIOR E.U.A., 1970-1971), (PHILLIPS A.M. 1970).

Ingredientes	Potencia garantizada por cada 28.5 gr (1 oz) de premezcla en mg.
Calcio - D- Pantotenato	600
Piridoxina	500
Riboflavina	1750
Niacina	6250
Acido fólico	100
Tiamina	250
Inocitol	6250
Acido p-aminobenzóico	250
Biotina	5
Vitamina B ₁₂	0.25
Bisulfato de sodio-menadiona	125
Vitamina E, acetato de tocoferol (todo en forma de gotas)	2718 IU
Vitamina B ₃ activa	16000 IU
Vitamina A activa (de palmitato de vitamina A en beadlets de gelatina).	75000 IU
Antioxidante BHT	800
Carbonato ferroso u óxido ferroso	225
Sulfato de cobre	22
Clorato de colín	40000
Acido ascórbico*	3000

* Este no es parte de la premezcla pero puede ser mezclado con uno o más ingredientes de los cereales, y que son añadidos a la mezcla del alimento al tiempo de manufacturar éste último.

TABLA 36

DIETA PARA TRUCHA, PHILLIPS A.M. 1970)

Fórmula PR-2	Porcentaje %
Harina de arenque de Canadá y Alaska máximo de grasa 10.5% mínimo de pro- teína 70%	15.80
Lecitina (mezclado con harina de pescado)	0.09
Harina de gluten de maíz, 41% de proteína mínima, 1% de grasa, máximo de fibra 6% (mezcla de 60% original y 25% de alimento que puede ser sus- tituído)	8.172
Acemite de trigo standard, mínimo de proteína 1.3% como máximo de fibra 9.5%	7.264
Harina de aceite de soya, en extracto solvente, tostado y descortizado proteína mínima 50%	4.540
Levadura seca de cerveza preparada, mínimo de proteína 40%; mínimo de grasa 0.7%, máximo de fibra 3%	1.816
Suero delactosado, proteína mínima 16%, máximo de azúcar 50%	1.816
Harina de alfalfa deshidratada, proteína 17%, pelets reground o recubiertos básicos	1.362
Una pizca de sales minerales	0.908
Aceite comestible A y D, natural estabilizado	1.816
Premezcla de vitaminas No 14	1.816

El alimento ya producido no debe tener menos de un 7% de grasas ni más de 8%.

TABLA 37

PREMEZCLA DE VITAMINAS (PHILLIPS A.M. 1970)

Ingredientes	Potencia garantizada por libra (454 gr) de premezcla en (mg)
Pantotenato de calcio	600
Piridoxina	250
Riboflavina	1750
Niacina	6250
Acido fólico	100
Tiamina	750
Biotina	5
Vitamina B-12	0.25
Menadina bisulfato de sodio	1.25
Antioxidante BHT	250
Vitamina F, de acetato alfa-tocoferol en forma de gotas, cápsula	675 1U
Vitamina D ₃ activa (de palmitato de vitamina A ₃ en cápsulas de gelatina)	40000 USP
Clorato de colina	12500
*Acido ascórbico	3000

* Debe ser mezclado con uno o más ingredientes de cereales y añadiendo a la mezcla al tiempo de manufacturar el alimento.

TABLA 38

GUIA PARA LA COMPOSICION DE ALIMENTO DE TRUCHA, COMO FUE DETERMINADO EN LA ESTACION EXPERIMENTAL PARA PECES DE CRIADERO DE E.U. EN STUTTGART, ARKANSAS. (BARDACH, J.ET.AL. 1972).

Componente	Cantidad
Proteína total ^a	35% - 40%
Carbohidrato (admisible)	30%
Grasa	8% - 10%
Fibra	4%
Vitaminas por tonelada de alimento	
Vitamina A	3,000,000 USP
Vitamina D ₃	640,000 IC
Vitamina E	216,000 IU
Riboflavina	100,000 mg
Pantotenato D-calcio	48,000 mg
Acido fólico	80,000 mg
Niacina	500,000 mg
Cloruro de Colina	1,000,000 mg
Vitamina B ₁₂	20 mg
D-Biotina	400 mg
Acido ascórbido	240 mg
Tiamina hidrociorurada	60,000 mg
Piridoxina hidrociorurada	20,000 mg

Incluye por lo menos 30% de harina de pescado

FUENTE: Meyer (1969)

Una composición tipo, en la actualidad es difícil de determinar dada la gran variedad existente, sin embargo para algunos fabricantes europeos sus rangos son los siguientes:

	Porcentaje %
Proteínas brutas	22 a 58
Grasas	1.2 a 8
Carbohidratos	2 a 41
Celulosa	1 a 6
Materias minerales	10.4 a 22
Agua	6.5 a 11
Vitaminas	varias

Requerimientos de nutrientes:

Proteínas. Debe ser un máximo de 40% a 50% proteína animal. Los requerimientos de proteínas son inversamente proporcionales a la edad de los organismos.

6.4.10.1 Elaboración de Dieta en México

La experiencia de NUTRIMEX (filial de ALBAMEX) en la elaboración de alimento para truchas es de 5 años, rigiéndose por la pauta de elaboración norteamericana.

Los principales problemas en su elaboración, tratados ya anteriormente, son la dureza, flotabilidad, dispersión al contacto y granulometría del alimento.

Las materias primas empleadas son: (Doreste, J. 1981).

- I. Cereales: trigo*, cebada, arroz y sorgo
- II. Materiales hidrogenocarbonatos: camote, yuca, papa, melaza y azúcar de caña
- III. Subproductos de cereales: salvado de maíz, gluten de maíz, pastas de germen de maíz, germen de trigo, acemite, salvado de trigo, harina de arroz, pulido 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 zempazúchitl, potamogeton, etc.)
- VI. Subproductos marinos: harina de pescado (anchoveta y pequeños porcentajes de sardina y parte del desperdicio

de atún de Ensenada, B.C.N. y de Guaymas, Son., esto por lo que se refiere a las harinas nacionales; de importación se compra la harina de anchoveta peruana y la chilena)

VII. Subproductos lácteos: lacto suero deshidratado, leche descremada y deshidratada, lactosa

VIII. Materias primas: cebo, manteca, aceite vegetal (soya, cártamo, ajonjolí), aceite animal (pescado y tortuga)

IX. Fuentes externas de energía: minerales, vitaminas, aminoácidos sintéticos y aditivos.

*A partir de mayo de 1982, por decreto presidencial el uso de trigo en dietas animales quedó prohibido provocando con esto una baja en la digestibilidad de las dietas y concomitantemente un aumento en el factor de conversión de alimento. El sustituto del trigo es el sorgo, que es menos digerible que el trigo, y presenta dos variedades el sorgo dulce y sorgo amargo - siendo esta última variedad menos depredada por pájaros por su sabor amargo dado por su contenido de taninos; para la dieta de trucha es más deseable el sorgo dulce, pero a su vez éste tropieza con el problema en su cultivo de ser más perjudicado por los pájaros.

La harinolina o semilla de algodón no es muy recomendada por algunos investigadores, sobre todo en el caso de los reproductores porque puede afectar o alterar el ciclo de la vitamina A provocando avitaminosis. (Prieto com. pers.). El empleo de harinolina se puede substituir por soya, sangre en polvo, otros productos de matadero, gluten de maíz, pasta de ajonjolí, pasta de nabo, pasta de coco. (Prieto, com. pers.).

Fases o etapas de elaboración de dieta

1. Recibo y control de calidad de materia prima
2. Almacenaje
3. Molienda fina de los ingredientes, para posteriormente dar la granulometría deseada
4. Dosificación de los ingredientes y posterior mezcla
5. Preacondicionamiento del producto en el cocedor, para la extrudización por medio del vapor de agua
6. Paso por el tornillo extrusor y salida por los orificios al final del tornillo a alta presión
7. Cambio de presión entre 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 con ciclón para la alimentación

de la secadora

9. Paso por la secadora y enfriado por medio de aire seco, caliente ó frío
10. Tamizado del producto para la separación de las partículas finas, con el fin de retornarlas al proceso y también de aquí se obtiene los diferentes tamaños de alimento
11. Control de calidad del alimento ya elaborado, por medio de análisis bromatológicos y microbiológicos del alimento
12. Empaque del alimento para su distribución y venta. (Dorreste, J. 1981).

NOTA: El precocido aumenta la digestibilidad de almidones.

Se ha empezado la elaboración de alimentos medicados para contrarrestar epizootias en algunos centros de cultivo de la Secretaría de Pesca.

Para la elaboración del alimento de trucha, NUTRIMEX cuenta con plantas en: Guadalajara, Jal. y Cd. Delicias, Chih. Su planta distribuidora para el Valle de México es la planta de Texcoco, Méx.

No obstante NUTRIMEX cuenta con otras plantas procesadoras que pueden, en un momento dado, elaborar el alimento para trucha en Mérida, Yuc., Matamoros, Tamps. (Prieto com.pers.).

DIETAS DE NUTRIMEX (PRIETO com. pers. 1982)

Tipo Crías		Engorda - verano	
Energía metabolizable	3 300 k. cal/kg	Energía metabolizable	2 800 k cal/kg
Proteína	43 %	Proteína	36 %
Lisina	2.9%	Lisina	2.4%
Metionina 40%	1 %	Metionina 40%	1.4%
Cistina (60%)		Cistina (60%)	
Fósforo total	1 %	Metionina	0.8%
Fósforo inorgánico	0.75%	Fósforo total	0.8%
Calcio	1.2%	Fósforo inorgánico	0.5%
Fibra cruda	4.6% máx.5%	Calcio	0.8%
Grasa libre	5 %	Fibra cruda	5 %
		Grasa libre	5 %
Engorda invierno		Reproductor	
Energía metabolizable	3 000 kcal/kg	Energía metabolizable	2 800 kcal/kg
Proteína	40 %	Proteína	40 %
Lisina	2.7%	Lisina	2.5%
Metionina 40%	1.6%	Metionina 40%	1.4%
Cistina 60%		Cistina 60%	
Metionina	1 %	Metionina	0.8%
Fósforo total	0.8%	Fósforo total	0.8%

Fósforo inorgánico	0.5%	Fósforo inorgánico	0.5%
Calcio	0.8%	Calcio	0.8%
Fibra cruda	4.5%	Fibra cruda	5 %
Grasa libre	9 %	Grasa libre	6.75%

INGREDIENTES DE LA DIETA PARA TRUCHA (Elaborada por ALBAMEX) (PRIETO, 1982) - Com. Pers.

Aceite

Cartarina (pasta de cártamo)

Carbonato de calcio $Ca CO_3$

Glutén de maíz

Harina de alfalfa

Harinolina (pasta semilla de algodón)

Fosfato de calcio

Melaza de caña

Pasta de girasol

Pasta de soya

Harina de pescado

Salvado de maíz

Salvado de trigo

Sorgo

Soya integral

Trigo

Premezcla de vitaminas y minerales (para crías 0.6% con respecto al 100% de la dieta); para engorda de invierno - 0.5% para engorda verano 0.45%).

6.4.10.2 Factores asociados a la alimentación artificial

6.4.10.2.1 Conservación

Los alimentos secos concentrados no presentan los problemas de los alimentos frescos, su tiempo de utilidad es de 6 meses, desde su elaboración hasta la pérdida de garantía de algunas vitaminas y otros componentes. Siendo conveniente manejar cantidades en almacén que no duren arriba de 2 meses, conservación en lugares frescos, secos, protegidos de la luz, con revisión constante para evitar la aparición de roedores.

6.4.10.2.2 Presentación

Actualmente en los Estados Unidos y Europa, los fabricantes de alimentos han desarrollado una gran variedad de tamaños para los granulados, migas y/o pellets, esto con el fin de promover una alimentación adecuada; relacionando tamaño del pez - tamaño de partícula, (Tablas 39, 40, 41 y 42, Bardarch J.E. et.al. 1972; Phillips, A. 1970). En Europa, los fabricantes además de los distintos tamaños, en algunos países, llegan a vender alimentos de distintos colores, como es el caso de España, en donde a los peces próximos a obtener la talla comercial se les proporciona un alimento con un pigmento rosáceo, que transmitirá ese color a la carne de la tru-

cha, y con esto se obtiene una mejor aceptación y un mejor precio para la trucha (Pons, J. 1971-1979).

En México no existe, por parte de los fabricantes la serie de tamaños que permita una alimentación adecuada, y de esta manera evitar un gran desperdicio de alimento y de horas-hombre.

En cuanto a la granulometría, Klontz, E. et. al. (1979) mencionan los distintos tamaños del alimento norteamericano Silver Cup, (Tabla 32).

TABLA 39

DISTINTOS TAMAÑOS DE ALIMENTO SEGUN HUET, M. (1978)

Gránulo	Tamaño del Pez
# 1 Harinas (0.25-0.4 mm)	para crías al iniciar su alimentación (2-2.5 cm)
# 2 Harinas (0.4-0.8 mm)	para crías de (2.5 - 3 cm)
# 3 Harinas (0.8-1.4 mm)	para crías (2.5 - 3.5 cm)
# 4 Migas (1.4 - 2.4 mm)	para crías de 4 cm - 8 cm
# 5 Granulados (2.5-4 mm)	para crías de 8 cm - 12 cm
# 6 Granulado (4 - 6 mm)	para juveniles de 12 cm - 18 cm
# 7 Granulado (6 - 10 mm)	para juveniles hasta adultos de 18cm en adelante

TABLA 40

TAMAÑO DE PARTICULAS STANDAR EN LAS COMPRAS DE ALIMENTOS PARA LAS PISCIFACTORIAS DE LOS ESTADOS UNIDOS. (PHILLIPS, A. ET. AL. 1970)

Tamaño	Partículas/gr
Iniciador	-
# 1) 420-595 micrones (diámetro)	38800
# 2) 595-841 micrones (diámetro)	8590
# 3) 0.84 - 1.2 mm (diámetro)	2010
# 4) 1.19 - 1.68 mm (diámetro)	565
# 5) 1.68 - 2.83 mm (diámetro)	161
6) Pellet 2.34 mm (diámetro)	76.1
7) Pellet 3.3 mm (diámetro)	35.6
8) Pellet 4.7 mm (diámetro)	12.12
9) Pellet 6.25 mm (diámetro)	5.22

TABLA 41

STERLING SILVER CUP DE STERLIN H. NELSON & SON INC. (UTAH)

POSEE LAS SIGUIENTES PRESENTACIONES PARA SU ALIMENTO DE TRU-
CHA (AQUACULTURE MAGAZINE, VOL. 8 No. 6, 1982).

Clave	No. de Peces/lb (454 kg)	Tallas de los Peces	Frecuencia de Alimentación/día
Iniciador	3600 a 2800/lb	1.5 cm-2.5 cm	8-9 veces
# 1 Cría	2800 a 800/lb	2.5 cm-4 cm	8-9
# 2 Cría	800 a 230/lb	4 cm-6.25cm	8-9
# 3 Migaja fina	230 a 135/lb	4.25cm-8.25cm	5
# 4 Migaja Ordinaria	135 a 45/lb	6.25cm-8.25cm	5
# 5 Granulado de 0.23 cm	45 a 25/lb	6.25cm-11.25cm	4-5
Granulado 0.31 cm	25 a 10/lb	10 cm-15 cm	4
Granulado 0.39 cm	10 a 6/lb	15 cm-18 cm	4
Granulado 0.47 cm	6 a 2/lb	15 cm-20 cm	4
Granulado 0.63 cm	2/lb (o más grandes)	20 cm ó más	4

TABLA 42

TAMAÑO DE PARTICULA DE ALIMENTO SECO RECOMENDADO PARA LA ALIMENTACION DE LA TRUCHA DE DISTINTAS LONGITUDES, (BARDACH, J. E. ET.AL. 1972).

Tamaño del Pellet Designación Standar Internacional	Tamaño del Pez (No. de org. por kg.)
1	4,224 - 2,816/kg
1 y 2 mezclados	2,992 - 2,464/kg
2	2,840 - 2,112/kg
2 y 3 mezclados	1,936 - 1,056/kg
3	1,232 - 704/kg
3 y 4 mezclados	880 - 352/kg
4	528 - 352/kg
Migas y 4 mezclados	528 - 176/kg
Migas	352 - 106/kg
Migas y pellets de .238cm.mezclados	176 - 70/kg
Pellets de .24 cm	70 - 20/kg
Pellets de 0.40 cm	20/kg y más grandes

En México, no se le ha dado importancia a la granulometría por ende, estudios propuestos no se han llevado a cabo y los pocos que se han elaborado se aplican de una manera parcial o empírica, (Medina García, 1981; el autor).

NUTRIMEX, filial de Alimentos Balanceados de México; que son los principales fabricantes de alimentos para peces, en el lapso de 1980-81 tenían a la venta presentaciones de alimento: (Tabla 43).

TABLA 43

PRESENTACIONES DEL ALIMENTO ELABORADO EN MEXICO
(EL AUTOR 1981)

Clave	Tamaño del alimento	Tamaño de Pez	Características*
0564	4-4.6 mm	2-12 cm	irregular y flotante
0563	4.5-6 mm	4-18 cm	irregular y flotante
0561	8.3-11 mm	18 cm-en adelante (engorda)	irregular y flotante
0614	10-12 mm	18 cm-en adelante (reproductor)	irregular hundible con 40% de proteína

* La referencia de "irregular" es en cuanto a la forma de la partícula y su textura, que son otros de los problemas con dichos alimentos.

En 1982 NUTRIMEX redujo sus presentaciones a 3:

Presentación / Diámetro de Grano / Organismo

Harinas - 0.5-1.2 mm	Crías (sólo hasta los 3 cm) 42% Proteína - Reproductor
Rellet - 11.25 mm	Adultos (de aquí se tiene que moler para obtener los otros tamaños) 40% Proteína
Pellet - 8.5 mm	Engorda 36% Proteína

En el caso personal se recurrió a las presentaciones 0564 y 0561; se molieron costales de 25 kg y se tamizaron, obteniéndose los siguientes resultados:

Alimento 0564

18 kg	Util para peces de 10 cm en adelante
3.4 kg	Util para peces de 6-10 cm
1.7 kg	Util para peces de 4-6 cm
1.3 kg	Util para peces de 3-4 cm
0.6 kg	Util para iniciación

Alimento 0561

11 kg
4.5 kg
2.8 kg
3.6 kg
3.1 kg

El alimento 0564 sólo se tamizó, mientras que el alimento 0561 se tuvo que moler y tamizar con los tamices cuya abertura de malla se tomó al buscar la mejor relación tamaño de boca-partícula de alimento (Tabla 44).

TABLA 44

RELACION DE TAMICES - ALIMENTO - TAMAÑO DEL PEZ PARA "EL PEDREGAL"

Tamiz (Abertura de malla)	# de Alimento	Tamaño del Pez
menor 0.59 mm	0.57 mm	1 2-2.5 cm
0.59 mm	0.6 -0.82 mm	2 2.5-3 cm
0.84 mm	0.84-2.00 mm	3 3-4.5 cm
1.19 mm	1.19-2.99 mm	4 4-8 cm
2.0 mm	2-4.6 mm	5 8-12 cm
3.36 mm	3.36-8.3 mm	6 12-18 cm
Al.quebrado	8.4 -11 mm	7 18 cm - en adelante

6.4.10.2.3 Frecuencia y Porcentaje de Alimentación Diaria

Múltiples experimentos con salmónidos bajo distintas condiciones de cultivo, han permitido el desarrollo de tablas patrones de porcentaje de alimentación de acuerdo a la talla del pez y en relación con una temperatura de agua. De los primeros en desarrollar este tipo de tablas se puede mencionar a Devel, Haskell y Tunison, (1937); Devel et al. 1952, Klontz et al. 1979, y este mismo autor Klontz presenta unas tablas, desarrolladas para trucha arco iris de acuerdo a las

Cartas Guía de las Piscifactorías del estado de New York, E. U., Tablas 45 y 46. El método de Haskell del incremento en longitud = Δl se uso para establecer la línea de base a los 15°C y cada valor se redujo un 5% por cada °C que decrece de 15°C hasta los 10°C. La carta de Devel es suficiente para la alimentación de todos los grupos desde los 9.4°C hasta los 4.4°C.

La cantidad de alimento a proporcionar por peso de pez se obtuvieron al estimar las conversiones de alimento y valores de crecimiento provistos por varios truticultores tanto públicos como privados, Tabla 47. (Klontz, E. et. al. 1979).

Phillips, A. et. al. (1970) proporcionan también otras tablas de alimentación, Tabla 48 y 49.

Hay otros métodos de considerar las tasas de alimentación. Uno de ellos es el de Haskell (1959) que es el concepto de Δl en donde Haskell considera como principales factores que afectan al crecimiento a la temperatura del agua, la especie de pez y el valor de alimentación. Y para calcular la tasa de alimentación toma en consideración el factor K o función de Fulton del pez, el Δl y un factor de conversión anticipado, (Klontz, G. et al. 1979).

TABLA 45

Klontz; E et.al. (1979)

NIVELES DE ALIMENTACION (LIBRAS DE ALIMENTO-454 GR/LIBRA DE PEZ) PARA TRUCHA ARCO IRIS EN AGUAS DE 4.4°C a 9.4°C. PARA CALCULAR LA CANTIDAD DIARIA DE ALIMENTO O RACION, MULTIPLICAR EL PESO DEL PEZ POR EL CORRESPONDIENTE FACTOR DE ALIMENTACION CORRELACIONADO CON LA TEMPERATURA-LONGITUD.

Long. (cm)	Temperatura del Agua °C									
5	.0260	.0280	.0290	.0300	.0310	.0330	.0350	.0370	.0390	.0410
6.25	.0220	.0220	.0240	.0250	.0270	.0280	.0200	.0200	.0210	.0330
7.5	.0200	.0200	.0215	.0225	.0230	.0245	.0255	.0270	.0285	.0300
8.75	.0180	.0180	.0190	.0200	.0210	.0220	.0230	.0240	.0255	.0270
10.0	.0155	.0160	.0165	.0170	.0280	.0290	.0205	.0215	.0230	.0250
11.25	.0130	.0140	.0140	.0140	.0150	.0160	.0175	.0190	.0205	.0220
12.50	.0210	.0125	.0130	.0130	.0140	.0145	.0160	.0175	.0190	.0205
13.75	.0100	.0110	.0120	.0120	.0130	.0130	.0140	.0155	.0170	.0185
15.0	.0095	.0100	.0105	.0110	.0115	.0120	.0130	.0140	.0155	.0170
16.25	.0090	.0090	.0090	.0100	.0100	.0110	.0120	.0120	.0135	.0150
17.50	.0085	.0085	.0085	.0095	.0095	.0105	.0110	.0110	.0125	.0140
18.75	.0080	.0080	.0080	.0090	.0090	.0100	.0100	.0100	.0115	.0130
20.00	.0075	.0025	.0075	.0085	.0085	.0095	.0095	.0095	.0105	.0120
21.25	.0070	.0070	.0070	.0080	.0080	.0090	.0090	.0090	.0100	.0110
22.50	.0065	.0065	.0065	.0075	.0080	.0085	.0085	.0085	.0095	.0110
23.75	.0060	.0060	.0060	.0070	.0080	.0080	.0080	.0080	.0090	.0090
25.00	.0055	.0055	.0055	.0065	.0070	.0075	.0075	.0075	.0085	.0090
26.25	.0050	.0050	.0050	.0060	.0060	.0070	.0070	.0070	.0080	.0080
27.50	.0050	.0050	.0050	.0060	.0060	.0070	.0070	.0070	.0080	.0080
28.75	.0045	.0045	.0045	.0055	.0055	.0065	.0065	.0065	.0075	.0075
30.00	.0045	.0045	.0045	.0055	.0055	.0065	.0065	.0065	.0075	.0075
31.25	.0040	.0040	.0040	.0050	.0050	.0060	.0060	.0060	.0070	.0070
32.50	.0040	.0040	.0040	.0050	.0050	.0060	.0060	.0060	.0070	.0070

TABLA 46

NIVELES DE ALIMENTACION (LIBRAS DE ALIMENTO/LIBRA DE PEZ) PARA LA TRUCHA ARCO IRIS EN AGUA DE 10-15°C. PARA CALCULAR LA CANTIDAD DIARIA DE ALIMENTO O RACION, MULTIPLICAR EL PESO DEL PEZ POR EL CORRESPONDIENTE FACTOR DE ALIMENTACION CORRELACIONADO CON LA TEMPERATURA-LONGITUD. KLONTZ, E. ET. AL. (1979).

Long. (cm)	Temperatura del Agua °C									
	10	10.5	11.1	11.6	12.2	12.7	13.3	13.8	14.4	15
5	.0429	.0468	.0507	.0546	.0585	.0624	.0663	.0702	.0741	.0780
6.25	.0351	.0383	.0415	.0447	.0479	.0510	.0542	.0574	.0606	.0638
7.5	.0330	.0360	.0390	.0420	.0450	.0480	.0510	.0540	.0570	.0600
8.75	.0286	.0312	.0338	.0364	.0390	.0416	.0442	.0468	.0494	.0520
10.00	.0260	.0294	.0318	.0343	.0367	.0392	.0416	.0440	.0465	.0489
11.25	.0241	.0263	.0285	.0307	.0328	.0350	.0372	.0394	.0416	.0438
12.50	.0218	.0238	.0258	.0277	.0297	.0317	.0337	.0357	.0376	.0396
13.75	.0199	.0217	.0235	.0253	.0271	.0289	.0307	.0326	.0344	.0362
15.00	.0182	.0198	.0215	.0231	.0248	.0264	.0281	.0297	.0314	.0330
16.25	.0168	.0183	.0199	.0215	.0229	.0244	.0260	.0275	.0290	.0306
17.50	.0155	.0169	.0183	.0197	.0211	.0225	.0239	.0253	.0267	.0281
18.75	.0145	.0158	.0171	.0184	.0197	.0211	.0224	.0237	.0250	.0263
20.00	.0136	.0148	.0161	.0173	.0185	.0198	.0210	.0223	.0235	.0247
21.25	.0128	.0140	.0152	.0163	.0175	.0187	.0198	.0210	.0221	.0233
22.50	.0114	.0125	.0135	.0146	.0156	.0166	.0177	.0187	.0198	.0208
23.75	.0109	.0118	.0128	.0138	.0148	.0158	.0168	.0178	.0188	.0197
25.00	.0101	.0111	.0120	.0129	.0138	.0148	.0157	.0166	.0175	.0184
26.25	.0097	.0105	.0114	.0123	.0132	.0141	.0149	.0158	.0167	.0176
27.50	.0088	.0096	.0104	.0112	.0120	.0128	.0136	.0144	.0152	.0160
28.75	.0084	.0092	.0100	.0107	.0115	.0123	.0130	.0138	.0146	.0153
30.00	.0081	.0088	.0096	.0103	.0110	.0118	.0125	.0132	.0140	.0147
31.25	.0078	.0085	.0092	.0099	.0106	.0113	.0120	.0127	.0134	.0141
32.50	.0075	.0082	.0088	.0095	.0102	.0109	.0115	.0122	.0129	.0136

TABLA 47

CONVERSIONES DE ALIMENTO Y VALORES DE CRECIMIENTO (A 80% DE AQUELLOS DISPONIBLES EN 15°C) (TEMPERATURA DEL AGUA) PARA VARIOS TAMAÑOS DE TRUCHA, (KLONTZ, E. ET.AL. 1979)

Tamaño	Conversión 454 g de alim. por 28.5 g de ganancia)	Valores de Crecimiento (cm/seg)
5-7.5	1.35	3.25
7.5-100	1.50	3.25
10-15.0	1.60	3.25
15-17.5	1.65	3.125
17.5-22.5	1.70	3.00
22.5-25	1.75	2.75
25-32.5	1.80	2.50

TABLA 48

PORCENTAJE DEL PESO DEL CUERPO (PARA ALIMENTAR POR DIA) PARA GRUPOS DE TAMAÑOS DIFERENTES A DIFERENTE TEMPERATURA DE AGUA, (DEVEL ET.AL. 1952)

Número de peces por libra (454 gr)											
2470	308	91.3	38.5	19.7	11.4	7.19	4.82	3.38	2.47		
2470	308	91.3	38.5	19.7	11.4	7.19	4.82	3.38			
Peso promedio del pez (gr)											
.184	.621	2.87	7.89	16.8	30.6	50.5	77.6	113	158	184	
Rango de tamaño y tamaño promedio en pulgadas (2.5 cm)											
Temp.	-	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10
Agua °C	1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	+
2.22	5.3	4.4	3.5	2.6	2.0	1.6	1.3	1.1	1.0	0.9	0.8 %
2.77	5.5	4.6	3.7	2.8	2.1	1.7	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8
3.33	5.8	4.8	3.9	2.9	2.2	1.7	1.4	1.2	1.1	1.0	0.9
3.88	6.0	5.0	4.0	3.0	2.3	1.8	1.5	1.3	1.1	1.0	0.9
4.44	6.3	5.2	4.2	3.1	2.4	1.9	1.6	1.4	1.2	1.0	1.0
5.00	6.6	5.5	4.4	3.3	2.5	1.0	1.7	1.4	1.2	1.1	1.0
5.55	6.9	5.7	4.6	3.5	2.6	2.1	1.7	1.5	1.3	1.1	1.0
6.11	7.2	6.0	4.8	3.6	2.7	2.2	1.8	1.5	1.3	1.1	1.1
6.66	7.5	6.2	5.0	3.8	2.8	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.1
7.22	7.9	6.5	5.3	4.0	3.0	2.4	2.0	1.7	1.5	1.3	1.2
7.77	8.2	6.7	5.5	4.1	3.1	2.5	2.1	1.8	1.5	1.4	1.2
8.33	8.6	7.1	5.8	4.3	3.2	2.6	2.2	1.8	1.6	1.4	1.3
8.88	9.0	7.5	6.0	4.5	3.4	2.7	2.3	1.9	1.7	1.5	1.3
9.44	9.4	7.8	6.3	4.7	3.5	2.8	2.4	2.0	1.8	1.5	1.4
10.00	9.9	8.1	6.5	4.9	3.7	2.9	2.5	2.1	1.9	1.6	1.5
10.55	10.3	8.5	6.8	5.1	3.8	3.1	2.6	2.2	1.9	1.7	1.5
11.11	10.7	8.9	7.1	5.3	4.0	3.2	2.7	2.3	2.0	1.8	1.6
11.66	11.2	9.3	7.5	5.6	4.2	3.4	2.8	2.4	2.1	1.9	1.7
12.22	11.6	9.7	7.8	5.8	4.4	3.5	2.9	2.5	2.5	2.2	1.9
12.77	12.2	10.1	8.2	6.1	4.6	3.7	3.0	2.6	2.3	2.0	1.8
13.33	12.7	10.5	8.5	6.4	4.8	3.8	3.2	2.7	2.4	2.1	1.9
13.88	13.4	11.0	8.9	6.7	5.0	4.0	3.3	2.8	2.5	2.2	2.0
14.44	14.0	11.5	9.3	6.9	5.2	4.2	3.5	3.0	2.6	2.3	2.1
15.00	14.5	12.0	9.7	7.2	5.4	4.4	3.6	3.1	2.7	2.4	2.2
15.55	15.1	12.6	10.1	7.6	5.7	4.6	3.8	3.2	2.8	2.5	2.3

TABLA 49

PORCENTAJE DE ALIMENTACION MENSUAL QUE DARA DIARIAMENTE PARA DIFERENTES GANANCIAS PORCENTUALES ASUMIENDO QUE EL ALIMENTO SE AJUSTA 4 VECES AL MES (FREEMAN ET. AL., 1967)

Ganancia Porcentual Esperada	8 días 1-8	8 días 9-16	8 días 17-24	7 días 25-31
10	3.13	3.13	3.25	3.29
20	3.00	3.19	3.31	3.43
30	2.91	3.13	3.34	3.57
40	2.85	3.09	3.38	3.64
50	2.75	3.08	3.40	3.74
60	2.69	3.04	3.36	3.90
70	2.63	3.00	3.45	3.90
80	2.56	2.96	3.48	4.00
90	2.50	2.96	3.49	4.06
100	2.45	2.93	3.50	4.14
110	2.40	2.91	3.51	4.20
120	2.35	2.88	3.53	4.29
130	2.31	2.85	3.55	4.33
140	2.26	2.84	3.56	4.39
150	2.23	2.81	3.59	4.56
160	2.19	2.80	3.58	4.50
170	2.15	2.78	3.59	4.56
180	2.11	2.75	3.60	4.61
190	2.08	2.74	3.61	4.66
200	2.05	2.71	3.63	4.70
210	2.01	2.70	3.63	4.76
220	1.99	2.69	3.63	4.80
230	1.96	2.68	3.63	4.84
240	1.93	2.66	3.64	4.89
250	1.91	2.63	3.65	4.93
260	1.89	2.63	3.65	4.96
270	1.86	2.61	3.65	5.00
280	1.84	2.60	3.65	5.04
290	1.81	2.58	3.66	5.09
300	1.69	2.56	3.68	5.12

$$\text{Tasa de Alimentación como \% del peso} = \frac{\text{Factor de conversión de alim.} \times \Delta L \times 3 \times 100}{L}$$

donde

- ΔL incremento de longitud diaria (cm)
 3 factor de conversión longitud-peso
 100 factor decimal removible (para trabajar nos. enteros)
 L la longitud (cm) del pez sobre un día particular

El ajuste del método de Haskell para temperatura variables. parte de la consideración de que, a los 3.6°C el crecimiento cesa y de que la unidad de temperatura (T.U.) = a la temperatura promedio mensual - 3.6°C. Aplicando el concepto uno puede estimar el no. de TU requeridas por cm de ganancia y entonces conocer la TU esperada durante el período de crecimiento, el crecimiento durante ese período se estima. Buterbaugh y Willoughby (1967), elaboran una tabla de alimentación tomando como constante de factoría al numerador de la ecuación de Haskell, y donde ellos calculan el ΔL de la siguiente manera

$$\Delta L = \frac{\text{TU tomada mensualmente}}{\text{TU requerida para 2.5 cm de crec.}}$$

todo lo anterior dividido entre 30 días. La tasa de alimen-

tación diaria es estimada al dividir la constante de factoría entre L , (Tabla 50).

Schaeperclaus expone un porcentaje diario de alimentación considerando la época del año, puesto que en invierno la digestión es más lenta y la temperatura del agua es baja, a diferencia del verano donde las temperaturas son más altas y por lo tanto la digestión se agiliza lo que permite un mayor consumo de alimento, (Tabla 51).

TABLA 51

RACIONAMIENTO DIARIO PARA TRUCHAS JUVENILES Y COMERCIALES: % EN RELACION A SU PESO. (SCHAEPERCLAUS).

Marzo _____ 1%	Junio _____ 13%	Septiembre _____ 17%
Abril _____ 4%	Julio _____ 16%	Octubre _____ 14%
Mayo _____ 7%	Agosto _____ 18%	Noviembre _____ 10%

* En invierno si la temperatura no desciende demasiado se repartirá una ración de mantenimiento (nivel donde el organismo no engorda ni enflaca).

TABLA 50

GUIA DE ALIMENTACION PARA TRUCHA ARCO IRIS; DE ARROYO Y CAFE (BUTERBAUGH Y WILLOUGHBY, 1967)

L (cm)	1.86	1.9	2.1	2.2	2.3	2.5	2.7	2.77	2.9	3.02	3.17	3.37	3.5	3.65	3.8	4	4.25	4.4	4.57
No. por libra (454 gr)	6000	5000	4000	3500	3000	2500	2000	1800	1600	1400	1200	1000	900	800	700	600	500	450	400
Cte. de Granja	Porcentaje del peso que se dará como ración diaria																		
2.00	2.7	2.5	2.4	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1
2.20	3.0	2.8	2.6	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.6	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2
2.40	3.2	3.0	2.8	2.7	2.6	2.4	2.2	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.6	1.5	1.4	1.4	1.3
2.60	3.5	3.3	3.1	2.9	2.8	2.6	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	1.9	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5	1.5	1.4
2.80	3.8	3.5	3.3	3.1	3.0	2.8	2.6	2.5	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8	1.8	1.6	1.6	1.5
3.00	4.0	3.8	3.5	3.4	3.2	3.0	2.8	2.7	2.6	2.5	2.4	2.2	2.1	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6
3.20	4.3	4.1	3.7	3.6	3.4	3.2	3.0	2.9	2.7	2.7	2.5	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7
3.40	4.6	4.3	4.0	3.8	3.6	3.4	3.2	3.1	2.9	2.8	2.7	2.5	2.4	2.3	2.3	2.1	2.9	1.9	1.9
3.60	4.8	4.6	4.2	4.0	3.8	3.6	3.4	3.2	3.1	3.0	2.8	2.7	2.6	2.5	2.4	2.3	2.1	2.0	2.0
3.80	5.1	4.8	4.5	4.3	4.1	3.8	3.5	3.4	3.3	3.1	3.0	2.8	2.7	2.6	2.5	2.4	2.3	2.1	2.1
4.00	5.4	5.1	4.7	4.5	4.3	4.0	3.7	3.6	3.5	3.3	3.1	2.9	2.9	2.7	2.6	2.5	2.3	2.3	2.2
4.20	5.6	5.3	4.9	4.7	4.5	4.2	3.9	3.8	3.6	3.5	3.3	3.1	3.0	2.9	2.8	2.6	2.5	2.4	2.3
4.40	5.9	5.6	5.2	4.9	4.7	4.4	4.1	3.9	3.8	3.7	3.5	3.3	3.1	3.0	2.9	2.7	2.6	2.5	2.4
4.60	6.2	5.8	5.4	5.2	4.9	4.6	4.3	4.1	3.9	3.8	3.6	3.4	3.3	3.1	3.0	2.9	2.7	2.6	2.5
4.80	6.5	6.1	5.6	5.4	5.1	4.8	4.5	4.3	4.1	4.0	3.8	3.6	3.4	3.3	3.2	3.0	2.8	2.7	2.6
5.00	6.7	6.3	5.9	5.6	5.3	5.0	4.7	4.5	4.3	4.1	3.9	3.7	3.6	3.4	3.3	3.1	2.9	2.9	2.7
5.20	7.0	6.6	6.1	5.8	5.5	5.2	4.9	4.7	4.5	4.3	4.1	3.9	3.7	3.5	3.4	3.3	3.1	2.9	2.9
5.40	7.3	6.8	6.3	6.1	5.8	5.4	5.0	4.9	4.7	4.5	4.3	4.0	3.9	3.7	3.6	3.4	3.2	3.1	3.0
5.60	7.5	7.1	6.6	6.3	6.0	5.6	5.3	5.1	4.8	4.6	4.4	4.1	4.0	3.9	3.7	3.5	3.3	3.2	3.1
5.80	7.8	7.3	6.8	6.5	6.2	5.8	5.4	5.2	5.0	4.8	4.6	4.3	4.1	4.0	3.8	3.6	3.4	3.3	3.2
6.00	8.1	7.6	7.1	6.7	6.4	6.0	5.6	5.4	5.2	5.0	4.7	4.4	4.3	4.1	3.9	3.8	3.5	3.4	3.3
6.20	8.3	7.9	7.3	6.9	6.6	6.2	5.8	5.6	5.3	5.1	4.9	4.6	4.4	4.3	4.1	3.9	3.7	3.5	3.4
6.40	8.6	8.1	7.5	7.2	6.8	6.4	6.0	5.7	5.5	5.3	5.0	4.7	4.6	4.4	4.2	4.0	3.7	3.7	3.5
6.60	8.9	8.4	7.8	7.4	7.0	6.6	6.2	5.9	5.7	5.5	5.2	4.9	4.7	4.5	4.3	4.1	3.9	3.8	3.6
6.80	9.1	8.6	8.0	7.7	7.3	6.9	6.3	6.1	5.9	5.6	5.3	5.1	4.9	4.7	4.5	4.3	4.0	3.8	3.7
7.00	9.4	8.9	8.2	7.9	7.5	7.1	6.5	6.3	6.1	5.8	5.5	5.2	5.0	4.8	4.6	4.4	4.1	4.0	3.8
7.20	9.7	9.1	8.5	8.1	7.7	7.2	6.7	6.5	6.2	6.0	5.7	5.3	5.1	4.9	4.7	4.5	4.2	4.1	3.9
7.40	9.9	9.4	8.7	8.3	7.9	7.5	6.9	6.7	6.4	6.1	5.8	5.5	5.3	5.1	4.9	4.6	4.3	4.2	4.1
7.60	10.2	9.6	8.9	8.5	8.1	7.7	7.1	6.9	6.5	6.3	6.0	5.6	5.4	5.2	5.0	4.7	4.5	4.3	4.1
7.80	10.5	9.9	9.2	8.7	8.3	7.8	7.3	7.0	6.7	6.4	6.1	5.8	5.6	5.3	5.1	4.9	4.6	4.4	4.3
8.00	10.8	10.1	9.4	9.0	8.5	8.1	7.5	7.2	6.9	6.6	6.3	5.9	5.7	5.5	5.3	5.0	4.7	4.5	4.4

TABLA 50 (CONTINUACION)

L (cm)	4.8	5.05	5.35	5.77	5.97	6.1	6.22	6.35	6.5	6.67	6.85	7.05	7.27	7.40	7.55	7.67	7.85	7.85
No. por libra (454 gr)	250	300	250	200	190	180	170	160	150	140	130	120	110	100	95	90	85	80
Cte. de Granja	Porcentaje del peso que se dará como ración diaria																	
2.00	1.0	0.99	0.93	0.87	0.85	0.84	0.82	0.80	0.79	0.77	0.75	0.73	0.71	0.69	0.68	0.66	0.64	0.64
2.20	1.1	1.1	1.0	.95	.94	.92	.90	.88	.86	.85	.82	.80	.78	.76	.74	.73	.72	.70
2.40	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	.98	.96	.94	.92	.90	.88	.85	.82	.81	.79	.78	.75
2.60	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	.97	.95	.92	.89	.88	.86	.85	.83
2.80	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	.99	.96	.95	.93	.91	.89
3.00	1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	.99	.98	.96
3.20	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0
3.40	1.8	1.7	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1
3.60	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1
3.80	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2
4.00	2.1	2.0	1.9	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3
4.20	2.2	2.1	2.0	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3
4.40	2.3	2.2	2.1	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4
4.60	2.4	2.3	2.1	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5
4.80	2.5	2.4	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6	1.5
5.00	2.6	2.5	2.3	2.1	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6
5.20	2.7	2.6	2.4	2.3	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1	2.0	1.9	1.9	1.9	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7
5.40	2.8	2.7	2.5	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.7
5.60	2.9	2.8	2.6	2.4	2.4	2.3	2.3	2.3	2.2	2.1	2.1	2.1	2.0	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8
5.80	3.0	2.9	2.7	2.5	2.5	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.1	2.1	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9
6.00	3.1	3.0	2.8	2.6	2.5	2.5	2.5	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9
6.20	3.2	3.1	3.0	2.7	2.7	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.3	2.3	2.2	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0
6.40	3.3	3.2	3.0	2.8	2.7	2.7	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.3	2.3	2.2	2.1	2.1	2.1	2.1
6.60	3.4	3.3	3.1	2.9	2.8	2.8	2.7	2.7	2.6	2.5	2.5	2.4	2.3	2.3	2.2	2.2	2.1	2.1
6.80	3.5	3.3	3.1	2.9	2.9	2.8	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5	2.4	2.3	2.3	2.2	2.2	2.1
7.00	3.7	3.5	3.3	3.0	3.0	2.9	2.9	2.8	2.7	2.7	2.6	2.5	2.5	2.4	2.3	2.3	2.3	2.2
7.20	3.8	3.6	3.4	3.1	3.1	3.0	3.0	2.9	2.8	2.8	2.7	2.6	2.6	2.5	2.4	2.4	2.3	2.3
7.40	3.9	3.7	3.5	3.2	3.1	3.1	3.0	3.0	2.9	2.9	2.8	2.7	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.3
7.60	3.9	3.7	3.5	3.3	3.3	3.2	3.1	3.1	3.0	2.9	2.9	2.8	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.4
7.80	4.1	3.9	3.6	3.4	3.3	3.3	3.2	3.1	3.1	3.0	2.9	2.8	2.8	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5
8.00	4.2	3.9	3.7	3.5	3.4	3.3	3.3	3.2	3.1	3.1	3.0	2.9	2.9	2.7	2.7	2.7	2.6	2.5

TABLA 50 (CONTINUACION)

L (cm)	8	8.2	8.4	8.6	8.9	9.2	9.5	9.9	10.3	10.9	11.5	12.4	12.6	12.9	13.1	13.4	13.7
No. por libra (454 gr)	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	19	18	17	16	15
Cte. de Granja	Porcentaje del peso que se dará como ración diaria																
2.00	0.63	.61	.60	.58	.56	.54	.53	.51	.48	0.46	0.43	0.40	0.40	0.39	0.38	0.37	0.36
2.20	.69	.67	.65	.64	.62	.60	.58	.56	.53	0.51	0.48	0.44	0.43	0.42	0.42	0.41	0.40
2.40	.75	.73	.71	.70	.68	.65	.63	.61	.58	0.55	0.52	0.48	0.47	0.47	0.46	0.45	0.44
2.60	.81	.79	.77	.75	.73	.71	.68	.66	.63	0.60	0.56	0.52	0.51	0.50	0.50	0.49	0.47
2.80	.88	.85	.83	.81	.79	.76	.74	.71	.68	0.64	0.61	0.56	0.55	0.54	0.53	0.52	0.51
3.00	.94	.91	.89	.87	.84	.82	.79	.76	.73	0.69	0.65	0.60	0.59	0.58	0.57	0.56	0.55
3.20	1.00	1.0	.93	.93	.93	.87	.82	.80	.80	0.73	0.67	0.64	0.63	0.62	0.61	0.60	0.59
3.40	1.10	1.1	1.0	1.0	.93	.93	.87	.87	.80	0.80	0.73	0.67	0.67	0.66	0.65	0.63	0.62
3.60	1.10	1.1	1.1	1.0	1.0	.95	.91	.87	.87	0.83	0.78	0.72	0.71	0.70	0.69	0.67	0.66
3.80	1.20	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	.93	.93	0.87	0.80	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.67
4.00	1.30	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	0.93	0.87	0.80	0.80	0.80	0.73	0.73	0.73
4.20	1.30	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	0.97	0.91	0.84	0.83	0.82	0.80	0.78	0.77
4.40	1.40	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.00	0.93	0.87	0.87	0.87	0.87	0.80	0.80
4.60	1.50	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.10	1.00	0.93	0.93	0.87	0.87	0.87	0.87
4.80	1.50	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.10	1.00	0.96	0.95	0.93	0.91	0.90	0.88
5.00	1.50	1.5	1.5	1.5	1.4	1.3	1.3	1.3	1.2	1.10	1.10	1.00	1.00	1.00	0.93	0.93	0.93
5.20	1.60	1.6	1.5	1.5	1.5	1.4	1.3	1.3	1.3	1.20	1.10	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	0.93
5.40	1.70	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.20	1.20	1.10	1.10	1.00	1.00	1.00	0.99
5.60	1.70	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.3	1.30	1.20	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.00
5.80	1.80	1.8	1.7	1.7	1.7	1.6	1.5	1.5	1.4	1.30	1.30	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
6.00	1.90	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.40	1.30	1.20	1.20	1.20	1.10	1.10	1.10
6.20	1.90	1.9	1.9	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.40	1.30	1.20	1.20	1.20	1.20	1.10	1.10
6.40	2.00	1.9	1.9	1.9	1.8	1.7	1.7	1.6	.15	1.50	1.40	1.30	1.30	1.30	1.20	1.20	1.20
6.60	2.10	2.0	2.0	1.9	1.9	1.8	1.7	1.7	1.6	1.50	1.40	1.30	1.30	1.30	1.30	1.20	1.20
6.80	2.10	2.1	2.0	1.9	1.9	1.9	1.8	1.7	1.7	1.50	1.50	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.20
7.00	2.20	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.8	1.7	1.60	1.50	1.40	1.40	1.30	1.30	1.30	1.30
7.20	2.20	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.8	1.7	1.70	1.60	1.40	1.40	1.40	1.40	1.30	1.30
7.40	2.30	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	1.9	1.9	1.8	1.70	1.60	1.50	1.50	1.50	1.30	1.40	1.30
7.60	2.40	2.3	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	1.9	1.9	1.70	1.70	1.70	1.50	1.50	1.50	1.40	1.40
7.80	2.40	2.4	2.3	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.80	1.70	1.60	1.50	1.50	1.50	1.50	1.40
8.00	2.50	2.5	2.4	2.3	2.3	2.2	2.1	2.0	1.9	1.90	1.70	1.60	1.60	1.50	1.50	1.50	1.50

TABLA 50 (CONTINUACIÓN)

L (cm)	14.37	14.75	15.20	15.67	15.95	16.25	16.55	16.9	17.25	17.65	18.10	18.6	19.12	19.75	20.45	21.27	22.25	23.42
No. por libra (454 gr)	13	12	11	10	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30
Cte. de Granja	Porcentaje del peso que se dará como ración diaria																	
2.00	0.35	0.34	0.33	0.32	0.31	0.31	0.30	0.30	0.29	0.28	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24	0.24	0.22	0.21
2.20	.38	.37	.36	.35	.34	.34	.33	.33	.32	.31	.30	.30	.29	.28	.27	.26	.25	.23
2.40	.42	.41	.39	.38	.38	.37	.36	.36	.35	.34	.33	.32	.31	.30	.29	.28	.27	.26
2.60	.45	.44	.43	.41	.41	.40	.39	.38	.38	.37	.36	.35	.34	.33	.32	.31	.29	.28
2.80	.49	.47	.46	.45	.44	.43	.42	.41	.41	.40	.39	.38	.37	.35	.34	.33	.31	.30
3.00	.52	.51	.49	.48	.47	.46	.45	.44	.43	.42	.41	.40	.39	.38	.37	.35	.34	.32
3.20	.55	.54	.53	.51	.50	.49	.49	.47	.47	.45	.44	.43	.42	.41	.39	.37	.36	.34
3.40	.59	.57	.56	.54	.53	.52	.51	.50	.49	.48	.47	.46	.45	.43	.41	.40	.38	.36
3.60	.63	.61	.59	.57	.56	.55	.54	.53	.52	.51	.50	.48	.47	.46	.44	.42	.40	.38
3.80	.66	.65	.63	.61	.59	.59	.57	.56	.55	.54	.53	.51	.50	.48	.47	.45	.43	.41
4.00	.67	.67	.66	.64	.63	.61	.61	.59	.58	.57	.55	.54	.52	.51	.49	.47	.45	.43
4.20	.73	.71	.69	.67	.66	.65	.63	.62	.61	.59	.58	.56	.55	.53	.51	.49	.47	.45
4.40	.73	.73	.73	.73	.67	.67	.67	.65	.64	.62	.61	.59	.57	.56	.54	.52	.49	.47
4.60	.80	.80	.73	.73	.73	.73	.67	.67	.67	.65	.63	.62	.60	.58	.56	.54	.52	.49
4.80	.83	.81	.79	.77	.75	.74	.73	.71	.70	.68	.66	.65	.63	.61	.59	.56	.54	.51
5.00	.87	.87	.80	.80	.80	.80	.73	.73	.73	.73	.67	.67	.65	.63	.61	.59	.56	.53
5.20	.93	.87	.87	.80	.80	.80	.80	.80	.73	.73	.73	.67	.67	.66	.63	.61	.59	.55
5.40	.94	.92	.89	.86	.85	.83	.82	.80	.78	.76	.75	.73	.71	.68	.66	.63	.61	.58
5.60	1.0	.93	.93	.87	.87	.87	.87	.80	.80	.80	.80	.73	.73	.73	.67	.66	.63	.60
5.80	1.0	1.0	.93	.93	.93	.87	.87	.87	.87	.80	.80	.80	.73	.73	.73	.67	.65	.62
6.00	1.0	1.0	.99	.96	.94	.92	.91	.89	.87	.85	.83	.81	.78	.76	.73	.70	.67	.64
6.20	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	.93	.93	.93	.87	.87	.87	.87	.80	.80	.73	.73	.67	.66
6.40	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	.93	.93	.93	.87	.87	.87	.80	.80	.73	.73	.67
6.60	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	.98	.96	.93	.91	.89	.86	.84	.81	.78	.74	.70
6.80	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	.93	.93	.93	.87	.87	.80	.80	.73	.73
7.00	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	.93	.93	.87	.87	.80	.80	.73
7.20	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	.99	.97	.94	.91	.88	.85	.81	.77
7.40	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	.93	.93	.87	.80	.80
7.60	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	.93	.93	.87	.87	.80
7.80	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	.99	.95	.92	.88	.83
8.00	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	.93	.87	.87

Desde el punto de vista del autor la manera de como se distribuya dicha ración diaria va a ser fundamental para la engorda puesto que el organismo no utiliza igualmente la ración si se le da en una sola vez que si se le da 3 o más veces. Cuando se les alimenta con poca frecuencia la eficiencia de asimilación es mayor, el desperdicio es mínimo pero el aprovechamiento del alimento en cuanto a crecimiento y peso también es menor. En cambio una alimentación con más frecuencia promueve una menor asimilación, el desperdicio es mayor pero el aprovechamiento del alimento en cuanto a crecimiento y peso es mayor.

Varios investigadores (Hastings y Dickie, Einsele, 1965, Huet 1978; Medina - García, com. pers. 1981) concuerdan con lo anterior y agregan que se debe tratar que el organismo se alimente a un nivel cercano a la saciedad pero sin llegar a él y así evitar problemas de sobrealimentación que pueda traer enfermedades (principalmente a nivel de hígado y páncreas), (Einsele, 1965, Huet, 1978 - Tabla 52).

En "El Pedregal" se realizaron tentativas de frecuencia de alimentación, y la que dió mejores resultados fué la siguiente: (Medina-García y Villalobos, 1980-81).

TABLA 52

RACIONAMIENTO DIARIO DE LOS SALMONIDOS CON ALIMENTOS SECOS CONCENTRADOS (EINSELE, 1965).

T° del agua en °C	Long. (cm.)					
	3 - 4	5-6	7-8	10-12	15-20	25-30
Ración diaria en % del peso						
4	5 - 4.5	3.5-2.5	2.0-2.0	1.5-1.0	0.8-0.5	0.5-0.4
6	7 - 5	4.0-3.0	2.5-2.5	2.0-2.0	1.0-1.0	0.8-0.6
8	8.7-7	5.0-4.5	3.5-3.0	2.5-2.0	1.5-1.0	1.0-0.9
10	10- 9	7.0-5.0	4.5-3.5	3.5-2.5	1.5-1.2	1.1-0.9
12	12-12	9.0-7.0	5.0-4.0	3.5-2.5	1.5-1.4	1.2-1.2
15	14-14	120-10.0	7.0-5.0	4.5-3.5	2.0-1.7	1.5-1.4

Peso de 1000 tru- cas (kg) o de 1 trucha en gr.	.2-.5	1.0-2.0	3.5-5.0	9.0-17	35-90	175-300
--	-------	---------	---------	--------	-------	---------

- a) Cría en la etapa de iniciación de alimentación hasta una longitud de 4 cm (long. total) - cada hora recibían alimentación (8-9-10-11-12-13-14-15-16-17), 10 veces al día, esto es durante 6 días a la semana, el domingo se reducía a cada hora y media (8-9.30-11-12.30-2-3;30-5)

o sea 7 veces al día*.

- b) Crías de 4 cm de longitud hasta crías de 8 cm recibían cada hora y media durante 6 días a la semana (8-9.30-11-12.30-2-3:30-5) o sea, 7 veces al día, el séptimo día se les reducía a cada 2 hrs. (8-10-12-14-16), 5 veces al día*.
- c) Cría de 8 cm de longitud hasta precomerciales de 20 cm, se les daba alimentación cada 2 hrs (8-10-12-14-16), esto durante 6 días, el séptimo día recibían cada 3 horas (8-11-14-17), 4 veces al día.
- d) De los 20 cm hasta animales comerciales (entre 26 y 28 cm de largo) recibían cada 2.5 hrs (8-10.30-13-15.30-18) 5 veces durante 6 días de la semana, el séptimo no se les alimentaba.
- e) Reproductores 6 Pie de Cría - Adultos que en primavera y verano se les proporcionaba 3 veces al día su alimento (8-12,30-17) y durante 6 días a la semana*.

* En invierno la frecuencia se disminuye en una vez para cada etapa con el fin de ampliar los intervalos y así evitar problemas de digestión.

Brett (1969) desarrolla un trabajo base para subsecuentes trabajos en cuanto a ración diaria, su porcentaje en relación al peso del cuerpo del organismo, mencionando en primera instancia que: cuando la ración es pequeña, los mejores incrementos se realizan a menor temperatura y, cuando el tamaño de la ración aumenta, los mejores incrementos se realizan a mayor temperatura.

6.4.10.2.4 Flotabilidad

Es característica importante a considerar en la alimentación de la trucha arco iris, pues ésta no es comedora de fondo. La trucha al iniciar su aprendizaje de alimentación debe de recibir alimento flotante, para permitirle que tenga una mayor oportunidad de atrapar las partículas alimenticias, debido a que en esta etapa las crías se asustan fácilmente con la sombra del alimentador o con el ruido que provoca el alimento al hacer impacto con el agua, el alimento al ser flotante permite que en un intervalo de tiempo las crías venzan su miedo, la partícula de alimento al ir cayendo les llama la atención y comienzan a tratar de atraparla. Con el alimento hundible las crías dominantes son las que se alimentan mejor al lanzarse rápidamente y avidamente sobre las partículas del alimento, no obstante con una adecuada distribución del alimento, la diferencia será poco notable. Al no ser aprovechado debi-

damente el alimento las crías dominantes serán grandes y robustas, a diferencia de las crías más tímidas que serán pequeñas, enfermizas y posibles víctimas de canibalismo.

Para el Rancho El Pedregal con el alimento de NUTRIMEX (ALBAMEX) el rango de flotabilidad va de 3 seg hasta 15 min dependiendo del tamaño de la partícula y de la profundidad del reservorio. (Tabla 53).

TABLA 53

RELACION ENTRE EL TAMAÑO DEL GRANULO Y SU FLOTABILIDAD PARA EL PEDREGAL

# de Alimento	Gránulo Tamaño long (mm)	T (seg) de Flotabilidad	Cantidad (gr)	Profundidad Reservorio (cm)
1	0.6	4-15	10	35
2	0.8	5-30	10	35
3		10 y 60	10	35 y 60
4	$\bar{X} = 30$	5; 9; 39	10	35; 45; 100
5	$\bar{X} = 4.6$	10; 15; 42	10	35; 45; 100
6	$\bar{X} = 8.3$	41-60	10	; 100
7	$\bar{X} = 11.25$	41-60	10	; 100

NOTA: Se observaron partículas principalmente del alimento 4 y 5 que tuvieron un rango de flotabilidad extremo de 2 seg - 15 min.

6.4.10.2.5 Iniciación en la alimentación artificial

Esta no debe de ser prematura; puesto que las crías, al tener su saco vitelino o reserva nutritivas (no obstante ya haber reabsorbido el saco), no presentarán una conducta de alimentación externa y entonces el alimento se desperdicia y se corre el riesgo de que se puedan formar colonias de hongos o bacterias por la acumulación de dicho alimento en el fondo de los reservorios.

Se sugiere que la alimentación artificial sea iniciada, días después de que la mayoría haya reabsorbido su saco vitelino e incrementen sus actividades de natación, hasta que su permanencia en superficie sea más constante. La ingestión de la comida en ese momento es estimulada por la exposición del alimento a intervalos frecuentes y se facilita al estar más receptiva la cría por el apetito que será más uniforme, promoviéndose una mejor utilización del alimento y mejor crecimiento (Twongo y Mac Crimmon, 1976) (Tabla 54).

TABLA 54

RELACION ENTRE LA INICIACION DEL ALIMENTO EN CRIAS DE TRUCHA ARCO IRIS Y SU POSTERIOR CRECIMIENTO, A TEMPERATURA DE $8.5 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ Y OXIGENO DISUELTO 6.5 a 8 p.p.m., DURANTE 83 DIAS, (TWONGO Y MAC CRIMMON, 1976).

Edad de iniciación (días)	L (mm) inicial	L (mm) final	Peso (mg) inicial	Peso (mg) final
21	22.9 ± 0.44	38 ± 1.37	14.4	95.1 ± 33.3
28	23.7 ± 0.40	39.1 ± 0.86	13.2	88.2 ± 10.8
35	24.3 ± 0.47	40.7 ± 0.86	12.8	133.1 ± 12.4
42	24.5 ± 0.59	35.2 ± 0.60	10.0	57.0 ± 10.3
49	24.9 ± 0.50	32.0 ± 0.66	8.2	29.7 ± 33.0

Observando los resultados anteriores se deduce que para aguas más cálidas (como en el caso del Pedregal y Malinalco, en el Edo. de México, el tiempo de iniciación de alimentación ocurre antes de las fechas mencionadas en la tabla anterior puesto que el metabolismo y el crecimiento son mayores a 14° y 17°C . El tiempo promedio para la iniciación de alimentación en El Pedregal es entre los 15 y 20 días después de eclosionar.

6.4.10.2.6 Mecanismos de alimentación

La distribución del alimento es aconsejable que sea a mano y al voleo, para optimizar el aprovechamiento del mismo al regularizar el reparto a todo lo largo y ancho de las canaletas, tinas, estanques y canales.

Los alimentadores automáticos, si no se cambian continuamente su posición, lanzan la mayor parte del alimento en una zona parcial del reservorio, creando una zona territorial para las truchas dominantes que evitan la correcta alimentación de el resto de los organismos, y por ende un desequilibrio en tallas y pesos.

En el caso particular del Rancho "El Pedregal" el tiempo promedio empleado en repartir el alimento fue el siguiente:

Crías en canaletas y tinas (2.5 a 4 cm de long.) - 5 min.

Crías en canaletas largas de 6.10 y 15 m (de 5 a 10 min)
(de 4.5 cm a 12 cm)

Juveniles (de 12 a 27 cm) - 15 minutos en canales largos de
y 30 metros de largo

Comerciales

Pigmentación. Esta característica del alimento ha sido poco considerada y estudiada, existiendo diferencias de opiniones al respecto. En Europa en algunos países (España, Francia) los fabricantes emplean pigmentos, especialmente para la etapa final de la engorda con el fin de pigmentar la carne del salmónido de un color rosado para obtener un mejor precio en el mercado. La trucha no es estrictamente selectiva al color de su alimento pero se ha observado un mayor éxito en la

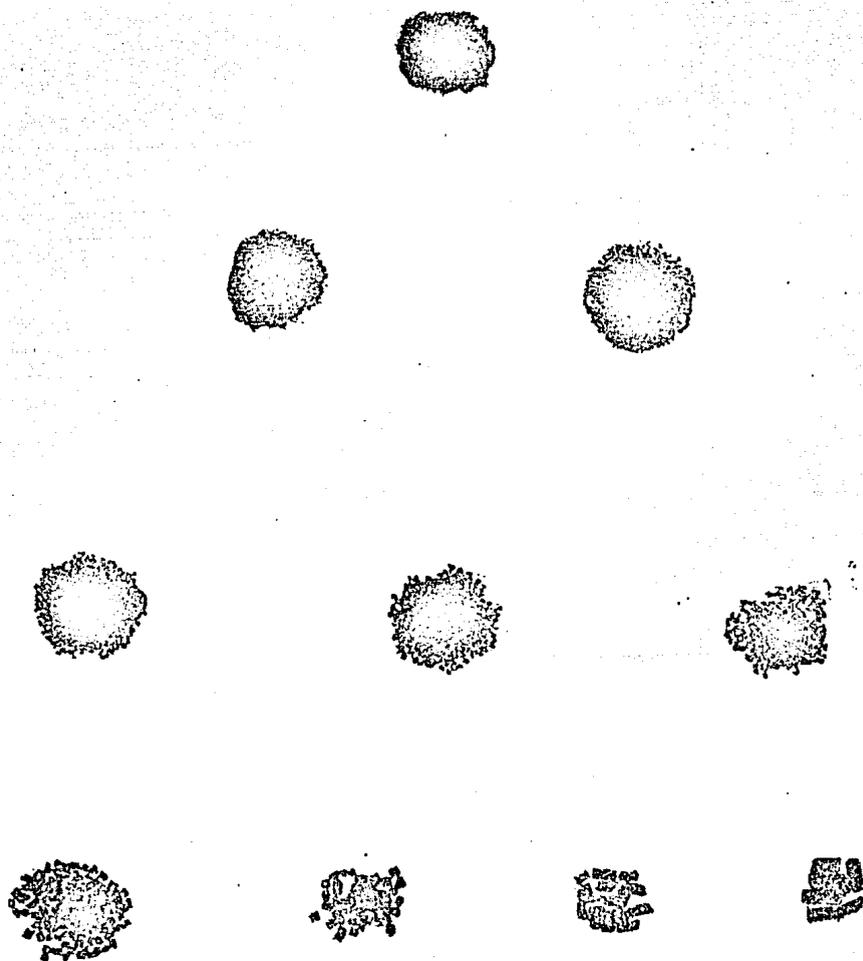
pesca deportiva al emplear migajón teñido de rojo semejando huevos de salmón.

6.4.10.3 Tipo de alimentos y sus costos en México

El alimento que se elabora en México por parte de NUTRIMEX (ALBAMEX) es flotante, excepto en un período de dos meses durante el cual se elaboró un tipo de alimento para reproductor con un 40% de proteína y de tipo hundible. Su corto período de venta no permitió una evaluación seria. No obstante, se observó que la distribución de dicha alimentación tenía que ser más espaciada por su rápida precipitación al fondo de los reservorios, por lo tanto se empleaba una cantidad mayor de alimento y un tiempo mayor dedicado a la distribución del mismo. La mayor acumulación de alimento no consumido implicaba una limpieza más continua. La granja privada de Malinalco sólo consume alimento elaborado en los Estados Unidos Ragen Inc. de Utah que es un alimento no flotante, con un factor de conversión de alimento de 1.6:1 kg. (en el caso particular de Malinalco) y, diferentes contenidos proteicos en sus presentaciones (babys, crías, juveniles, pre comerciales, comerciales, reproductores) Tabla 55.

Los costos de este alimento en 1981 iban desde \$ 13.00 kg hasta \$ 17.00 kg., que con los costos de transporte, etc. y

Tabla 55
Distintos tamaños del alimento norteamericano



alcanzaban un Factor de Conversión Económico de \$ 27.20/kg., mientras que el alimento de NUTRIMEX, para ese mismo tiempo alcanzaba, un F.C.A.E. de \$ 19.80 (Medina García, 1982) - F.C.A.E. _c será tratado posteriormente, en cuanto a su conceptualización.

No obstante, un factor más a considerar es la fluctuación del precio para cada alimento: Rangen no tuvo variación a lo largo de 1981, a diferencia de NUTRIMEX que modificó en tres ocasiones su precio durante ese mismo lapso de tiempo \$ 11.50, \$ 13.50, y \$ 14.50. Cambios provocados por los intermediarios que proveen algunas materias primas y por otra parte la situación económica del país. En 1983 el kilogramo de alimento está entre \$ 21.00 y \$ 28.00, (Tabla 55).

6.4.10.4 Interacción de las dietas con otros factores

Efectos de la calidad del alimento sobre el crecimiento

Como se menciona en puntos anteriores, es básico tomar en consideración las variaciones en la calidad química de los alimentos, sus interacciones con el crecimiento, y todo lo que ello implica, así como con las condiciones ambientales.

En general los peces poseen una remarcable capacidad homeostá

tica para digerir y utilizar alimentos de composiciones ampliamente diferentes. Sin embargo se debe estudiar a fondo el efecto a largo plazo de la utilización de determinados componentes dietéticos, como puede ser el efecto reminiscente de sustancias tóxicas (Brown, M.C. 1957). Phillips, A. et.al. (1948) mencionan el efecto de una dieta basada en un porcentaje de 9% de carbohidratos digeribles; en donde a los peces experimentales se les observa su hígado pequeño y lustroso, con una palidez en su color. Este daño se reduce aparentemente al adicionar un suplemento vitamínico, para una dieta grande en carbohidratos, (Mc Claren, B.A. et.al. 1946), aunque De Long, D.C. et.al. (1958) no encuentra señales de tal daño al trabajar con dosis de hasta 61% de carbohidratos, cuyos resultados pueden deberse a una adecuación vitamínica aunada a una temperatura relativamente grande, ya que la combinación de estos factores permite el metabolismo correcto de la dieta.

De Long, D.C. (1958) experimentó con dietas que contenían 40% de proteína a una temperatura de 8.3°C, si esta proporción de proteína era variada, ya sea aumentándola ó disminuyéndola, los valores de crecimiento disminuían. En cambio al aumentar la temperatura a 14.4°C y variar los niveles de proteína, no hubo disminución del crecimiento; pero sin embargo en cuanto a mortalidad, ésta es mayor a niveles de 65% de proteína.

Otra relación es en cuanto al tamaño, teniendo como ejemplo que a 6.1°C y con una dieta de 25% de proteína; los peces chicos aumentaban cerca de 2.5 veces su tamaño mientras que los peces más grandes incrementaban su crecimiento hasta 4 veces su tamaño (De Long, D.C. 1958). A un contenido mayor de proteínas, y a la misma temperatura, los peces chicos ven incrementado su tamaño en 7 veces y en cambio los peces grandes solo incrementan su tamaño en 2.5 veces. Todo lo anterior, indica que en general a bajas temperaturas es conveniente un porcentaje bajo de proteína mientras que a temperaturas medias o mayores. (15°C hasta 23° para la trucha) el porcentaje de proteína debe ser aumentado (Dupree y Sheed, 1966), y se ha llegado a la conclusión de que un 40% de proteína en la dieta es una proporción correcta (Dunkelgod et. al. 1961; Rangen, 1981). Otros autores proponen un equilibrio entre los nutrientes, esto es; a niveles bajos de proteínas pero con un incremento en el porcentaje de carbohidratos, la conversión de proteína se beneficiaba al igual que la conversión general de alimento (Shanks, 1966).

En síntesis la calidad nutricional interactúa con un cierto número de factores, y el resultado de dicha interacción influye directamente en la eficiencia de crecimiento (en peso).

Efectos de amontonamiento o sobrecarga

Se sabe que la sobrecarga de organismos en los reservorios afecta el nivel metabólico, trayendo como consecuencia paralela una disminución en el apetito y el crecimiento : (Brown, M.C. 1946). Los indicadores iniciales de una sobrecarga son; la disminución del consumo de alimento, la aleta dorsal se observa de color blanquizco y el cuerpo de la trucha se oscurece.

Efectos de distintos factores sobre la composición corporal

Papoutsoglou y Papaparaskeva (1978), comparan la composición del cuerpo de la trucha en relación al tipo de dieta y proporción del crecimiento. Los autores antes mencionados trabajaron con 3 dietas (dos pellets ó granulados secos y una mezcla de producto crudo y material seco) (Tabla 56).

Se comparó también trucha cultivada y trucha silvestre, y observaron que: 1) para la trucha cultivada, al incrementarse la edad y el peso corporal los porcentajes de agua y proteína decrecían mientras que el porcentaje de grasa aumentaba en todas las poblaciones experimentales, pero especialmente para los organismos alimentados con la dieta C. 2) La trucha silvestre presentó una mayor cantidad de agua, y el

TABLA 56

COMPOSICION QUIMICA DE LAS DIETAS EMPLEADAS (%) (PAPOUTSOGLU Y PAPAPARASKEVA, 1978).

DIETA	PROTEINA CRUDA	GRASA CRUDA	CARBOHIDRATOS	FIBRA CRUDA	CENIZA	AGUA
A	48.3	8.3	18.5	6	9.2	9.8
B	40.0	6.0	18.0	4	20.0	12.0
C	70.4	13.6	4.2	2.1	8.3	-
Desperdi- cios de aves y ra- ción seca de granu- lados	56.0	8.0	20.5	3.0	12.5	10.0

más alto porcentaje de cenizas proteína con un mínimo porcen-
taje de grasa.

Los grupos experimentales eran de 500 organismos, de 40 g de
peso y 27 semanas de edad; se les alimento durante tres ve-
ces al día con un porcentaje inicial de 3% del peso/día que
luego bajo a 2%, esto durante 25 semanas y luego se les pesó
y analizó:

TABLA DE RESULTADOS (PAPOUTSOGLU Y PAPAPARASKEVA, 1978)

DIETA	PESO FINAL	LONGITUD FINAL
A	303 g	25.8 cm
B	210 g	23.5 cm
C	325 g	26.1 cm

El porcentaje de cenizas fué siempre constante en todas las poblaciones y el contenido de agua mostró un gradual decremento. La proporción de cambios observados difieren entre las poblaciones investigadas y está relacionada directamente con la tasa de crecimiento del pez.

Lo anterior apoya, a otros trabajos en el sentido de que, conforme aumenta la edad de la trucha, los cambios en su constitución corporal se incrementan (Swift, 1955; Phillips, A. et al. 1966; Brett, J.R. et.al. 1969; Love, R.M. 1970; Denton y Yousef, 1976; Marais, J.F. y Erasmus, T. 1977).

Los datos de la trucha silvestre, en cuanto a contenido de agua, grasa, etc. son un reflejo de las épocas de inanición en sus ambiente, o sea, la irregularidad de sus fuentes de alimentación a lo largo del año, (Wood, E.M. et.al. 1957; Idler, D.R. y Clemens, 1959).

Estos autores concluyen que, el tipo y cantidad de alimento influyen significativamente la composición corporal, la tasa de crecimiento tanto en peso como en longitud, con una influencia mayor que la que puede ejercer la edad.

En este sentido, de la composición corporal y crecimiento, Reinitz et.al. (1979) consideran, en base a sus experimentos, que el genotipo es un factor; que junto con la dieta, el ambiente, el tamaño y la edad, van a influenciar la composición corporal de los organismos, puesto que en seis razas alimentadas con una misma dieta y bajo condiciones de cultivo standards ellos observan diferencias en la composición corporal que son significativas; en un lapso de 6 meses la proteína cruda disminuye 8.2%, la humedad decrece 5.7%, la ceniza se incrementa un 6.2%. La edad afecta también la composición corporal, aunque en menor proporción, que los otros factores ya mencionados. Se reporta por ejemplo que conforme aumenta la edad hay un decremento en el porcentaje de proteína aunado a un incremento en los porcentajes de grasa y cenizas, (Wood et.al. 1957). (Tabla 57).

Otros investigadores (Poston, 1974) han tratado de determinar la optimización en el nivel de humedad para las dietas granuladas, (Tabla 58).

TABLA 57

DIFERENCIAS EN LA COMPOSICION CORPORAL, CRECIMIENTO Y CONVERSION DE ALIMENTO, DE SEIS RAZAS DE TRUCHA ARCO IRIS. LOS VALORES DADOS SON PROMEDIOS. LOS VALORES SEGUIDOS POR ALGUNA LETRA SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES (P < 0.05) (WOOD ET.AL. 1957).

	R A Z A S					
	MC x SS	AG x SS	SS x SS	AG x FL	AG x NZ	AK x SS
Días en que obtienen 1.5 gr de peso desde su fecundación	132	132	132	118	146	146
1er. análisis de su composición corporal						
Humedad (%)	78	77.9	77.3	79.8	78	78.4
Proteína (%)	63.1a	63.8a	60.2c	67.4a	63.6a	66.7b
Ceniza (%)	8.7a	8.6a	7.7c	8.8a	8.9a,b	9.2b
Peso final (gr)	11.8a	18.3c	17.6c	19	17.7c	7.6b
Conversión de alimento % de mortalidad	2.7a 4.2a	2 3.6a	2.1c 4.5a	2.2c 12.7a	2.1c 3.3a	3.6b 5.8a
Análisis final de los componentes corporales						
Humedad (%)	74a(-5)	73c(-6)	73.1c(-5)	73.2c(-8)	74.0a(-5)	75.0b(-4)
Proteína (%)	59.5a(-6)	57.5(-10)	58.4c(-3)	57.7c(-14)	58.9a,c(-7)	60.8b(-9)

RAZAS:

MC - Mc Conaughy

AG - Acelerated Growth

NZ - New Zealand

SS - Spring Standard

FL - Fish Lake

AK - Alaska

TABLA 58

EFFECTO DE LA HUMEDAD EN DIETAS SOBRE ORGANISMOS JUVENILES DE SALMO TRUTTA (POSTON, 1974)

Humedad (%)	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Alimento/ganancia			Composición del cuerpo			
			F.C.A. g/g	Materia Seca g/g	Energía kcal./g	Agua %	Proteína %	Grasa %	Cenizas %
9.6	6.6	18.9	1.4	1.2	4.4	72.4	17.4	5.5	2.8
55	6.6	21.4	2.6	1.2	4.1	72.8	17.6	5.4	2.6

Los resultados son similares para los dos tipos de dietas, y aunque con la dieta húmeda las truchas crecen más rápido (ligeramente) el alimento tiene problemas de conservación por requerir refrigeración o una preparación frecuente para garantizar la estabilidad de los nutrientes.

En términos generales, según Rodríguez, M. (1975) cada 100 g de trucha cultivada contienen:

82 calorías	18.2 g de proteínas	1 g de grasa
12 mg de calcio	152 mg de fósforo	1.10 mg de fierro
0.05 mg de tiamina	198 mg de triptofano	

6.4.11 Factores que afectan la maximización del crecimiento en Truchas.

Al hablar de crecimiento se considera aumento en longitud y en peso del organismo, este crecimiento se intenta lograr en un mínimo de tiempo, principalmente para organismos cultivados. El crecimiento, tanto en organismos silvestres como en los cultivados, va a ser alterado por múltiples factores que pueden estar ocultos en una compleja interacción.

Para los organismos silvestres, los factores ambientales serán más influyentes en su crecimiento que sus factores genéticos ó conductuales (Ayles, G.B. 1975). Esto es, sus fuentes de alimentación variarán en cuanto a cantidad y calidad a lo largo de las estaciones del año, la temperatura variará también. Bernard, D. y C., Holmstrom (1978, Tabla 59) al experimentar con distintas razas de trucha arco iris en varios embalses y realizar sus análisis de varianza, encuentran diferencias significativas en el tamaño de las truchas en diferentes lagos, mientras que dentro de un mismo lago no hubo diferencias significativas entre las diferentes razas; reforzando con esto lo mencionado por Ayles (1975). Tabla 60.

Smith S.B. y Cardone (1957) y Nicole (1970) mencionan que colocando a una trucha doméstica o cultivada con una trucha silvestre en un ambiente de gran productividad alimenticia,

TABLA 59

RESULTADOS DE EXPERIMENTOS REALIZADOS CON DOS RAZAS DE TRUCHA ARCO IRIS (IDAHO Y NISQUALLY) DENTRO DE UN MISMO LAGO Y EN DIFERENTES LAGOS (BERNARD, D. Y HOLMSTROM, C. 1978).

Lago	Año	Area	Profundidad máx. mín. (m)		Razas	Fecha de muestreo	No/ha	Peso promedio (gr)
318	1974	21.9	2.4	1.2	Idaho	mayo 23	238	1.93
318	1974	21.9	2.4	1.2	Nisqually	mayo 23	238	2.15
587	1974	6.9	4	2.5	Idaho	mayo 18	247	1.87
587	1974	6.9	4	2.5	Nisqually	mayo 18	247	1.93
721	1974	6.5	3	1.5	Idaho	mayo 11	216	1.87
721	1974	6.5	3	1.5	Nisqually	mayo 11	216	1.93

la trucha silvestre crece mejor. Esto lleva a considerar la etología de este organismo y está en relación a lo mencionado por Brett (1971) de que el salmón Onchorhynchus nerka cuando hay escasez de alimento se hunde hacia aguas más frías (30 ó 33 m de profundidad), bajando de esta manera sus necesidades metabólicas. La trucha silvestre pudiera recurrir a una actividad similar en situación parecida, o tal vez modifique su actividad o velocidad de natación. Son interrogantes que merecen atención.

TABLA 60

GANANCIA PROMEDIO, CONVERSION DE ALIMENTO, INCREMENTO DIARIO EN LONGITUD Y PORCENTAJE DE MORTALIDAD DE CUATRO RAZAS DE TRUCHA ARCO IRIS ALIMENTADAS CON LA DIETA EXPERIMENTAL POR 263-27 EN 168 DIAS. (AYLES, J. 1975).

Raza	Peso inicial gr	Peso final gr	Ganancia %	Conversión de alimento	Pulgada/long. diario (min)	% de mortalidad
Spring (SS) Standar	1.40 ^a	17.02 ²	1.79 ^a	0.39 ^a	4.5 ^a	
Fish Lake (FL)	1.42 ^a	15.29 ^b	13.86 ^b	0.36 ^b	11.4 ^b	
Fast Growth (FG)	1.42 ^a	21.22 ^c	19.80 ^c	1.58 ^c	0.44 ^c	1.6 ^a
San Creek (SC)	1.40 ^a	15.64 ^{a,b}	14.23 ^{a,b}	1.92 ^b	0.37 ^d	2.2 ^a

* a,b Formas en la misma columna con un mismo sobrescrito son similares (P > 0.95) de acuerdo a la prueba de rango múltiple (Duncan, 1955).

El empleo de la edad como punto de referencia, para obtener tasas de crecimiento, es poco satisfactorio, puesto que puede haber organismos de la misma edad pero con diferentes pesos y longitudes que pueden ser función más bien del tamaño y no de la edad (Larkin, 1957).

Los organismos silvestres que esten contenidos en embalses o lagos donde no tengan competencia (de alimento o de espacio) interespecífica, presentan una disminución en su tasa instantánea de crecimiento $T.I.C. = I_n W_f - I_n W_i$ conforme se incrementa su tamaño. Sin embargo, el muestreo en distintos embalses da diferencias de T.I.C. para peces del mismo tamaño. Esto lógicamente demuestra que para cada embalse o cuerpo de agua, la "disponibilidad específica" de las fuentes de alimento determina el radio de energía obtenida desde la ingestión del alimento hasta la energía gastada en los procesos vitales. Dicha "disponibilidad específica" tiene varios componentes:

- abundancia
- accesibilidad
- eficiencia de la trucha para proveerse el alimento bajo condiciones variables de su ambiente
- la conducta de la trucha en relación a sus presas
- eficiencia metabólica

El reflejo de la interacción de todas estas componentes es el aumento ó disminución de su T.I.C.

Por otra parte, la lenta transición, que experimenta la trucha silvestre en alimentarse primero de plancton, fauna del fondo, insectos de superficie y finalmente de algunos peces (Larkin, 1950, Larkin, P. y J. Terpenning, 1957, Tabla 61), no parece constituir un cambio suficiente en la ecología de la trucha para alterar su relación de crecimiento con el ambiente del cuerpo de agua.

En el caso de existir competencia interespecífica, lo anterior no es aplicable, y en cambio se observa que los organismos pequeños sufren una disminución en su T.I.C. por la poca disponibilidad de alimento, a la vez que son presas de sus competidores mayores, y un aumento en la T.I.C. para organismos grandes (33 a 46 cm de longitud furcal), puesto que cuando el grueso de la población alcanza ese rango de tamaños se invierte el canibalismo con respecto de sus competidores y depredadores (Larkin, P. y J. Terpenning, 1957).

Los organismos cultivados bajo condiciones estandarizadas y controladas (alimentación constante tanto en calidad como en cantidad, flujo de agua constante; manejo de densidades para mantener las concentraciones de oxígeno y de compuestos de

desechos a los niveles correctos; tipos de reservorios que optimizen el flujo y oxigenación; estrategias de manejo, en cuanto a densidades y selección de tamaños (Klontz et.al. 1979), no se verán por lo tanto tan influenciados por el medio ambiente, sino que ahora serán factores del tipo genético, los que harán las diferencias en: su tasa diaria de crecimiento en longitud, su conversión de alimento a carne, ganancia en peso, mortalidad, etc. Por lo que varios investigadores concuerdan en que la selección de razas es importante en los cultivos comerciales, puesto que estas diferencias se reflejan en la producción, (Reinitz, et.al. 1979). Tabla 57.

Brett (1969) trata dos factores que influyen en el crecimiento: la temperatura y la cantidad de alimento a proporcionar o tamaño de ración, relacionándolas con la tasa de crecimiento y con la composición corporal del salmón Onchorhynchus nerka. (figs 25, 26, 27 y 29), encuentra que el crecimiento óptimo se daba a los 15°C con raciones del 6% del peso del organismo y con raciones en exceso, notando que este crecimiento óptimo disminuía de 2.6% diario para organismos de 5 a 7 meses, a 1.6% diario para organismos de 7 a 12 meses. Fig 28.

El nivel de la ración de mantenimiento aumenta en proporción

Fig. 25. Alimento Consumido por 25 Salmones (Onchorhynchus nerka) después de sucesivos intervalos de 11 y 22 hrs. de Ayuno. La desviación standar ± 2 de las Cantidades Consumidas se muestra por la Línea Punteada y la Barra Vertical en la Parte media Superior de la derecha. La Fase Oscura de un Fotoperíodo de 16 hrs. fué iluminado a $1/50$ de la intensidad de la Fase de Luz (Brett, 1971).

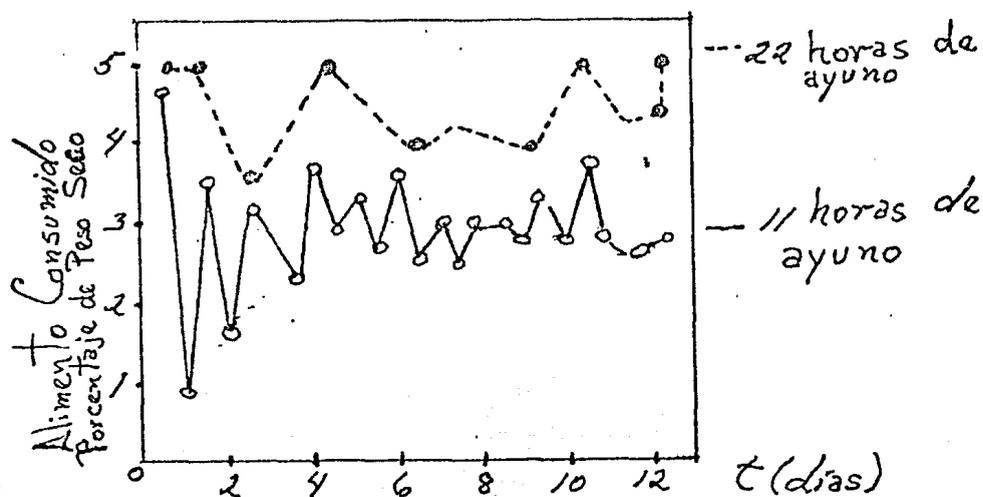


Fig. 26. Relación del tiempo de ayuno con el apetito de los salmones (51 ± 5 g.). El número de réplicas para cada punto sin círculo indicado por los números con paréntesis; los valores del otro lado son los promedios de tres observaciones. La línea punteada representa el alcance de la digestión a 15°C (Brett y Higgs, 1970).

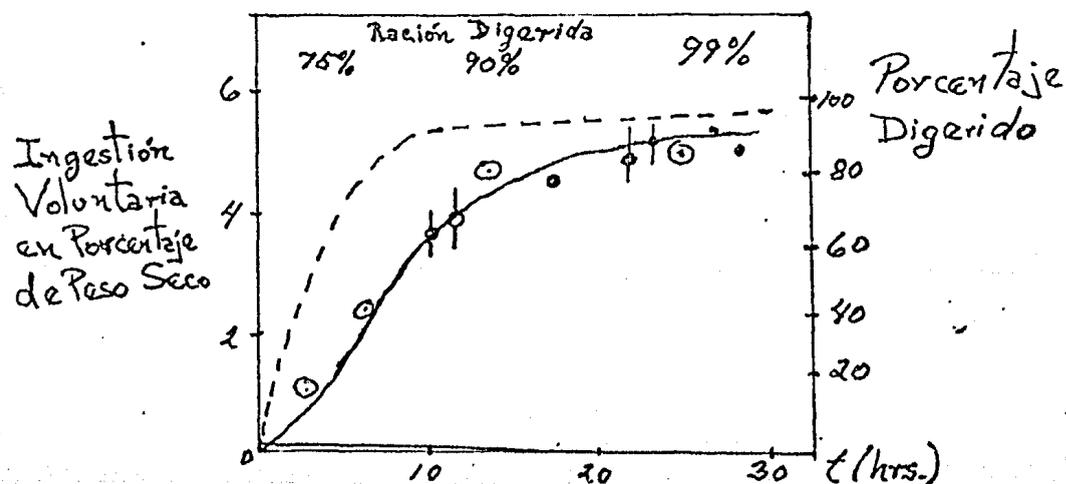


Fig. 27. Relación entre el tamaño de la ración y el consumo ó ingestión, cuando se alimentó cada 11 horas a 15°C. Una nueva elíptica pasa a través de los valores medios de X y Y. Las diagonales sólidas son los loci de las tasas de alimentación que se suman a las ingestiones seleccionadas para la frecuencia de cada 22 horas. Cada posición representa el total de $X + Y = 4.4\%$.

Sobre el promedio cuando una ración de 4.4% del peso es dada, poco ó nada del alimento es aceptado 11 hrs. más tarde. Pero una ración del 3% si se consume bien cada 11 hrs. (Brett, J. 1971).

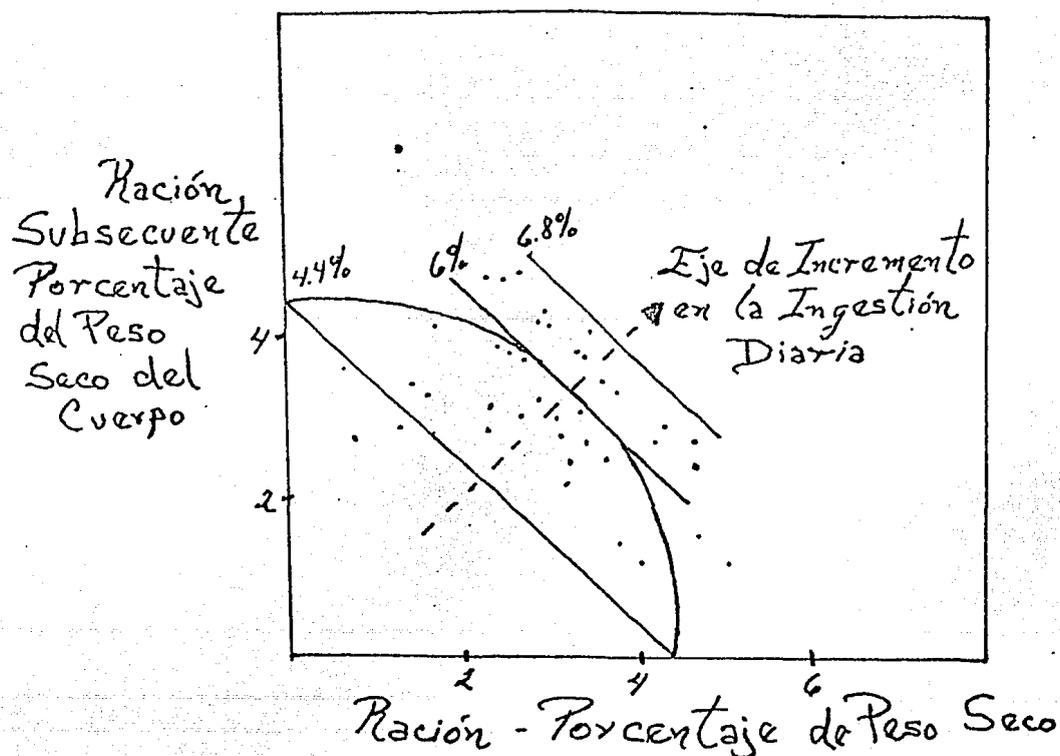
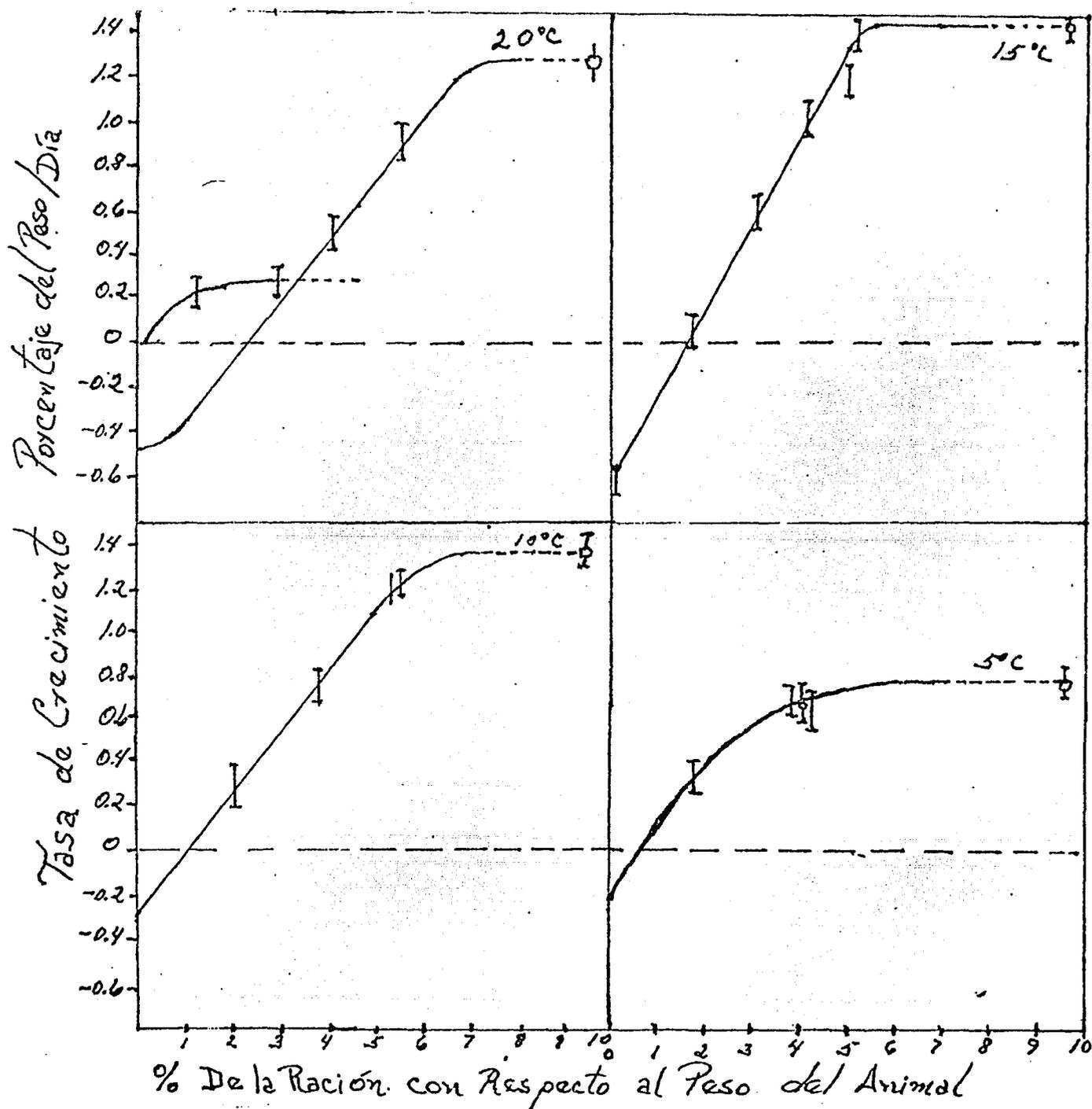


Fig. 28. Relación de la Tasa de Crecimiento VS la Cantidad de Ración a 5 Temperaturas. Las líneas Punteadas corresponden a Raciones en Exceso (10 % promedio). Los Puntos Rodeados por un Círculo Corresponden a Grupos de Salmones del Pacífico que se Saciaban ó Llenaban con la Ración Prescrita ó que Eran Alimentados en Exceso, (Brett, J. et.al. 1969).



del aumento de temperatura (de los 12° a los 20°C), hasta llegar a un 2.6% del peso del organismo*. El crecimiento cesa después de los 23°C, y aunque Brett, todavía a 1°C registra crecimiento de 0.23%/día con una ración de 1.5% del peso del organismo, para la trucha arco iris cesa a los 3.6°C.

Por lo que toca a la composición corporal Brett obtiene:

T°C	%H ₂ O	% Protéico	% Grasa	
20	86.9	9.4	1	Peces en ayuno
15	71.3	19.7	7.6	Peces alimentados con <u>ex</u> ceso

Gómez, J. et al. (1979) concuerdan con Elliott, J.M. (1975) y Brett, J.R. (1969) en el sentido de que a menor edad se digiere mejor y por lo tanto crías de 0.6 g pueden consumir raciones tan grandes como el 20% de su peso en raciones diarias (Warren y Davis, 1968).

Gómez, J. et.al. (1979) se refieren a la influencia de la edad-peso de trucha arco iris alimentada con una dieta de 37.5% de proteína-caseína, y sus resultados indican que la edad, en cuanto a la eficiencia digestiva, no parece tener influencia sobre los coeficientes de digestibilidad aparente

* Para la trucha arco iris, variedad cabeza de acero Wurtbaugh y Davis 1977, observaron que al aumentar la temperatura de 6.9°C a 22.5°C la ración de mantenimiento sube de 2.2% a 7.5%.

y real de la proteína, en cambio el valor biológico (utilización de los aminoácidos dietéticos con fines estructurales), la utilización neta de la proteína y el valor productivo de la proteína, la ingestión ó consumo relativo, el incremento en peso y el coeficiente de eficacia en crecimiento ó tasa de crecimiento disminuyen al aumentar la edad-peso de los animales. O sea que el rendimiento de la proteína de la dieta es mayor, cuanto menor es el nivel de ésta y los animales sean más jóvenes, todo dentro de un contenido protéico suficiente. Tablas 62, 63 y 64.

TABLA 62

EFECTO DE LA EDAD SOBRE LA UTILIZACION DIGESTIVA DE LA PROTEINA. VALORES MEDIOS DE 10 ANIMALES. (GOMEZ, J. ET. AL. 1979).

Lote	N ingerido (g)	N fecal total (mg)	N fecal endógeno (mg)	N absor. aparente (g)	absor. real (g)	CDA
1a. edad	0.84	76	15	0.76	0.78	91.1
2a. edad	4.32	310	75	4.01	4.09	92.0
3a. edad	7.56	610	164	6.95	7.11	92.9

CDA - coeficiente de digestibilidad Aparente

CDR - coeficiente de digestibilidad real

TABLA 63

EFFECTO DE LA EDAD SOBRE LA UTILIZACION METABOLICA DE LA PROTEINA. VALORES MEDIOS DE 10 ANIMALES. (GOMEZ, J. ET. AL. 1979)

Lote	N ingerido (g)	N metabólico total (g)	N metabólico endógeno (g)	N retenido (g)	NPU*	Valor metabólico VB*
1a. edad	0.84	0.67	0.13	0.36	43.0	46.3
2a. edad	4.32	3.51	0.59	1.76	40.8	43.1
3a. edad	7.56	6.60	1.15	2.82	37.7	39.5

* Correlación significativa ($P < 0.001$) respecto a la edad

VB Valor biológico (según método de Mitchell modificado por Tunison et.al. para peces)

NPU Coeficiente de utilización neta de la proteína (que se obtiene multiplicando el coeficiente de digestibilidad real (CDR) x valor biológico (VB))

TABLA 64

EFFECTO DE LA EDAD SOBRE LA INGESTA, PESO E INCREMENTO DE NITROGENO CORPORAL. VALORES MEDIOS DE 10 ANIMALES. (GOMEZ, J. ET. AL. 1979)

Lote	Ingesta (g/100 g peso corporal/día)	Incremento de peso (%)	Incremento de nitrógeno corporal (g/100 g peso corporal)	I.C.	P.E.R.	P.P.V.*
a. edad	2.60	40.4	$0.99 \pm 0.05^{**}$	1.1	2.3	35.1
a. edad	2.14	32.2	0.71 ± 0.04	1.2	2.2	30.8
a. edad	1.97	27.8	0.61 ± 0.08	1.3	2.1	28.9

* Correlación significativa ($P < 0.001$) respecto a la edad

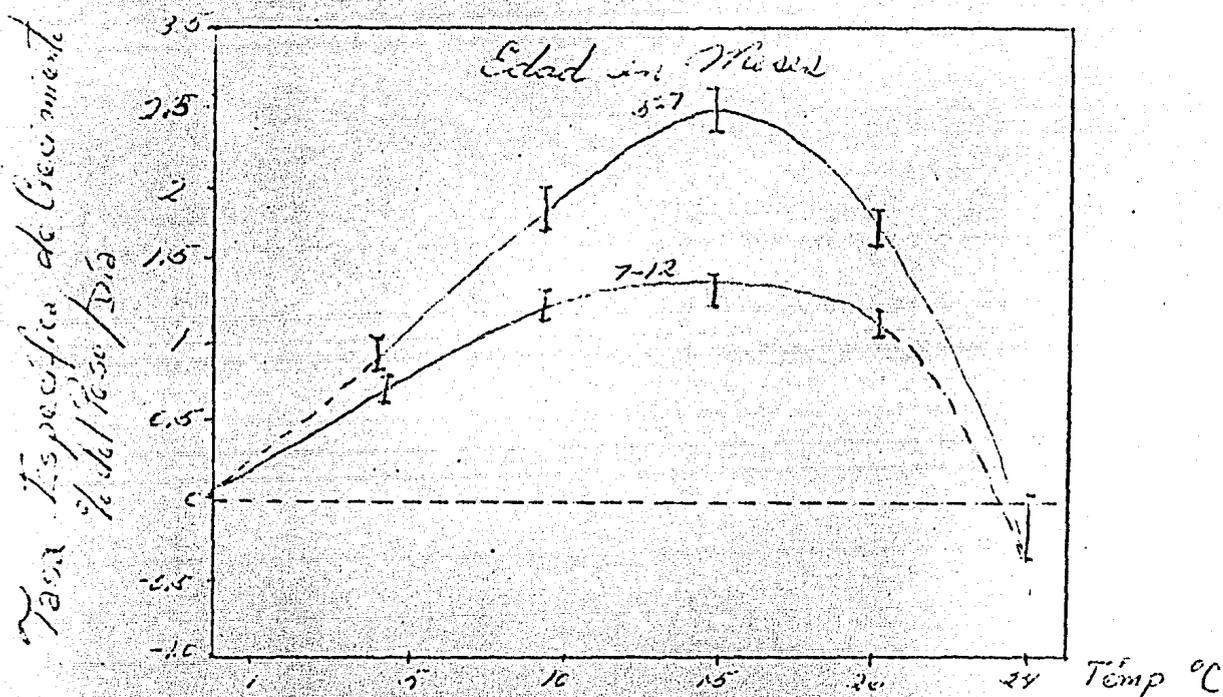
** Diferencia significativa ($P < 0.001$) con segunda y tercera edad

I.C. - Índice de conversión de alimento

P.E.R. - Coeficiente de eficacia en crecimiento

P.P.V. - Valor productivo de la proteína

Fig. 29. Relación entre la Temperatura y la Tasa de Crecimiento de jóvenes salmones alimentados a una ración de exceso. Edad en meses desde el inicio de la alimentación, (Brett, J.R.1969).



Windell, et.al. (1978) desarrollan un experimento con trucha arco iris de tres pesos (18 g, 207 g y 586 g) y a tres temperaturas (7-8°C, 11°C y 15°C), también probaron tres tipos de ración para peces de 194 g, con el fin de conocer el efecto del tamaño de la ración sobre el coeficiente de digestibilidad (materia seca ó Dry Mater - % DM = 100 - 100

$\frac{\% Cr_2O_3 \text{ alimento}}{\% Cr_2O_3 \text{ heces}}$) y también se empleo el porcentaje de digestibilidad (% N) de proteína cruda, lípido crudo, carbohidratos, y energía bruta se calcularon de la fórmula:

$$\%N = 100 - 100 \frac{\% Cr_2O_3 \text{ del alimento}}{\% Cr_2O_3 \text{ en heces}} \times \frac{\% \text{ de nutrientes en heces}}{\% \text{ de nutrientes en alimento}}$$

Sus resultados arrojan que no existieron diferencias significativas en los coeficientes de digestibilidad, excepto para los organismos de 18 g a 7°C. En cuanto al tamaño de la ración sólo produce efecto sobre la digestibilidad cuando se duplica la ración correspondiente a determinado peso (una ración en exceso), concordando estos datos con lo mencionado por Elliot (1976), de que a raciones máximas la eficiencia de absorción decrece con un incremento en el nivel de ingestión de energía (Tablas 65 y 66).

TABLA 65

EFFECTO DE LA RACION SOBRE EL COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD PARA NUTRIENTES EN UNA DIETA PELETIZADA PARA *S. GAIRDNERI*. LOS VALORES CON ASTERISCO SON ESTADISTICAMENTE DIFERENTES (WINDELL ET.AL. 1978)

Ración % del peso	Digestibilidad (%) + desviación estandar				
	Materia Seca	Proteína	Lípido	Carbohidrato	Energía
0.4	71 ₊₁	89 ₊₁	94 ₊₁	55 ₊₁	73 ₊₁
0.8	70 ₊₁	91 ₊₁	93 ₊₁	53 ₊₁	72 ₊₁
1.6	*67 ₊₁	91 ₊₁	93 ₊₁	*46 ₊₁	69 ₊₁

TABLA 66

EFFECTO DEL TAMAÑO DEL CUERPO Y LA TEMPERATURA DEL AGUA SOBRE LOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD PARA NUTRIENTES EN UNA DIETA PELETIZADA PARA TRUCHA ARCO IRIS. LOS VALORES PRECEDIDOS POR UN ASTERISCO SON ESTADISTICAMENTE DIFERENTES ($P \leq 0.05$), WINDELL ET.AL. 1978)

Tamaño	Peso Promedio + desv. standar	T°C	Digestibilidad (%) + desviación estandar				Energía
			Materia Seca	Proteína	Lípidos	Carbohidratos	
Pequeño	18.6 g +0.5	7	*45+3	*73+3	*80+1	*43+3	*46+2
		11	71+1	91+1	85+2	57+2	72+1
		15	69+1	92+1	86+<1	57+1	70+1
Mediano	207.1 +24.5	7	71+1	93+1	89+<1	59+2	73+1
		11	72+1	93+1	88+<1	58+2	74+1
		15	72+1	93+1	85+2	61+1	74+1
Grandes	585.7 +56.8	7	75+1	92+<1	93+<1	60+<1	75+1
		11	74+1	95+<1	91+1	62+2	75+1

Brett, J. (1969) comprueba su hipótesis de que "una temperatura óptima para crecimiento disminuye tanto como la ración ó cantidad de alimento suministrado disminuya, acompañada por una reducción en la eficiencia de conversión. (Figs 25 y 31). Esto es, se ha mencionado con anterioridad que al bajar la

Fig. 30. Eficiencia Bruta de la Conversión de Alimento en Relación a la Temperatura y Ración, las Isopletas se Sobrelapan con las Curvas de Crecimiento - líneas punteadas, (Brett, J. et.al. 1969).

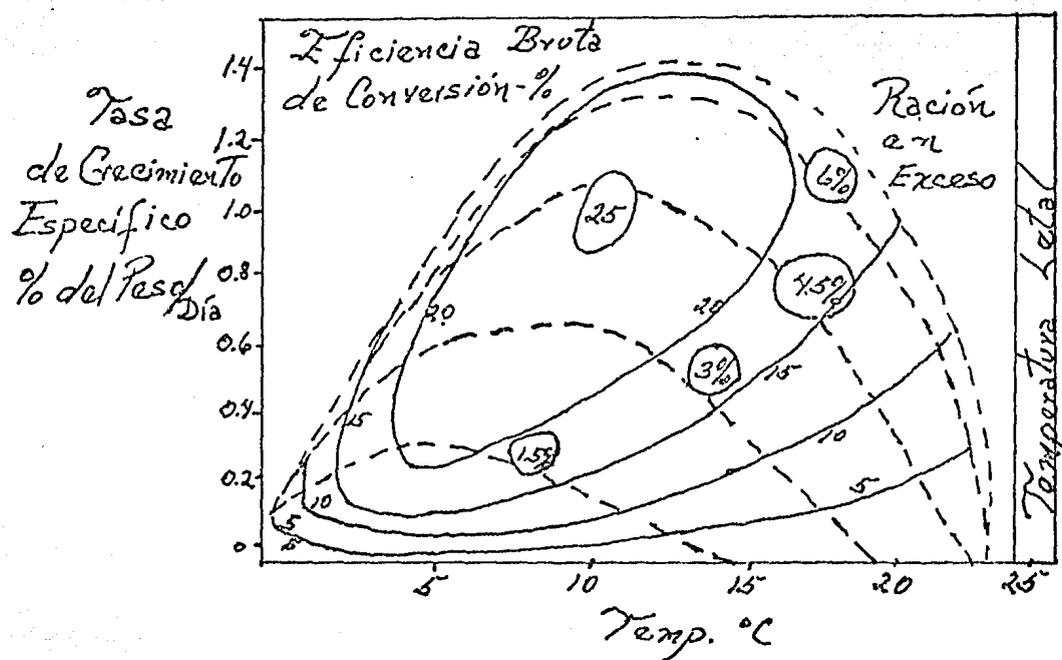
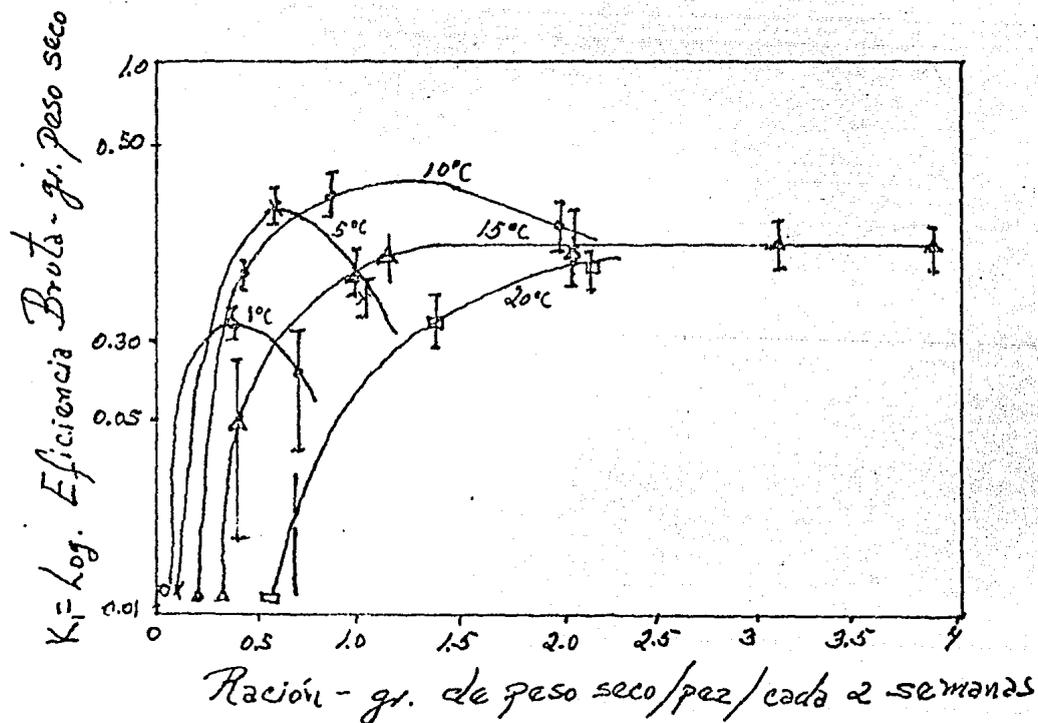


Fig. 31. Relación entre el Logaritmo de la Eficiencia Bruta de Crecimiento y la Ración a 5 temperaturas. Los Puntos con Círculos Fueron Calculados de Valores Interpolados. La Eficiencia, K_1 , fué Determinada de Acuerdo a Paloheimo y Dickie (1966) Usando la Ganancia Diaria en Peso Seco/Ración en Seco Diaria. Las líneas Rectas en sus Proyecciones Más Allá del Optimo Sugieren la Relación Determinada por Estos Autores. Cada Punto fué Calculado del Crecimiento en 10 ó 12 semanas. K_1 no Muestra Alguna Tendencia en Relación al Incrementar la Ración. (Brett, J. et.al. 1969).



temperatura (en invierno), la digestión o metabolismo de los compuestos alimenticios disminuye; por lo tanto si se mantiene el mismo tamaño de ración de verano, el organismo tendrá problemas digestivos además de un crecimiento menor, (Brett, J.R. 1969, Elliot, J.M. 1975).

Para entender como el crecimiento es alterado Brett (1969) señala que bajo condiciones de cultivo, el crecimiento es un proceso multiplicativo, el cual en las fases iniciales del ciclo de vida del organismo, a menudo sigue una curva exponencial, posteriormente al avanzar la edad del organismo e interactuar otros factores, tales como la madurez sexual, etc., se adquiere la forma sigmoide de una curva logarítmica, en otras palabras, el valor instantáneo de incremento en peso o longitud por unidad de tiempo, declina progresivamente. Brett (1969) desarrolla una "curva de crecimiento" en donde expresa el valor máximo de crecimiento en peso (figs 29 y 32) en relación a temperatura con respecto de tamaño de ración, menciona una serie de conceptos como son:

1. Ración de mantenimiento. Cantidad de alimento que requiere el organismo para realizar sus funciones vitales pero sin presentar crecimiento.
2. Ración óptima. Obtenemos un mejor crecimiento con un

mínimo consumo.

3. Ración máxima. Cantidad de alimento con la cual se obtiene el máximo crecimiento.

De la ración de mantenimiento se puede decir que es menor, en lo que se refiere a su porcentaje, para peces grandes que para peces chicos (Brown, M.G. 1949; Lee, R.A. 1969; Niimi, A.J. y F.W. Beamich, 1974). Para la trucha arco iris se determinó su ración de mantenimiento a 15°C- $(120 \text{ kcal/kg})^{0.8}$ por semana, (Huisman, 1976).

Una disminución en los valores de la eficiencia para el pez pequeño podría ser separada sólo a raciones máximas al día, quizá entre el 20% y el 25% del peso del pez a 16°C. (Wurtsbaugh y Davis, 1977).

Respecto al concepto de que, la ración máxima decrece con el tamaño del organismo, puede deberse más bien a que el tamaño regule la síntesis protéica y por lo tanto influenciar en la eficiencia del crecimiento, (Larkin, P. y J. Terpenning, 1957, Gerking 1971).

Para la ración de mantenimiento de salmón juvenil Onchorhynchus nerka, (Brett 1969) reporta una ración siete veces mayor a 20°C que a 1°C. (Fig 33).

Fig. 32. Isopletas de Tasa de Crecimiento para Salmón del Pacífico de no más de un año de edad, mostrando la ganancia en porcentaje por día que pudieron ser esperadas por alguna combinación de la ración y la temperatura. (Brett, J. et.al. 1969).

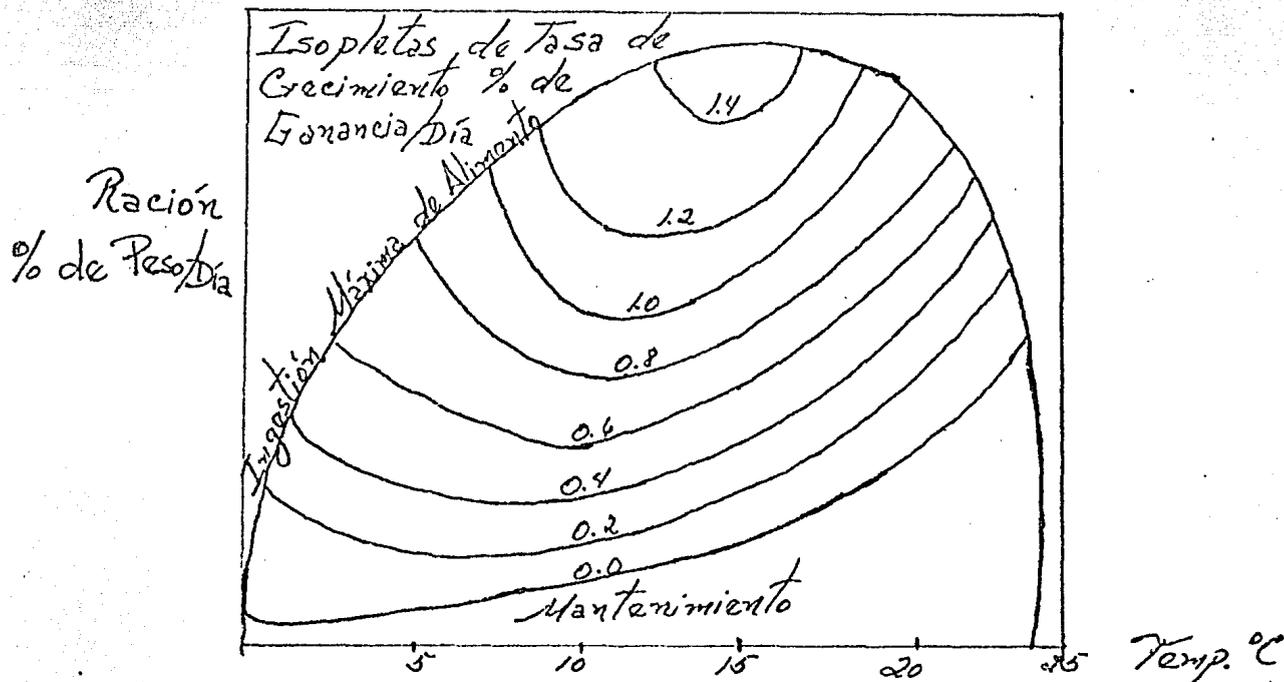
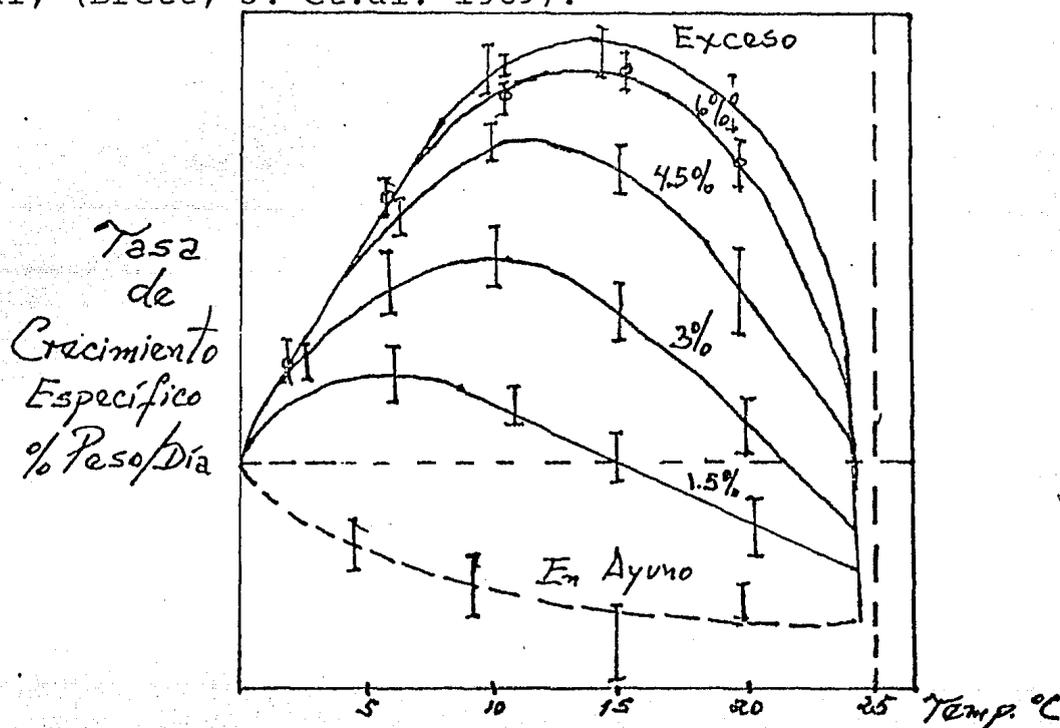


Fig. 33. Efecto de raciones reducidas sobre la relación entre la tasa de crecimiento (± 2 Desviación Stándar) y la Temperatura para Salmón del Pacífico de 7 a 12 meses de edad. La línea punteada para los peces en ayuno es una interpretación provisional, (Brett, J. et.al. 1969).



La ración óptima a 20°C fué 5 veces mayor que la de 1°C

La ración máxima a 20°C fué de 3 veces mayor que la de 1°C

Las 3 consideraciones anteriores son para salmón del Pacífico (Onchorhynchus nerka, (figs 34 y 35) y cuya temperatura óptima para crecimiento a raciones máximas es de 15°C.

Para otros salmónidos se tienen como temperaturas óptimas de crecimiento:

Salmo trutta - trucha café de un año como máximo de edad - 13°C

Salmo trutta - de 2 años acelera sus crecimientos entre los 7°C y 9°C y entre los 16 y 19°C

Salmo trutta - de tres años - su tasa de crecimiento aumenta en los rangos de 8° a 12°C y 15°C a 16°C (Swift 1955)..

Salvelinus fontinalis, Mitchills - a 13°C fué su temperatura óptima

Salmo gairdneri - para trucha juvenil (6 meses) hasta de 2 años el rango de temperatura óptima está entre 10 y 15°C (Pentelow y Wingfield 1959).

Se reporta que aunque las temperaturas letales para la trucha café (S. trutta) son 1.5° y 24°C el crecimiento cesa a los 3.6°C.

Fig. 34. Curva de crecimiento en donde se puede apreciar las tres tasas de alimentación principales en cuanto a su efecto sobre el crecimiento. (Brett, J. et.al. 1969)

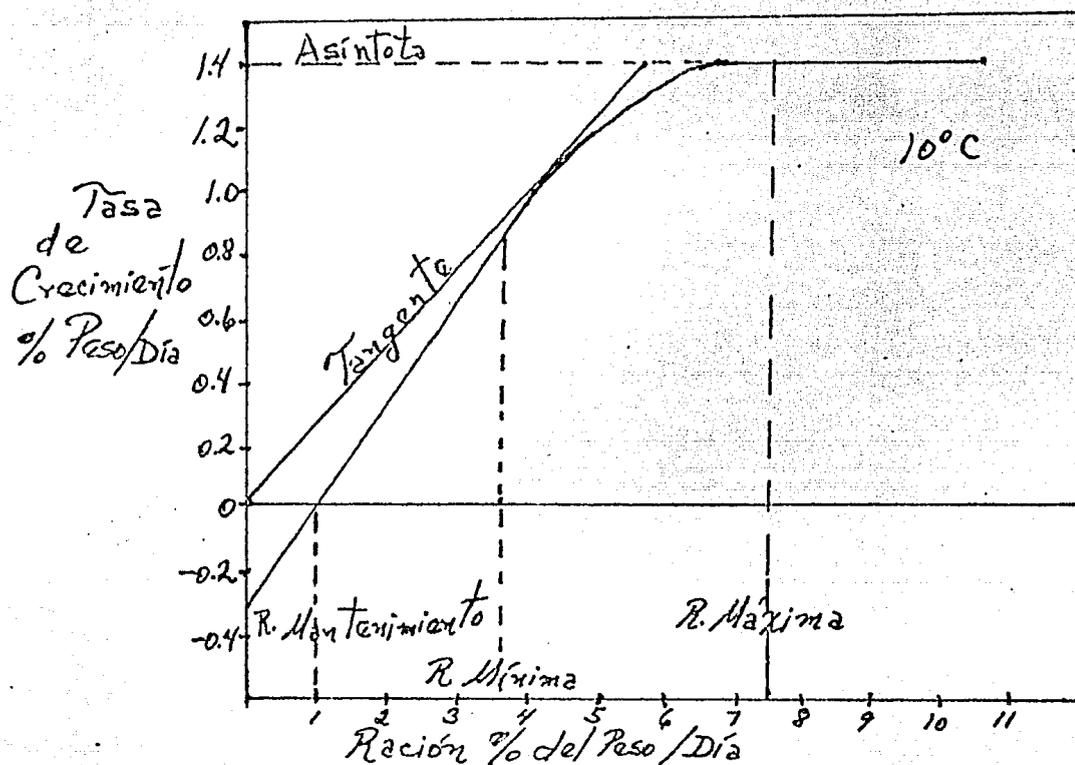
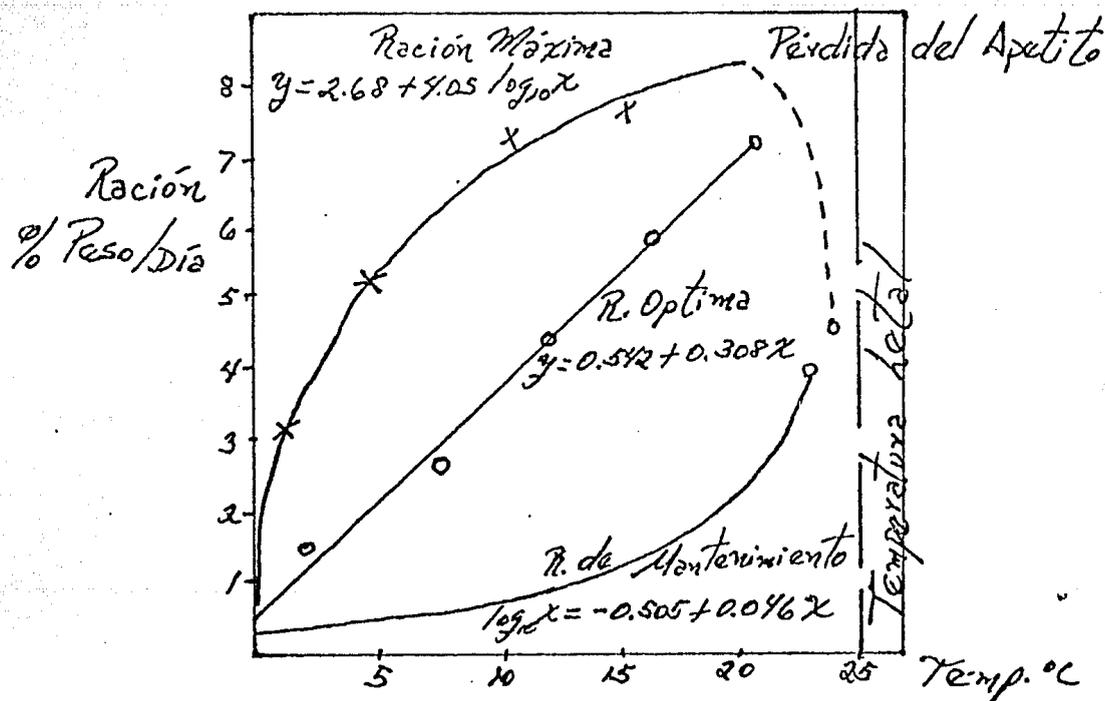


Fig. 35. Relación entre las raciones de mantenimiento, óptima y máxima con respecto a la temperatura, (Brett, J. et.al. 1969).



Elliot, J.M. (1975) desarrolla dos ecuaciones para calcular raciones óptima y ración de mantenimiento:

La primera relaciona la cantidad de alimento ó tamaño de la ración con el crecimiento y con la cual se puede obtener la ración óptima.

$$D = a_1 w_t^{b_1} e^{b_3 p + (2 + 4P)T}$$

de donde:

D tamaño de ración (en % de peso del org. por día)

w peso del organismo en gr (promedio)

a_1, b_3 constantes para la relación entre la ordenada al origen (a) y P

P en % (gr) tasa de crecimiento

T temperatura quincenal o mensual promedio

b_1 exponente en peso

w_t^g, a_1 y b_3 son las constantes para la relación entre la ordenada al origen y %

Ecuación para la ración de mantenimiento:

Ecuación de regresión múltiple

(J.M. Elliot 1975)

$$D = a w^{b_1} e^{b_2 T}$$

en donde:

D tamaño de ración

w peso promedio de los organismos

T temperatura quincenal o mensual promedio en °C

a, b_1, b_2 constantes que variarán de acuerdo con las temp.

Valor de ctes. en (3.8°C- 6.6°C)

De 6.8°C - 15°C

$$a - 1.390$$

$$a - 3.406$$

$$b_1 - 0.716 \pm 0.107$$

$$b_1 - 0.767 \pm 0.046$$

$$b_2 - 0.224 \pm 0.102$$

$$b_2 - 0.138 \pm 0.011$$

De 15°C a 19.5°C

$$a - 169.863$$

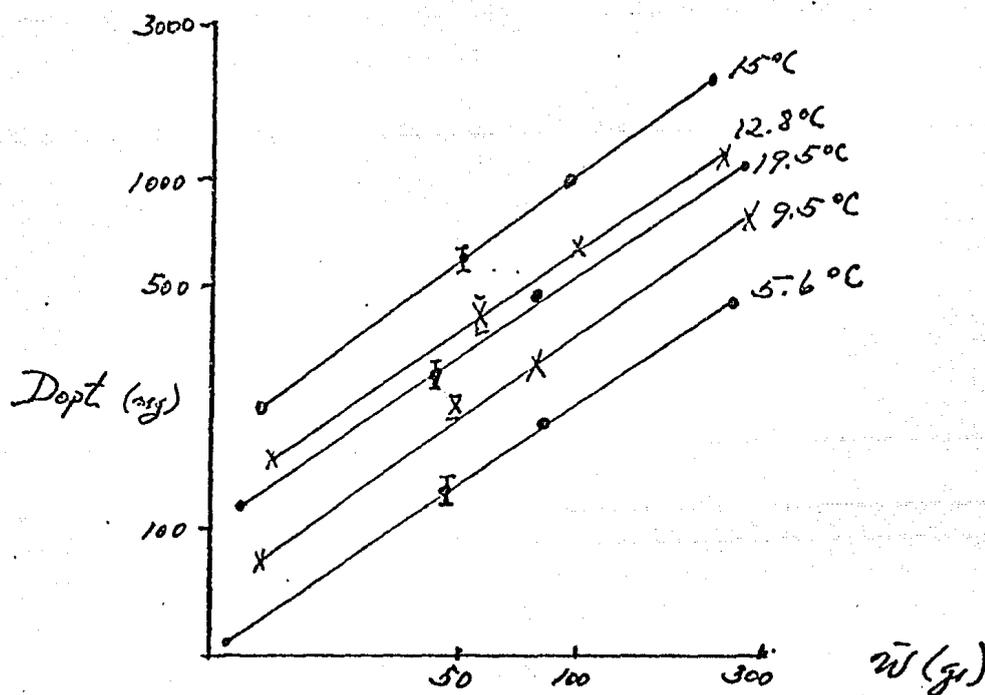
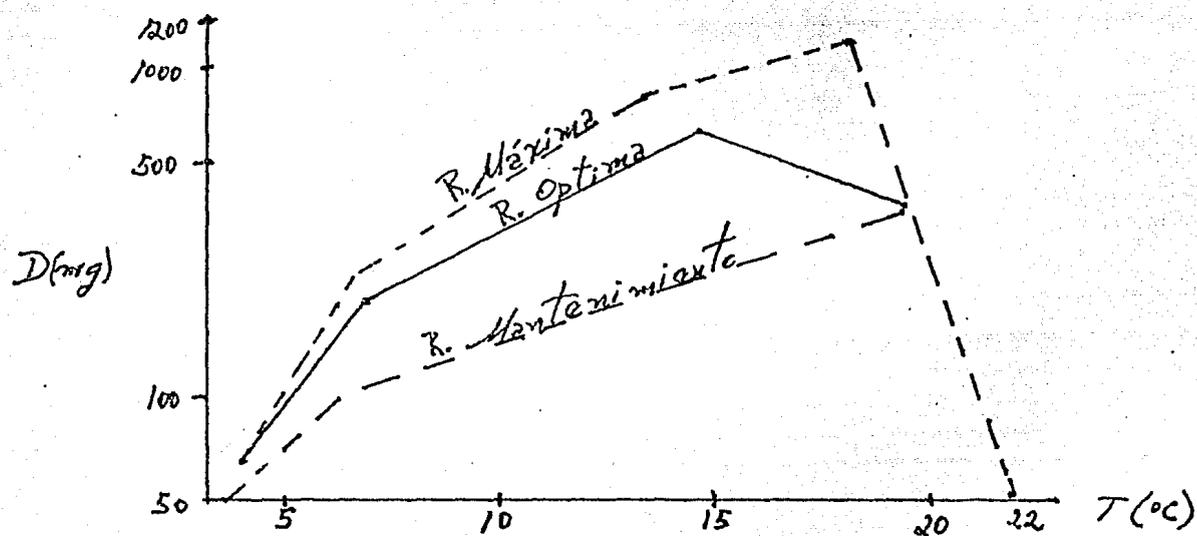
$$b_1 - 0.767 \pm 0.017$$

$$b_2 - 0.118 \pm 0.006$$

De la ecuación anterior se puede obtener la ración óptima para trucha de 10 g, a 30 g, de peso y en un rango de 3.8°C a 19°C.

La ración óptima es aproximadamente un 80% de la ración máxima (fig 36, J.M., Elliot 1975). Estableciendo que la temperatura óptima para el crecimiento decrece progresivamente

Fig. 36. (a) Relación entre la ración óptima (D_{opt} , mg de peso seco, día⁻¹) y la temperatura del agua (T °C) para trucha de peso inicial aproximado de 50 g. Las raciones máxima y de mantenimiento son incluidas para comparación. (b) Relación entre D_{opt} , mg y el peso promedio vivo de trucha (W g) a diferentes temperaturas de agua (°C). (J.M., Elliot, 1975)..



con la disminución de la ración desde 13°C (en donde la ración óptima = ración máxima), hasta los 4°C (donde la ración óptima = ración cercana a la ración de mantenimiento). La temperatura reduce su efecto sobre la tasa de crecimiento conforme aumenta el peso del organismo (J.M. Elliot, 1975).

Los resultados de J.R. Brett (1969) y Elliot, J. (1975) están en desacuerdo con las conclusiones de Paloheimo y Dickie (1966), en lo referente a la "línea K" y que expresan como independiente del tamaño del pez, además de aplicable a un amplio rango de temperatura. O sea, se considera como una buena ecuación de relación entre el tamaño de la ración y el crecimiento del organismo, pero Elliot, J. (1975) demuestra que dicha ecuación sólo es aplicable en un rango de raciones óptimas y máximas y a tamaños limitados del organismo (Warren, C.E. y G.E. Davis, 1967; Rafail, S.Z. 1968; J.R. Brett, Shelbourn y Schoop, 1969; Gerkin, S.D. 1971). (Tabla 67).

Puntos a favor de la frecuencia de alimentación se obtienen a partir de otro trabajo de Brett, J. (1971), donde los resultados con salmón del Pacífico (O. nerka) permiten concluir que el consumo diario del alimento es influenciado por la frecuencia de alimentación, esto es, animales alimentados a raciones máximas, con una temperatura de 15°C consumen un 4.3% de su peso al día, a diferencia de los salmones alimen-

tados cada 11 horas que presentan un consumo de 6.52%, haciendo notar que en un momento dado se puede duplicar la ingestión o consumo voluntario del pez, y consecuentemente la tasa de crecimiento, aunque esto implique cierto desperdicio de alimento, o pérdida de alimento en la eficiencia de aprovechamiento. En otras palabras, al aumentar la frecuencia de alimentación, se suministra al pez alimento aún antes de que haya digerido el suministro anteriormente, dándose como ejemplo el salmón que presenta una digestión completa hasta las 23 horas después de haber sido alimentado hasta satisfacción, entonces al recortar los intervalos de tiempo el pez comerá pero no toda la ración que le sea suministrada, dándose en este momento el desperdicio de que se hablaba anteriormente.

Para el trabajo antes mencionado, y que posteriormente refuerza Elliot, J.M. (1975) en trucha café - Salmo trutta - la ingestión máxima ocurre a una mayor frecuencia de alimento, mencionando que la cantidad es variable dependiendo de: el tamaño de la partícula ingerida, el valor del procesado (apetito y digestión) y finalmente el tamaño del pez.

Elliot, J.M. (1975), desarrolla una ecuación para la obtención de la ración máxima de alimento a suministrarse:

TABLA 67

VALORES DE LAS CONSTANTES (CON UN NIVEL DE CONFIANZA DEL 95%, PARA DIFERENTES TAMAÑOS DE RACIONES (D mg/día) Y PARA LA RACION DE MANTENIMIENTO (D_{mant} mg/día) (N ES EL NUMERO DE SERIE DE VARIABLES EN CADA RANGO DE TEMPERATURA, (ELLIOT, J.M. 1975)).

T°C	D mg			D_{mant} mg	
	3.8-6.8	6.8-15	15-19.5	3.8-6.6	6.6-19.5
N	54	144	80		
a_1	1.3803 (1.3235-1.4345)	1.9126 (1.8206-2.0093)	6.7046 (6.1448-7.3154)		
a_2	0.2188±0.0043	0.1313±0.0096	0.0515±0.0041		
b_1	0.757 ±0.079	0.768 ±0.028	0.756 ±0.029		
b_2	-0.067 ±0.0008	0.0076±0.0009	0.0353±0.0001		
b_3	0.0017±0.0001	0.0000	-0.0018±0.0001		

$$G_w = 100 (a + b_2) w_t^{-b_1}$$

G_w tasa de crecimiento en un intervalo de tiempo

w_t peso de la trucha en ese intervalo de tiempo

a, b_1 y b_2 constantes que varían de acuerdo a rangos de temperatura (Tabla 67), Fig 36.

La ecuación anterior es útil para organismos de 10 a 350 g, y en un rango de temperatura de 3.8°C a 21.6°C.

Del tiempo de saciación o llenado para los salmónidos se puede mencionar que disminuye conforme aumenta el peso del organismo, (Tabla 68), (Brett, J.R. 1971; Elliot, J.M. 1975).

Al hacer referencia al tiempo de llenado del pez, se considera el momento en que rechaza el alimento, ya no lo come y éste se va al fondo.

La relación entre la capacidad estomacal (% del peso) y el peso del pez fué exponencial - $Y = 14.1 - 1.95 \log_{10} X$ (J.R. Brett 1971).

Se menciona que la cantidad de estómago lleno va a depender de:

- 1) Diferencia en la cavidad estomacal, tanto morfológica como fisiológica.
- 2) La conducta del pez que puede ser de voracidad o de desgano ante la presencia del alimento
- 3) El tamaño de la partícula, que puede presentarle facili

dad o dificultad para ingerirlo, esto no solo respecto a la alimentación artificial, sino también a la natural en donde muchas veces ocurre que la presa (ninfas o larvas de insectos, etc.) presente resistencia no obstante ser adecuadas en su forma y tamaño respecto de la boca del pez, y en cambio, otros organismos (como crías de otros peces o de la misma trucha) que sean comparativamente más grandes que las larvas esquivas, son más fáciles de comer por su facilidad o poca resistencia a ser devoradas, puesto que no se adhieren o molestan el hocico del depredador, (Hartman, G.F., 1958).

TABLA 68

TIEMPO DE SACIACION O LLENADO PARA TRES TAMAÑOS DE SALMON DEL PACIFICO (Onchorhynchus nerka) ALIMENTADOS A 15°C (BRETT, J.R., 1971).

Peso del organismo (gr)	Tamaño del Granulado (mm)	Tiempo de saciación o llenado (minutos)			Tiempo corregido para 100%
		50%	75%	100%	
1.93	2.3	9	21	54	50
25.90	2.3	4	14	37	33
236.00	3.1	6	21	48	44
		$\bar{X} = 6.2$	19.2	47.2	43.2
		$\bar{s} = 1.9$			

El principal rango del valor de alimentación es el de los primeros 6 minutos, posteriormente decrece.

Eficiencia. Se ha mencionado que al disminuir la temperatura y bajar la tasa de alimentación se mejora el crecimiento, y que, si se aumenta la ración alimenticia, desde mantenimiento hasta la ración a saciedad o de llenado, el organismo aprovecha proporcionalmente dicha ración para su crecimiento, o sea su eficiencia de crecimiento se incrementa al incrementarse la ración, pero se ha visto que esta eficiencia disminuye a partir de la ración de saciedad, sin olvidar que elevadas temperaturas provocan que las eficiencias disminuyan principalmente a valores bajos de consumo, decreciendo su efecto sobre la eficiencia a cantidades de ración máximas y óptimas. (Huisman, E.J. 1976; W.A. Wurtsbaugh y G.E. Davis 1977; G.G. Winberg 1956 y J.R. Brett 1969).

La forma matemática de expresar la habilidad del organismo para aprovechar su alimento es mediante dos fórmulas:

$$\text{Eficiencia bruta} = \frac{\Delta W(t)}{C.A.S.}$$

de donde:

$\Delta W t$ incremento en peso (gr) en un intervalo de tiempo (días)

C,A,S. cantidad de alimento suministrado

$$\text{Eficiencia neta} = \frac{\Delta W(t)}{C.A.S. - M}$$

de donde:

E_n eficiencia neta (expresada como %)

ΔW incremento en peso (gr)

t intervalo de tiempo en que se obtiene dicho incremento

C.A.S. cantidad de alimento suministrado en dicho intervalo de tiempo (gr)

M ración de mantenimiento (con la cual el organismo vive pero sin crecer, en peso ni longitud). Suficiente para su metabolismo basal

Estas fórmulas además de indicarnos la efectividad propia del organismo, nos dan la pauta (una de ellas) para el uso más económico del alimento artificial. Siendo influenciada la eficiencia por esa red compleja del crecimiento constituida por: temperatura, salinidad, tipo de dieta, frecuencia de alimentación, tamaño, edad del pez y sexo (Paloheimo y Dickie 1966; Pandian 1967; J.R. Brett 1969, M. Medina-García 1981).

A continuación se muestra una serie de organismos con sus respectivas eficiencias brutas de crecimiento (Warren, C.E. y Davis, G.E., 1967; Keven 1966; Ivlev 1945; Brett J. 1969).

Organismo	% de Eficiencia bruta
<u>Ophiocephalus striatus</u> -pez carnívoro (alimentado con camarón y filetes de otros peces)	44
<u>Onchorhynchus nerka</u> -salmón del Pacífico (alimentados de larvas, ninfas y pececillos)	25
<u>Salmo clarki</u> (alimentados con larvas y adultos de mosas)	13 a 37%
<u>Cyprinus carpio</u> -carpa herbívora (alimentada con detritus y algas)	8%
<u>Salmo gairdneri</u> -trucha arco iris	10.1% a 19.5% (ciclo anual)

La eficiencia bruta va desde cero hasta la ración de mantenimiento, llega a un valor máximo para una ración intermedia, a grandes raciones decrece paulatinamente reflejando un rebalse o una cantidad mayor de la que es el organismo capaz de aprovechar de manera óptima (J.R. Brett 1969; J.M. Elliot 1975; Huisman 1976; Wurtsbaugh W.A. y G.E. Davis 1977).

La temperatura, a los niveles de raciones óptimas y máximas tiene poco que ver en la eficiencia bruta, no así a valores bajos de consumo, donde altas temperaturas inducen una disminución en la eficiencia bruta (Brett, J. 1969; Wurtsbaugh, W.A. y Davis 1977; Windell, et.al. 1978).

De lo anterior se desprende que la eficiencia bruta es mayor a rangos intermedios de raciones, y, Wurtsbaugh y Davis (1977), atribuyen la disminución de la eficiencia bruta a:

- 1) Un incremento en la acción específica dinámica, debido principalmente por la desaminación de aminoácidos (Ivata 1970).
- 2) Decremento en la eficiencia de asimilación (Averett 1969)
- 3) Incremento en la actividad del pez (asociado al efecto de la temperatura (Kerr 1971; Stevens 1979). Otros autores (Wurtsbaugh, W.A. y G.E. Davis 1977) no han encontrado diferencias de la actividad del pez a distintas raciones. La más alta eficiencia bruta puede tener lugar a las raciones intermedias, bajo condiciones de cultivo ó experimentales porque el gasto de energía producido en la búsqueda del alimento es mínimo, (Brett, J. 1969)

Con lo anterior se confirma que el análisis de Paloheimo y Dickie (1966) que sugería que el logaritmo de la eficiencia bruta declinaba con el incremento de la ración, es solo aplicable a raciones máximas (Brett, J. 1969; Elliot, J. 1975; Wurts-

baugh y Davis 1977).

La máxima eficiencia bruta varía a lo largo del año, debido como es lógico a: temperatura del agua, cantidad de alimento disponible, edad de los organismos, etc., siendo más determinantes estos factores en condiciones naturales, (Tabla 69 y Figs 37, 38 y 39).

TABLA 69

MAXIMA EFICIENCIA BRUTA PARA TRUCHA ARCO IRIS, EN UN EMBALSE NATURAL DE OREGON, E.U. (WURTSBAUGH Y DAVIS 1977)

Primavera - 12.6% Verano - 19.5% Otoño - 13.6% Invierno - 10.1%

Cuando el pez recibe bajas raciones, el crecimiento y la eficiencia bruta de los peces mayores, son más grandes que las de los peces chicos. Sin embargo, cuando la ración se incrementa, los peces mayores crecen en la misma proporción o un poco menos que los pequeños; y aún si estas raciones son aumentadas, los valores de los mayores comienzan a declinar mientras que para los pequeños, dichos valores continúan incrementándose, Fig 40, Tabla 70. (Wurtsbaugh y Davis 1977).

Fig. 37. Relaciones para cada experimento estacional entre el consumo de alimento VS la tasa de crecimiento y la eficiencia bruta de S. gairdneri mantenida a diferentes temperaturas. Las tasas se basan en peso seco. (Wurtsbaugh y Davis, 1977).

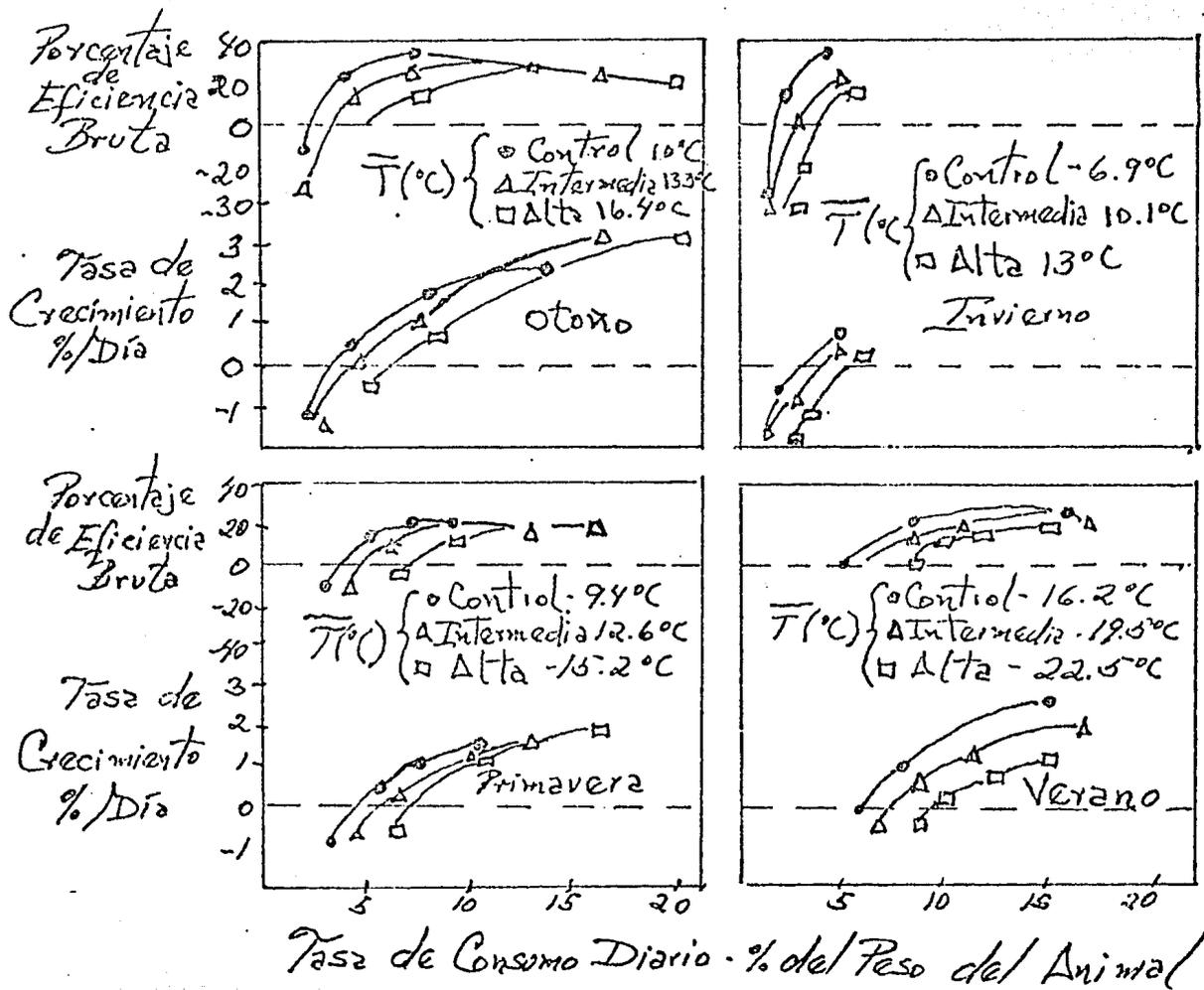


Fig. 38. Relaciones entre la temperatura y las raciones de mantenimiento (peso seco) de S. gairdneri en cada uno de los experimentos de crecimiento estacionales, (Wurtsbaugh y Davis, 1977)

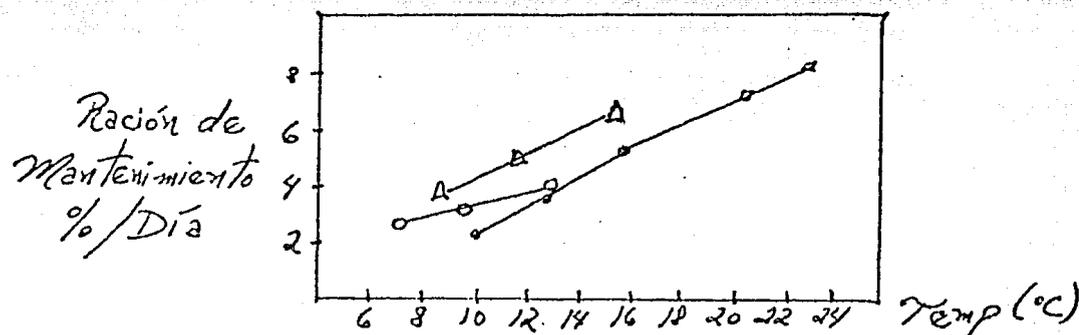


Fig. 39. Relaciones entre la temperatura y la eficiencia bruta de S. gairdneri a tres diferentes niveles de ración. Los valores graficados fueron tomados de las curvas de la figura anterior no obteniéndose las rectas por el método de mínimos cuadrados. (Wurtsbaugh y Davis, 1977).

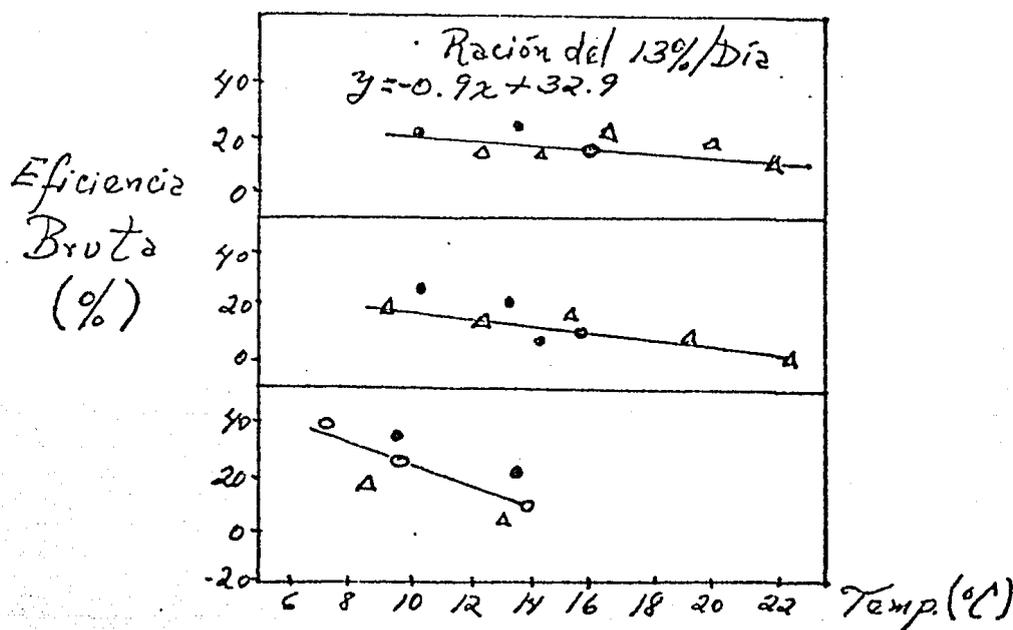
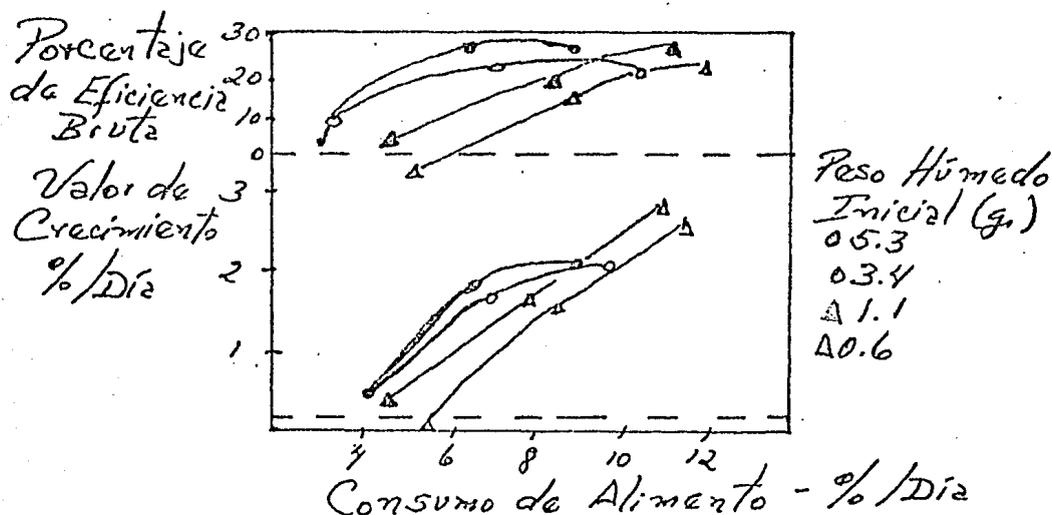


TABLA 70

VALORES PROMEDIOS DEL CONSUMO DE ALIMENTO, PESO HUMEDO (INICIAL Y FINAL) Y PORCENTAJES DE PESO SECO AL IGUAL QUE VALORES DE CRECIMIENTO DE DIFERENTES TAMAÑOS DE S. gairdneri ESTAN BASADOS SOBRE PESO SECO DE ALIMENTO Y DE PEZ. ESTE EXPERIMENTO FUE REALIZADO DEL 11 AL 26 DE AGOSTO DE 1972. (WURTSBAUGH Y DAVIS 1977).

Peso Promedio de grupo (g)	Consumo (%/día)	Peso Seco Total Alimento Consumido (g)	Peso Húmedo Inicial (g)	% de Peso Seco Inicial	Peso Húmedo Final (g)	% de Peso Seco Final	Valor Promedio de crecimiento (%/día)
A							
(5.25)	4.1	5.86	5.33	23.4	5.63	23.4	0.3
	6.4	10.63	5.19	23.4	6.40	24.2	1.6
	9.1	16.10	5.22	23.4	7.07	24.3	2.3
B							
3.36	4.2	4.22	3.39	22.1	3.55	21.5	0.4
	6.9	7.73	3.33	22.1	4.17	22.4	1.6
	10.2	11.90	3.46	22.1	8.04	22.6	2.3
C							
1.10	4.8	1.92	1.05	19.2	1.10	18.8	0.2
	7.9	3.83	1.12	19.2	1.39	20.1	1.7
	10.9	5.85	1.12	19.2	1.61	20.8	2.9
D							
0.58	5.2	1.32	0.58	18.2	0.58	17.9	-0.1
	8.4	2.43	0.58	18.2	0.72	18.7	1.6
	11.6	3.60	0.58	18.2	0.85	19.2	2.9

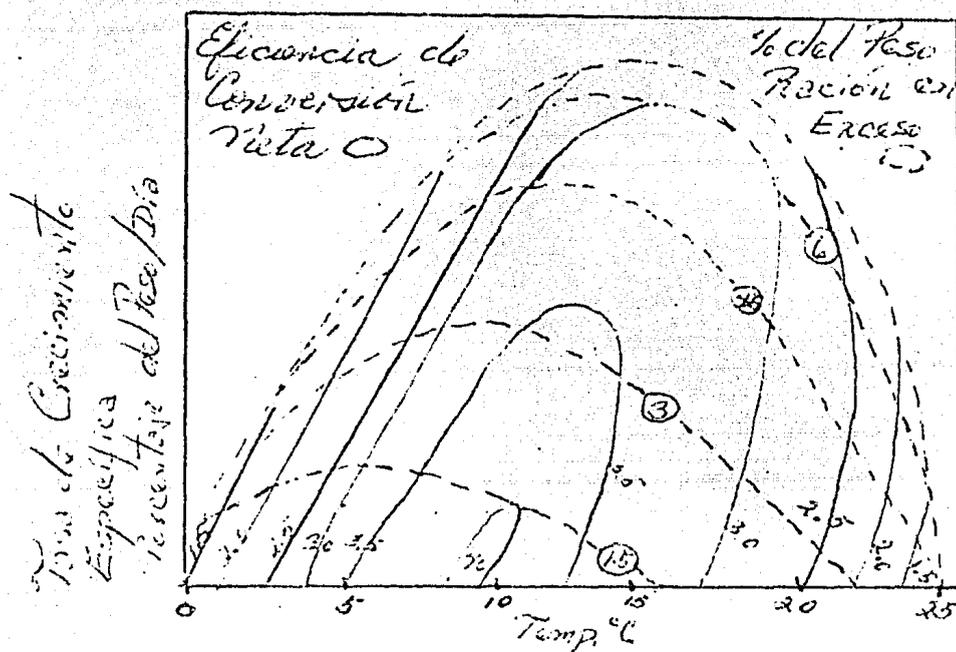
Fig. 40. Relaciones entre consumo de alimento VS crecimiento y VS eficiencia bruta para Salmo gairdneri teniendo diferentes pesos iniciales. Los valores diarios del consumo de alimento y crecimiento son expresados como porcentajes del peso corporal del pez sobre peso seco (Wurtsbaugh y Davis 1977).



Dado que la mitad de la energía alimenticia es regularmente empleada en actividades metabólicas, los valores de la eficiencia bruta de 0.30 o más, son considerados elevados y máximos (Winberg 1956; Paloheimo y Dickie 1966).

Eficiencia neta. Como se puede apreciar de la fórmula ésta difiere de la eficiencia bruta en que al total del alimento consumido se le resta la fracción de mantenimiento, o sea se separa la cantidad de alimento que ocupa el organismo en sus funciones básicas para vivir y se obtiene la eficiencia que solo es empleada para crecimiento, esto es aplicable a organismos que se encuentren en etapas previas a su madurez sexual. Dicha ración de mantenimiento se obtiene con tasa de

Fig. 41. Eficiencia neta de conversión de alimento en relación a la temperatura y ración, (Brett, J.R. 1969).



crecimiento estables, Fig 41 (Brett 1969).

La eficiencia neta, al restar la ración de mantenimiento, siempre será más grande que la eficiencia bruta, la diferencia será menor a tasas máximas de crecimiento con raciones grandes, y, será mayor conforme se acerque uno al nivel de mantenimiento (Brett, J. 1969).

A partir de estas consideraciones y relacionando las curvas de raciones VS tasas de crecimiento, Brett, J. (1969) elabora un juego de isopletas para la eficiencia neta (Fig 41).

De la figura 40 se puede observar que, la forma de dichas isopletas es un patrón opuesto a aquellas de la eficiencia

bruta. La eficiencia neta decrece al incrementarse las tasas de crecimiento.

La labor de varios investigadores en la materia ha llevado a entender, optimizar y evaluar más correctamente la utilización del alimento por parte del organismo, siendo esto un fin primordial en los sistemas de cultivos comerciales, no obstante que es importante en todo tipo de cultivo. Y es precisamente dentro de la evaluación, donde trataremos los siguientes conceptos:

F.C.A Factor de conversión de alimento que es igual a

$$F.C.A. = \frac{CAS \cdot t}{\Delta W_p}$$

donde

CAS cantidad de alimento suministrado (en g) durante un intervalo de tiempo (en días)

ΔW_p incremento en peso poblacional (en g) durante ese intervalo de tiempo) (Lagler, K.F. 1956; Nilosky, G. 1963; Ricker, J. 1971)

t intervalo de tiempo (en días) que transcurre entre el registro del peso inicial poblacional y el peso final poblacional que se registra

F.P. Factor de pérdida de alimento, valioso indicador del alimento desperdiciado y del alimento consumido

$$F.P. = \frac{CAS}{CAC}$$

de donde:

CAS cantidad de alimento suministrado que a su vez está integrado por 2 partes; 1) cantidad de alimento consumido y 2) cantidad de alimento desperdiciado*. (Medina-García, M. 1982)

CAC cantidad de alimento consumido

F.C.A.E_c - Factor de conversión de alimento económico

$$F.C.A.E_c = (a_E/F.P. - b_E/F.P.) (\bar{w})$$

de donde

a_E y b_E constantes de regresión

\bar{w} peso promedio de los organismos (gr)

(Medina-García 1982)

F.P. factor de pérdida del alimento

* Para trabajos más detallados la cantidad de alimento desperdiciado se subdivide en - CAR (cantidad de alimento recuperable) y CAD - (cantidad de alimento diluible)

Indicadores que permiten evaluar a una población:

El F.C.A. permite conocer la eficacia del alimento, en otras palabras; cuanto se tiene que invertir de alimento para obtener un kilo de "carne". Para la trucha arco iris se mencionan F.C.A. de 1.2:1 y hasta 1.1:1. (1.1 kg de alimento se invirtió para obtener 1 kg. de carne), siendo esto logrado por RANGEN INC. en los Estados Unidos, y bajo condiciones óptimas de cultivo.

En México, con este tipo de alimento en Malinalco, Edo. de México el F.C.A. fué de 1.65 kg:1 (las condiciones del cultivo se detallan más adelante) (García-Marín 1979 y 1981).

En "El Pedregal", Edo. de México., el F.C.A. obtenido con alimento de NUTRIMEX, varió a lo largo del año desde 1.66 hasta 2.9:1 por lo que, independientemente de los cambios térmicos y estacionales; la calidad del alimento varía debido a la inconstancia en la calidad de sus materias primas, deducción que posteriormente fué corroborada por el fabricante, (Prieto com. pers., 1982), Tabla 71.

TABLA 71

F.C.A. MAS SIGNIFICATIVOS A LO LARGO DE UN AÑO OBTENIDOS PARA EL PEDREGAL, COMPLEMENTADOS CON SU TASA DE CRECIMIENTO

$$F.C.A. = \frac{CAS}{W (g)} = \frac{134045 \text{ g}}{80769.36 \text{ g}} = 1.66$$

$$T.I.C. = \frac{\ln \text{ del peso final} - \ln \text{ del peso inicial (g)}}{\text{intervalo de tiempo transcurrido (días)}}$$

$$T.I.C. = \frac{\ln 57.75 \text{ g} - \ln 35.73 \text{ g}}{18 \text{ días}} = \frac{4.06 - 3.58}{18} = 0.027$$

$$F.C.A. = \frac{203649 \text{ g}}{104648.04 \text{ g}} = 1.95$$

$$T.I.C. = \frac{\ln 118.64 - \ln 57.75 \text{ g}}{31 \text{ días}} = 0.0223$$

$$F.C.A. = \frac{69604 \text{ g}}{23878.68 \text{ g}} = 2.91$$

$$T.I.C. = \frac{\ln 35.73 - \ln 29.22}{13 \text{ días}} = 0.0162$$

NOTA: Datos de 1980, por lo general se tomaban datos quince nalmente obteniendo de esta manera datos confiables y así se ajustaban las tasas y frecuencias de alimentación

El Factor de Pérdida del Alimento - F.P. (Medina-García 1982).

Dicho factor se emplea de manera integrada con el F.C.A. y permite conocer con exactitud la verdadera cantidad de alimento que produce determinada tasa de crecimiento, y a la vez la cantidad de desperdicio. Este indicador nos permite corregir en cada etapa del ciclo de cultivo el tamaño del gránulo, conocer en que tipo de reservorios es menor el desperdicio de acuerdo a su forma (redonda, rectangular, ovalada, cuadrada, etc) puesto que la forma da el tipo de circulación del agua.

El Factor de Pérdida es siempre mayor de 1, difícilmente igual a 1, y el resultado, que se da en decimales, se multiplica por 100 para obtener un valor porcentual del desperdicio del alimento con respecto al alimento consumido. El incremento del F.P., indica una disminución en la eficiencia alimenticia, (Medina-García 1982). Este mismo autor, menciona que, los fabricantes de alimentos deberían especificar para garantizar su producto; el Factor de Conversión Específica (F.C.A._e), que representa la cantidad de alimento necesario para incrementar un peso unitario. De tal suerte que al piscicultor añada, a dicho factor, su factor de pérdida promedio, existente en su cultivo, y así obtener los rendimientos esperados de dicho alimento.

F.C.A.E._c. El Factor de Conversión Económico del Alimento.

Es el indicador que, al relacionar el precio del alimento, su conversión de alimento y el desperdicio, permite conocer el costo por unidad de incremento y el costo del desperdicio de alimento en un intervalo de tiempo ($F.P._d = CAS/FP$ por el precio del alimento por kg).

De lo anterior, el costo por unidad de desperdicio (C.P.) es:

$$C.P. = FCA_E - FCA_{Ec} \quad (\text{Medina-García 1982})$$

El emplear de manera integrada los factores antes mencionados permite desarrollar una estrategia de alimentación particular para optimizar el rendimiento productivo-económico puesto que si se cuenta con dos o más clases de alimento se puede obtener su efecto sobre los incrementos poblacionales (en peso longitud), sus costos, sus F.C.A., etc. y estos al graficarlos mostrarán en que momento del ciclo de cultivo se debe emplear cada alimento o si es conveniente usar uno sólo.

Otro concepto interesante de manejar es el que se refiere al Porcentaje de alimento suministrado: (Tabla 72).

$$\% \text{ del Al. suministrado} = \frac{FCA \times 3 \times \Delta L \text{ (cm)} \times 100}{L. i. \text{ (cm)}}$$

donde

FCA factor de conversión de alimento

3 cte.

ΔL incremento en longitud en un intervalo de tiempo (en mm)

L_i longitud inicial en cm

NOTA: Si a la ecuación anterior se le suma el producto del no. de días por el incremento diario en longitud, se obtiene la tasa de alimentación diaria.

TABLA 72

EJEMPLO DE LA APLICACION DE LA ECUACION DEL % DE ALIMENTO SU MINISTRADO O TASA DE ALIMENTACION QUE PUEDE SER DIARIA O DE UN INTERVALO DE TIEMPO. DATOS DEL PEDREGAL, 1980

$$\% \text{ de Al. S.} - \frac{2.91 \times 3 \times 0.0823 \times 100}{10.53 \text{ cm}} = 6.8232 \% \text{ del peso del animal se suministró en alimento del 7 al 20 de junio de 1980}$$

Tasa de alimentación

$$\frac{2.91 \times 3 \times 0.0823 \text{ cm} \times 100}{10.53 + (13 \times 0.0823)} = 6.19 \% \text{ del peso del animal que se suministró de alimento diario}$$

Del 20/VI/80 at 8/VII/80

$$\frac{1.66 \times 3 \times 0.0850 \text{ cm} \times 100}{11.60 \text{ cm}} = 3.6491 \% \text{ tasa de alimentación en este intervalo de tiempo (18 días)}$$

$$\frac{1.66 \times 3 \times 0.850 \times 100}{11.60 + (18 \times 0.0850)} = 3.22 \% \text{ tasa de alimentación diaria}$$

Del 8/VII/80 al 19/VII/80

$$\frac{1.42 \times 3 \times 0.1083 \times 100}{13.13 \text{ cm}} = 3.5138 \% \text{ tasa de alimentación promedio durante el intervalo de tiempo (11 días)}$$

Del 8/VII/80 al 19/VII/80

$$\frac{1.42 \times 3 \times 0.1083 \times 100}{13.13 + (11 \times 0.1083)} = 3.22 \% \text{ tasa de alimentación diaria}$$

Piper, R. (1972) menciona otros factores que se complementa con los anteriores:

HC - por sus siglas en inglés

$$\text{Constante de Piscifactoría} = \frac{\text{FCA} \times \Delta L}{\text{No. de meses} \times 10}$$

de donde:

FCA factor de conversión del alimento

ΔL incremento en longitud o tasa de crecimiento en longitud

Se multiplica por 10 para obtener números enteros.

Esta constante es importante puesto que engloba las características particulares de cada piscifactoría, y de acuerdo a dicha constante, se puede obtener de la tabla de alimentación de Buterbaugh y Willioughby (1967) una confiable tasa de alimentación que no se puede obtener con una tabla de alimentación que se base en la temperatura promedio (Piper, R. 1972).

De no poseer las tablas de alimentación se puede dividir la constante de piscifactoría entre la longitud promedio de los organismos en un reservorio, y se obtiene la tasa de alimentación para este tamaño promedio de peces - % del peso del cuerpo a suministrar = $\frac{HC}{L (cm)}$ (Piper, R. 1972),

Finalmente se hace mención a la robustez del organismo que está dada por sus relaciones morfométricas (peso, longitud y altura). Estas son interrelacionadas en un Factor de Condición Múltiple, y entre más grande es este factor o coeficiente, la condición de robustez del pez es mejor.

Fulton en 1902, es el primero en considerar las condiciones

morfométricas para conocer la condición del pez de una manera correcta, puesto que se puede tener peces largos pero flacos, o peces cortos pero gordos, etc., y desarrolló la siguiente ecuación:

$$\text{Factor de Fulton o Factor de Condición} = Q = \frac{W \cdot 100}{L^3}$$

de donde:

Q factor de Fulton

W peso del organismo en g

L longitud total del organismo en cm

3 exponente de la longitud, que se toma al cubo porque la longitud es una relación lineal y el peso una relación volumétrica

Posteriormente, Medina-García (1976) realiza una modificación al considerar a la altura como un componente más de la interrelación morfométrica:

$$KM = \frac{W}{L^b \times A^c} \times 100$$

de donde

KM factor de condición múltiple

L longitud del organismo en cm

A altura del organismo en cm (se toma la parte más alta del pez)

w peso del organismo en g

b y c constantes de regresión

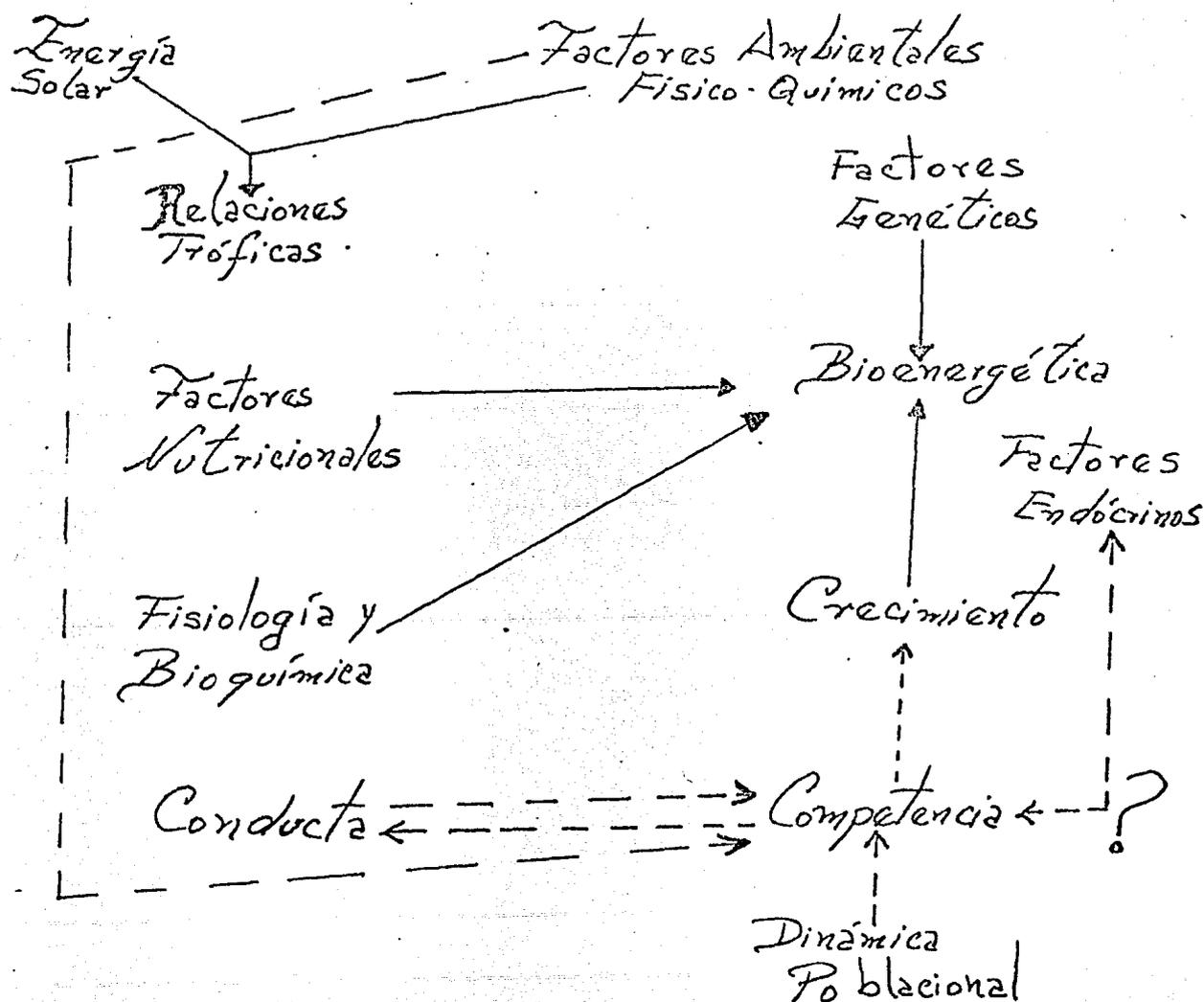
Se multiplica por 100 para obtener números enteros

El KM se puede graficar contra el peso o la longitud para conocer el estado de nuestra población.

Con este factor es posible definir los cambios estacionales de los peces en relación con la edad y sexo además permite encontrar diferencias entre la condición de una misma especie en distintos cuerpos de agua, lo cual puede servir como un auxiliar del índice de productividad de determinado cuerpo de agua (Nikolsky 1963).

Otros factores en el crecimiento. Indudablemente que al crecimiento lo van a influenciar gran cantidad de factores, aparte de los ya mencionados, por ejemplo, que en determinado momento ciertas jerarquías sociales tengan influencia sobre la densidad; otro es los cambios estacionales sobre todo los asociados con la maduración; la producción de hormonas para distintas situaciones; efectos de luz; etc. Y todos ellos alteran de una manera u otra el metabolismo standar y

Fig. 42. Factores relacionados con la maximización del crecimiento. Las flechas continuas indican factores que afectan de una manera inmediata, y las flechas discontinuas indican factores que alteran, limitan o gobiernan al crecimiento, (Whearterley, 1976).



total, así como su conducta alimenticia ya sea incrementando o disminuyendo el consumo de alimento, (Wohlschlay y Juliano 1959; Beamish 1964; Brown 1946; Phillips et.al. 1957).

El concepto de crecimiento no es independiente sino multidisciplinario puesto que involucra variables tales como las que se observan en la Fig 42 (Wheaterley 1976) y cuya interacción dinámica dará distintas tasas de crecimiento.

6.4.12 Enfermedades

La trucha arco iris puede presentar parásitos internos y externos, y cada parásito no siempre presenta síntomas característicos (Roberts C. y R. Shepherd 1974).

Las parasitosis se acentúan en condiciones de cultivo, pero no sólo los parásitos son la fuente de enfermedades y por su origen las podemos clasificar en:

- a) Enfermedades parasitarias
- b) Enfermedades bacterianas
- c) Enfermedades víricas
- d) Enfermedades fúngicas
- e) Enfermedades nutricionales

Por su manera de transmitirse se dividen en:

- 1) Enfermedades hereditarias
- 2) Enfermedades por contacto
- 3) Enfermedades por alimento descompuesto o contaminado

Causas externas de las enfermedades

1. Mal manejo
2. Alta densidad de carga
3. Inadecuada oxigenación
4. Alta temperatura
5. pH inestable
6. Mala limpieza de los reservorios
7. Inadecuada alimentación
8. Depredadores y competidores

Causas internas de las enfermedades

Se deben principalmente a deficiencias orgánicas; en el hígado, páncreas, riñones, etc., motivadas por una deficiente nutrición o por la herencia (Anónimo 1981).

a) Enfermedades parasitarias

En condiciones naturales la trucha presenta un cierto número de parásitos cuyo perjuicio no es significativo, pero en condiciones de cultivo el perjuicio llega a ser muy significativo en la economía del mismo.

Los parásitos incluyen a protozoarios o parásitos unicelulares y metazoarios o parásitos multicelulares, Tabla 73 (Roberts R.C. y C.J. Shepherd 1974).

Protozoarios. La forma y el tamaño varía mucho en estos organismos. Se localizan generalmente sobre la piel y branquias, existiendo no obstante, protozoarios que penetran hasta los órganos internos. La gran mayoría resiste condiciones desfavorables, gracias a que en su ciclo de vida presentan una fase de espora, cuya pared es resistente al calor, y a ciertas sustancias químicas como desinfectantes y medicamentos.

NOTA: A continuación se hace mención de las enfermedades y los agentes que las provocan, para algunas se detalla toda la sintomatología, para otras no, debido esto a que no siempre presentan la misma sintomatología o a la falta de conocimiento a nivel de información de la misma. Lo mismo ocurre con el diagnóstico.

Las enfermedades parasitarias que han sido ampliamente estudiadas, en su mayoría se pueden controlar fácilmente, siempre y cuando se detecten a tiempo.

1. Ceratomyxa. Parásitos mixosporidios, que determinan lesiones en casi cualquier órgano blando, y que se identifican por la forma característica de los esporos, agente causal de la enfermedad del torneo.
2. Costia. Protozoo piriforme, se haya en la superficie de las branquias y en la piel siendo de gran importancia los alevines. Presenta casi el mismo tamaño que las células de la piel de los peces, pero se le reconoce por su movimiento que realiza mediante sus flagelos.
3. Henneguya. Se encuentra en los músculos de la piel de salmones y la trucha marina en libertad - responsable de la enfermedad "carne lechosa".
4. Ichthyophthirius. Parásito natural de la carpa y carassius, se le puede descubrir en salmónidos indicando con esto que han tenido contacto con peces silvestres. Se desarrolla dentro de la piel del pez, cuyo ciclo vital es complejo, ya que lleva implicada la multiplicación en el hospedador y en el agua. Parásito adulto cuando

TABLA 73

RELACION DE LOS PARASITOS, DE SALMONIDOS DE IMPORTANCIA ECONOMICA (ROBERTS R.C. Y C.J. SHEPHERD 1974).

PROTOZOARIOS

- | | | |
|--------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1. Ceratomyxa | 4. Ichthyophthirius | 7. Oodinium y Criptocaryon |
| 2. Costia (= Ichtiobodo) | 5. Myxosoma | 8. Plistophora |
| 3. Henneguya | 6. Hexamita
(Octomitus) | 9. "Complejo" Scyphidia |
| | | 10. "Complejo" Trichodina |

METAZOARIOS

Acantocéfalos

Cestodos

Crustáceos

- | | |
|--------------------|--------------------------------------|
| 1. Diphyllbothrium | 1. Argulus |
| 2. Eubothrium | 2. Lernaea |
| 3. Trianephorus | 3. Lepeophtherius |
| | 4. Salmincola |
| | 5. "Otros" (eg Ergasilus, Achtheres) |

Nematodos

Tremátodos

- | | | | |
|----------------|-----------------|-----------------|-------------------------|
| 1. Anisakis | Trematodos | Trematodos | Otros |
| 2. Cistidicola | Monogéneos | Digéneos | |
| 3. Filaridos | | | |
| 4. Otros | 1. Dactylogyrus | 1. Cotylurus | 1. Lampreas |
| | 2. Diplozoon | 2. Cryptocotyle | 2. Sanguijuelas |
| | 3. Discocotyle | 3. Diplostomum | 3. Gloquidios de almeja |
| | 4. Gyrodactylus | | |

sale del pez llega a medir hasta 1 mm. de diámetro, es veloso y con frecuencia de color castaño, presenta un núcleo en forma de herradura y se mueve muy lentamente agente causal del "punto blanco" o "Ich", provoca graves mortalidades en unos cuantos días, y debe su nombre a que cuando se unen varios parásitos y forman una serie de abultamientos con apariencia de granitos de sal. (Anónimo 1981).

Sintomatología. Cuando los peces son afectados por la enfermedad del punto blanco, estos se comportan muy nerviosos saltando fuera del estanque y frotándose el vientre o los costados en el fondo o contra las paredes de los reservorios. Cuando la enfermedad aumenta, se les puede observar a los lados o a la entrada del estanque casi estáticos. (Anónimo 1981).

Diagnóstico. La enfermedad se identifica al observar pequeñas protuberancias de color blanquesino sobre la piel, las aletas y las branquias. Cuando los parásitos son pocos es difícil localizarlos por lo que si se sospecha debe realizarse un examen de raspados de la piel o del material comprimido de un "punto blanco" y observarlo al microscópio.

Control. Se puede tratar con verde de malaquita aplicando un gramo/10 m² de superficie. Se recomienda también el nitrato de mercurio 0.2 mg/lt. durante 4 días cuando la temperatura es de 10°C, pero cuando es mayor la temperatura la concentración debe ser de 0.3 mg/lt. En el estanque se puede aplicar formol en dosis de 15 ppm en una sola aplicación o sulfato de cobre a 0.5 ppm una vez por semana.

Teniendo en cuenta que muchas de las formas jóvenes del parásito se van al fondo de los reservorios, es necesario secar estos y, en el caso de los reservorios de tierra encalarlos en proporción de una tonelada de cal viva por hectárea. (Anónimo 1980).

5. Myxosoma. Protzoo con un ciclo vital de dos fases, una parásita y otra de vida libre. Pasa más de 6 meses en el fango antes de poder parasitar a la trucha arco iris, cuando ha sido ingerida por ésta, los parásitos "infectivos" abandonan su quiste e invaden la pared del tubo digestivo, y de aquí pasan al cartílago de la cabeza, pudiendo parasitar solo a los peces jóvenes, antes de que sus cartílagos se conviertan en huesos.

Aunque penetren únicamente los cartílagos del cráneo y

de la espina dorsal, si se hayan en gran número estos parásitos, dan lugar a una grave reacción - agente causal de la enfermedad del torneo.

El diagnóstico se obtiene raspando o triturando el cartílago de la parte posterior de la cabeza de los peces probablemente afectados y a través del microscópio se buscarán los quistes característicos de estos parásitos.

6. Examita u Octomitus. Parásito de la vesícula viliar y del intestino, se mueve rápidamente mediante sus largos flagelos.

Diagnóstico. Se obtiene realizando preparaciones microscópicas de extensiones de contenido intestinal o de la vesícula viliar, siendo lo llamativo su rápido movimiento y su forma piriforme.

7. Oodinium Cryptocaryon. Parásitos de los salmónidos en agua salada que se encuentren en acuarios de densidad elevada, vive sobre la piel de los salmónidos.

8. Plistophora. Son los parásitos más pequeños de los salmónidos presentan un complejo ciclo vital, comprendiendo un gran número de esporas que forman un quiste blan-

quesino que se desarrolla en el interior de los músculos o de las branquias (Roberts R.C. y C.J. Shepherd 1974).

Diagnóstico. Al observarse al microscópio con un objetivo de 40 x se verán unos esporos diminutos y brillantes ovales o en forma de coma.

9. Complejo Scyphidia. Aquí se incluye a Scyphidia, Epistylis y Glossatella. Estos solo utilizan la piel de los peces como lugar de sustentación o base y se alimentan de sustancias disueltas en el agua. Son cilíndricos o en forma de botella y el pedúnculo que lo sujeta al hospedador puede sostener a varios individuos.

Diagnóstico. Mediante raspados de piel se observarán en caso de hallarse en grandes cantidades. (Roberts y Shepherd 1974).

10. Complejo Trichodina. Comprende microorganismos tales como Trichodina, Trichodinella, Chilodonella. Los dos primeros presentan forma de salchicha y poseen dientes agudos y raspantes con los que lesionan la superficie de la piel y de las branquias. Chilodonella es un organismo en forma de corazón con numerosísimos cilios cons

tituyendo un grado de problemas sobre la piel y branquias de alevines y peces jóvenes.

Podemos decir que ninguna piscifactoría esta libre de ellos. Existen también algunas especies que parasitan la vejiga urinaria y el intestino. (Anónimo 1981; Roberts, R.C. y C.J. Shepherd 1974).

Diagnóstico. Se identifica en los raspados de piel en su tamaño relativamente grande, movimientos lentos y formas características.

La trichodiniasis se considera una enfermedad causada por la debilidad de los peces o por la sobrepoblación de los estanques.

Sintomatología. Los organismos enfermos presentan una capa delgada de color blanquesino sobre la piel, las aletas y las branquias. Al aumentar la gravedad de la enfermedad hay la presencia de una mucosidad muy grande.

Se observa también falta de apetito y debilidad, moviéndose los organismos al fondo de los reservorios o a la entrada del agua. En el caso de que las branquias estén muy afectadas los organismos comienzan a demostrar sínto

mas de asfixia, boqueando sobre la superficie. (Anónimo 1981).

Control. Se puede aplicar de tres a diez gramos por litro de sal en un solo tratamiento; azul de metileno; dos partes por millón, diariamente hasta que desaparezca la enfermedad o baños cortos de permanganatos de potasio mg/10 lt. de agua durante 10 a 15 minutos.

Metazoarios

Acantocéfalos: Vermes con un número considerable de ganchos espinosos alrededor de la cabeza, que se introducen en la pared del intestino. (Roberts R.C. y C.J. Shepherd 1974).

Las fases larvarias se desarrollan en el interior de los crustáceos (camarón de agua dulce, etc.), o de los insectos.

Los vermes adultos se observan fácilmente a simple vista en el intestino de los peces.

Céstodos. Estos organismos presentan una cabeza (escolex) con antenas o ganchos mediante el cual el que se fija al intestino del hospedador cuando un anillo lleno de huevos alcanza a desprenderse y pasa a las heces fecales quedando en

libertad sus huevos dentro del intestino. Sus ciclos vitales implican más de un hospedador. Los salmónidos pueden ser hospedadores intermedios, en los que el verme se enquistaba en los músculos o tejidos, o pueden ser hospedadores finales que contengan al cestodo adentro. (Roberts R.J. y C. J. Shepherd 1974).

1. Diphilobothrium. Se haya en los salmónidos que migran al mar, en su fase intermedia de plerocercoides, presentándose en el hígado y en los músculos.

Su fase final la presenta este cestodo en aves piscívoras como las gaviotas y garzas.

2. Eubothrium spp. Los vermes están como adultos en el intestino de los salmónidos, siendo el hospedador intermedio un crustáceo (Cyclops spp) y la perca en la que el parásito se desarrolla hasta la fase de plerocercoides cuando ingiere los Cyclops. Las truchas se infectan cuando ingieren percas jóvenes. (Roberts y Shepherd, 1974).

3. Triaenophorus. Este parásito es un problema en aguas que contengan gran cantidad de lucios, ya que este es el hospedador definitivo y libera los huevos solo en

primavera, dichos huevos que eclosionan en coracidios infectivos deben ser ingeridos por un crustáceo antes de dos días, dentro del cual se desarrollan hasta procercoide y cuando el crustáceo es ingerido por la trucha, los parásitos se eclosionan y emigran al hígado dando lugar al clerocercoide (Roberts, R.C. y C.J. Shepherd 1974).

Crustáceos

1. Argulus (piojo de los peces). Es un animal en forma de cangrejo con una cubierta muy dura. Es principalmente un parásito de aguas templadas y tranquilas, aunque puede constituir un problema en los cultivos de trucha en algunas zonas. Puede verse fácilmente a simple vista sobre la piel de la trucha las branquias, o sus aletas. Sus efectos se hacen más notorios cuando atacan a las crías y juveniles.

Sintomatología. Los peces atacados por los piojos nadan bruscamente y se frotan contra el fondo de los estanques.

Cuando la parasitosis se acentúa, los peces nadan lentamente en forma vertical.

Al fijarse sobre la piel de la trucha el parásito produce desgarramientos y pérdida de sangre, con la consecuente infección, por lo que las truchas se debilitan y enflaquean (Anónimo 1981).

Diagnóstico. Los parásitos se observan sobre la piel a simple vista, redondos como Argulus y alargados como Ergasilus ilernea.

Control. El tratamiento puede ser base de sal en los reservorios con proporción de 1% durante tres días.

Otro tratamiento es con permanganato de potasio, 2 mg/lit diariamente hasta que desaparezcan los parásitos.

En otros casos se emplea insecticida como por ejemplo Dipterex en proporción de 0.5 mg/l cada tercer día durante 15 días. Es conveniente alternar este tratamiento con cualquiera de los otros dos antes mencionados. (Roberts, R.C. y C.J. Shepherd 1974; Anónimo 1981).

2. Lernaea (gusanos de ancla). En el caso de este parásito el problema solo lo causa la hembra; que en su forma adulta se le encuentra sujeta al tejido muscular del pez mediante su cabeza en forma de ancla. Los huevos

salen de la hembra parásita y pasan al agua, sufriendo varias fases de maduración. Las hembras jóvenes son fertilizadas durante su fase de libres nadadoras y posteriormente se hacen parásitas, para lo que atraviesan la piel del pez, a menudo en el año, haciéndose fácilmente visibles.

3. Lepeophtherius (Piojo del salmón). Este parásito presenta una forma aplastada y se asemeja a un cangrejo, normalmente solamente se le encuentra en el salmón silvestre pero se le puede observar bajo condiciones de cultivos marinos de salmónidos. Pudiéndose encontrar alrededor del ano o de la cola del pez. (Roberts, R.C. y C.J. Shepherd, 1974).
4. Salmíncola (gusano de las branquias). A este parásito se le puede encontrar sobre la piel del salmón común y sobre la trucha marina. Otras especies de salmíncola se les puede relacionar con lesiones branquiales de los peces. (Roberts, R.C. y C.J. Shepherd 1974).
5. Otros. Dentro de esta clasificación se puede introducir a Ergasilus, Achtheres, para los cuales, las branquias de los peces son generalmente su lugar predilecto.

Nematodos. (Roberts, R.C. y C.J. Shepherd, 1974)

1. Anisakis. Este nemátodo es marino por lo que solo afecta al salmón y probablemente a cultivos marinos de trucha aunque esto último no ha sido reportado. Se le puede hallar sobre la superficie de órganos abdominales.
2. Cystidicola. Pequeños vermes blancos de unos 7 milímetros de longitud y que se encuentra con frecuencia en la vejiga natatoria de los salmónidos. Tiene poca importancia y solo causan efectos perniciosos cuando se encuentran en números excesivos.
3. Filáridos. Parásitos vermes de color rojo que se encuentran en el interior de quistes en los músculos y vísceras de la trucha. Son problemáticos en los lagos pequeños, con gran cantidad de peces y numerosas aves acuáticas.
4. Otros. Se pueden encontrar otros nemátodos en las vísceras de los salmónidos pero no son de gran problemática, (Roberts, R.C. y C.J. Shepherd 1974).

Tremátodos. (Roberts, R.C. y C.J. Shepherd, 1974)

Tremátodos monogéneos

1. Dactylogyrus. Parásito común de las branquias de los salmónidos. Sus ventosas y ganchos le permite destruir los tejidos branquiales llega a tener hasta un milímetro de longitud.
2. Diplozoon. En realidad son dos tremátodos unidos que afectan branquias, pero no suele alcanzar un número considerable para provocar enfermedad posible. (Roberts, y Shepherd 1974).
3. Discocotyle. Tremátodo de las branquias, que puede diferenciarse por sus ventosas y ausencia de ganchos.
4. Gyrodactylus. Tremátodo que afecta a la piel principalmente pudiéndosele observar en los ojos y las branquias. Organismos de llamativos ganchos y sin los puntos negros característicos de otros tremátodos.

Tremátodos digéneos. (Roberts, R.C. y C.J. Shepherd, 1974)

1. Cotylurus. Parásito que afecta durante su estadio intermedio a la región cardiaca de diversos salmónidos.

Se le observan como manchitas blancas.

2. Cryptocotyle. Este parásito solo afecta a la variedad cabeza de acero de S. gairdneri.
3. Diplostomum. Tremátodo ocular, ya que lo encontramos en el interior de los ojos de la trucha arco iris. Triturando los cristalinos de un pez intoxicado y haciendo una preparación en fresco se pueden observar las metacercarias.

Otros. (Roberts, R.C. y C.J. Shepherd, 1974)

1. Lampreas. Este pez primitivo solo causa problemas en los grandes lagos de norteamérica. Presentan una ventosa grande y redonda en la boca la cual les permite sujetarse a la piel del hospedador y posteriormente mastica los tejidos con sus dientes.
2. Sanguijuelas. Gusanos segmentados que poseen ventosas en ambos extremos de su cuerpo tubiforme, pudiéndose desplazar por el cuerpo del hospedador utilizando alternativamente las ventosas. En verano abandonan a su hospedador al reproducirse.

Para alimentarse se sujetan a la piel del hospedador y chupan su sangre, su longitud es de unos 5 cm.

3. Gloquidios de almeja de río. La forma larvaria de la almeja de agua dulce es la que infecta a los salmónidos, ya que la larva es expulsada por la almeja e invade rápidamente las branquias de cualquier pez, posteriormente muerde trozos de branquia mientras penetra en tejidos más profundos, luego se enquistas en forma de manchitas blancas sobre los filamentos branquiales.

b) Enfermedades bacterianas

La facilidad con que pueden afectar ciertas especies bacterianas a la trucha es variable dependiendo también de la salud de la trucha. Por ejemplo; algunas causan perjuicios solo a temperaturas altas en condiciones de sobrepoblación de agua muy blanda o por alguna circunstancia ambiental que debilite al hospedador y otras si pueden producir la muerte del hospedador en todo momento.

Para su observación en identificación pueden realizarse preparaciones en fresco de branquias o mediante placas de agar que sirvan de medio de cultivo y poderlas observar al microscópio pudiéndoseles teñir.

"La ventaja" de estos organismos, si es que así se le puede llamar es que se multiplican en el interior de los tejidos, pero no en el interior de las células por lo que las enfermedades bacterianas son tratables en su mayoría mediante antibióticos. (Tabla 74), (Roberts, R.C. y C.J. Shepherd, 1974).

TABLA 74

BACTERIAS QUE AFECTAN A LA TRUCHA ARCO IRIS, (ROBERTS, R.C. Y C.J. SHEPHERD 1978).

1. <u>Aeromonas y Pseudomonas</u>	5. <u>Mycobacteria y Nocardia</u>
<u>A. Hydrophila</u>	<u>M. Piscium</u>
<u>A. Salmonicida</u>	<u>N. Asteroides</u>
<u>P. Fluorescens</u>	6. <u>Myxobacteria</u>
2. <u>Corynebacteria</u>	<u>Flexibacter columnaris</u>
"Bacteria de la enfermedad renal"	<u>Cytophaga spp.</u>
3. <u>Enterobacteria</u>	"Otros"
"Bacteria de la boca roja"	7. <u>Streptomyces</u>
4. <u>Haemophilus</u>	<u>S. Salmonicida</u>
<u>H. piscium</u>	8. <u>Vibrio</u>
	<u>V. anguillarum</u>

1. Aeromonas y Pseudomonas. La mayoría no producen enfermedad por debajo de los 10°C. Su acción negativa es la alteración del hospedador mediante sus toxinas. (i) A. Hydrophila y P. fluorescens.

Su presencia es promovida por un elevado contenido de materia orgánica, provocan septicemias en los peces debilitados (por desove o a temperaturas altas).

ii) A. salmonicida. Agente causal de la forunculosis, y puede sobrevivir y multiplicarse dentro de los tejidos de la trucha.

2. Corynebacteria. Solo puede multiplicarse en los tejidos, crece en el interior del riñón provocando una lesión crónica "enfermedad bacteriana del riñón".
3. Enterobacterias. Organismos frecuentes en agua dulce con desechos de animales presentes. Un grupo provoca la enfermedad "boca roja" que es característica en la región occidental de los Estados Unidos.
4. Haemophilus. El H. piscium causa la "enfermedad de las úlceras", hasta ahora registrada en Canadá y Noreste de E.E.U.U.
5. Mycobacteria y nocardia. El revestimiento céreo lo protege de las defensas naturales del hospedador y de los desinfectantes. M. piscium produce la tuberculosis y N. asteroides es agente causal similar.

6. Myxobacterias. En general son invasores oportunistas de peces debilitados o que han sufrido algun stress, ya que son habitantes normales en el agua en la superficie corporal de los peces o en el cieno. (i).
- i). Flexibacter columnaris. Agente causal de la enfermedad columnar (ya que se disponen en columnas al colocarse sobre un portaobjetos). Solo se multiplican a temperaturas altas.
- ii). Cytophaga spp. Agentes causales de la enfermedad del agua fría y de la enfermedad del pedúnculo. Los organismos son largos y la región caudal es su lugar predilecto de invasión.
- iii). Otros. Entre ellos podemos mencionar a las mixobacterias (una diversidad), responsables de las agallas lesionadas, otra enfermedad es "podredumbre de las aletas".
7. Streptomyces. S. salmonicida está relacionado más bien con enfermedades del salmón.
8. Vibrio. Agente causal de anémias graves ya que producen toxinas que actúan sobre las células de la sangre circu-

lante de la trucha cabeza de acero (ya que sólo se presenta en agua salada).

- c) Enfermedades víricas. (Roberts, R.C. y C.J. Shepherd, 1974)

Principalmente son 4 virus los que causan mortandades en los mónidos:

1. Necrosis pancreática infecciosa (IPN). Primer virus de los peces que se pudo aislar, y que, es endémico de USA, Japón y Europa.

Los agentes transmisores pueden ser: las gaviotas, los somorgujos (género de aves palmípedas de Europa), y los propios reproductores de la trucha (transmitiéndolo a través del semen, heces o por los huevos).

Las lesiones son a nivel de páncreas e intestino.

2. Necrosis hematopoyética infecciosa (IHN). Virus principalmente localizado en Estados Unidos y Japón.

Se transmite por contacto con peces infectados, por ingestión de cadáveres infectados y transportada sobre la

superficie de los huevos de poblaciones infectadas no afectadas, aunque, la enfermedad generalmente no causa problemas a temperaturas mayores de 15°C.

3. Septicemia hemorrágica vírica o enfermedad de Egtved.

Qué sólo se ha observado en Europa, y ya que el virus no sobrevive en la superficie de los huevos, se facilita su prevención.

- d) Enfermedades de hongos y algas. (Roberts- R.C. y C.J. Shepherd, 1974)

Ichthyophonus. Generalmente afecta a peces marinos pero puede afectar a la trucha arco iris, si ingieren peces infectados con las esporas del hongo, que al brotar es cuando invaden todos los órganos del cuerpo, se le identifica por las hifas insegmentadas y los esporangios.

Saprolegnia. Constituyen una gran diversidad de hongos de agua dulce que se desarrollan principalmente a temperaturas bajas, infectan los huevos de truchas y salmones (primeramente a los muertos y luego diseminan a los vivos), mientras que a los peces con lesiones los invaden y luego se ramifican por el interior de sus órganos.

Scolecobasidium. Hongo que invade tejidos de los salmónidos provocando hinchazones duras sobre la piel o en el riñón. Se distinguen por sus yemas o conidios.

e) Enfermedades nutricionales de la trucha. (Roberts, R. C. y C.J. Shepherd 1974)

Por avitaminosis. Las deficiencias en vitaminas liposolubles (A, D, E, K) presentan los siguientes síntomas: crecimiento deficiente, anemia, ceguera, malformaciones de los huevos y mala coagulación de la sangre. Las deficiencias en vitaminas hidrosolubles (el grupo B); la deficiencia de vitamina B₁ se debe por lo común al empleo de desperdicios de pescados-arenques-que contienen la enzima tiaminasa que destruye la vitamina B₁, los síntomas son: degeneraciones encefálicas, pérdida del equilibrio, convulsiones nerviosas y ceguera; la deficiencia en vitamina B₂-Riboflavina- y cuyos síntomas son- alteraciones oculares (opacidad del cristalino ó cataratas y hemorragias en el interior del ojo), a éstas se agregan una coloración oscura del cuerpo; la deficiencia de ácido panto-ténico, determina una enfermedad de las branquias en los alevines, se distingue de las enfermedades branquiales por las laminillas soldadas, pues éstas llegan a engrosarse de tal forma que se soldan entre sí, las crías afectadas pierden el apetito y boquéan. La deficiencia en Piridoxina tiene síntomas parecidos a los de la deficiencia de vitamina B₁. La de-

deficiencia de niacina produce movimientos musculares incoordinados y branquias hinchadas. La deficiencia de biotina hace la piel de los salmónidos más sensibles a las infecciones parasitarias. La deficiencia de vitamina C provoca reducción del apetito, del crecimiento y hay anemia.

Deficiencia de minerales y elementos vestigiales. La deficiencia en Iodo produce inflamación de la tiroides "bocio", deficiencia que fué corregida por la harina de pescado. Las sales de hierro pueden formar un precipitado sobre las branquias de la trucha o sobre sus huevos, causando asfixia.

Las dificultades respiratorias y branquias pálidas son síntomas de la presencia de cobre y zinc, esto sucede más frecuentemente en "agua blanda".

Enfermedades por las grasas. Si las dietas artificiales poseen niveles elevados de grasa insaturadas, ó alimentos de arenques, crisálidas de gusanos ó despojos de matadero, provocan la degeneración lipoide del hígado. Los animales afectados son débiles y no resisten el manipuleo, pues se encuentran anémicos; al abrir el animal, se puede observar un hígado amarillento y brillante, en los casos más graves hay hemorragias en las vísceras y palidez de las branquias (Roberts, R.C. y C.J. Shepherd 1974).

Otras enfermedades de la nutrición son:

Cuando las dietas son preparadas con cacahuates y semillas de algodón enmohecidas hay intoxicación por aflotoxinas produciendo tumores del hígado, además las semillas de algodón, por la presencia en ellas de un pigmento tóxico produce depósitos de grasa de hígado y riñón junto con inapetencia.

El botulismo. Se produce al ingerir una toxina proveniente de la bacteria Clostridium botulinum, sobre todo cuando hay deficiencia de oxígeno. Esto ocurre cuando se alimenta con residuos de pescado descompuestos. Los síntomas son: rechazo del alimento, manifestaciones nerviosas, se hunden en el fondo y suben a la superficie retorciéndose (Roberts, R.C. y C.J. Shepherd 1974).

6.4.13 Alternativas dentro del cultivo

6.4.13.1 Otros cuerpos de agua potenciales

Cada vez es más difícil encontrar cuerpos de agua propicios para el cultivo de la trucha, debido al deterioro de las aguas de ríos y arroyos, ya sea por desechos industriales, de poblaciones, o zonas campestres que son convertidas en fraccionamientos o en centros turísticos ó por zonas cerca-

nas de cultivo que filtren insecticidas, fertilizantes (sustancias tóxicas que pueden ser acarreadas por los desbordes de los ríos cuando suben sus niveles en temporada de lluvias).

Y esta situación ha motivado que se busque lugares substituidos que cumplan los requisitos para el cultivo. Truticultores y rancharos han encontrado útil algunas aguas de riego y se han construido estanques en lugares estratégicos a lo largo de las presas y canales de riego, obteniéndose una cosecha anual razonable (esto se ha iniciado en los Estados Unidos). En los lugares más propicios se ha sembrado trucha de 227 g a 340.5 g. a principios de primavera y se han cosechado a fines de otoño truchas de hasta 1362 g., (Grasse, 1979).

Otro cuerpo de agua potencial, aunque más bien restringido a los países de altas altitudes (Estados Unidos, Canada, etc.) lo constituyen los embalses o represas que construyen los castores, pues estos lugares nunca se congelan, claro que los embalses varían de profundidad, tamaño, calidad del agua, y permanencia (algunos duran sólo unos meses y otros duran hasta más de 10 años), y fuentes de alimentación.

Una desventaja de estas represas es la que algunas veces bloquean las vías de migración de salmónidos.

Este tipo de estanques han sido probados principalmente en Wyoming, Colorado, Idaho, Montana y Utah, (Grasse, 1979).

Las alternativas antes mencionadas se refieren a acuacultura extensiva, para pesca deportiva y de autoconsumo.

6.4.13.2 Cultivos monosexados

En la búsqueda de optimizar los procesos de producción dentro de los sistemas de cultivo destinados a la venta de truchas para consumo, se ha llegado a la conclusión de que el único momento en que el truticultor necesita a una trucha macho es en el momento de la fecundación artificial.

La eliminación de la trucha macho se dice que es importante por:

- a) Su tasa de crecimiento y factor de conversión de alimento son pobres en comparación con los de la hembra.
- b) Su apariencia es poco deseable y la calidad de su carne es inferior a la de la hembra.
- c) En el caso de las variedades migratorias, la tasa de sobrevivencia en el mar es menor que la de la hembra.

Ambos sexos, como se sabe, crecen lentamente durante la época de freza ó desove, pues gran parte de su energía la emplean en madurar, pero esta baja tasa de crecimiento se acentúa en el macho y usualmente ocurre antes en éste que en la hembra, y algunos machos maduran al año ó año y medio de edad, mientras que las hembras no maduran hasta los dos años.

En sus características físicas; el macho es menos ancho que la hembra, su color es más obscuro, su hocico se empieza a tornar en forma de hocico de perico, su vientre es amarillento a diferencia del color blanquecino del de la hembra. A una misma edad la hembra pesa más.

Su carne es incípida, demasiado suave y acuosa. Esto se nota más en los países como Estados Unidos, Canada, Gran Bretaña, Noruega, lugares donde la trucha tarda más en alcanzar su tamaño comercial y muchas veces casi coincide al alcanzar esta talla con la madurez sexual, y es cuando se notan más las características desventajosas de la carne del macho.

La baja tasa de crecimiento del macho se mantiene aún después de que la temporada de freza ha pasado, (Fig 43).

Investigadores británicos han intensificado sus trabajos para la eliminación de las características sexuales y han pro-

puesto algunas soluciones: (Bye V. y R. Lincoln, 1979).

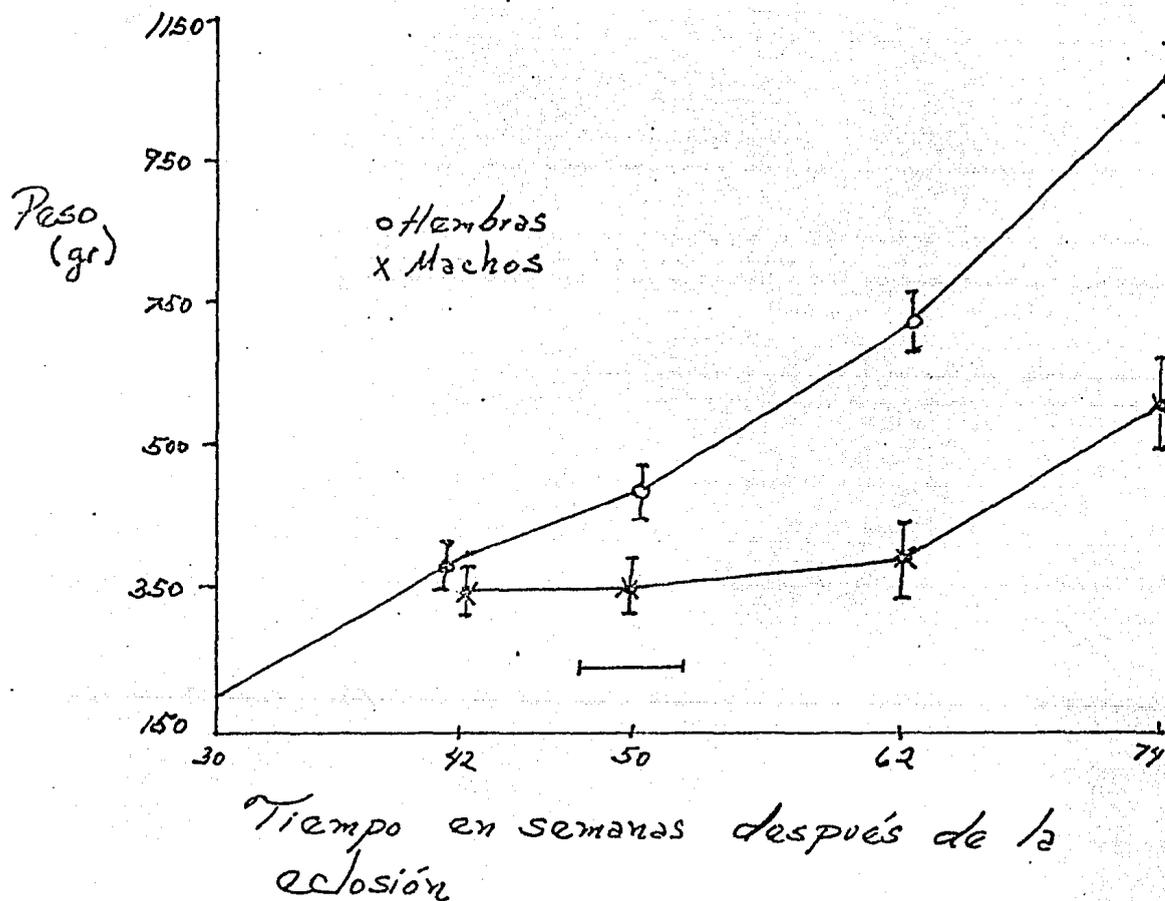
- a) Producción de peces estériles
- b) Producción únicamente de hembras
- c) Retardo radical en la madurez
- d) Eliminación de machos desde el estado de huevo

Las últimas dos opciones son imprácticas y costosas, por lo que sólo se pueden llevar a cabo a nivel de experimento, pero las dos primeras pueden realizarse a costos relativamente bajos.

La esterilidad puede realizarse por castración quirúrgica, provocar un rechazo inmune de las gónadas masculinas; por manipulación genética; o mediante la administración de una gran concentración de esteroides sexuales.

Mediante la ingeniería genética se puede modificar la constitución cromosómica de la trucha. Un método lo constituye la Triploidía inducida, esto es, alterar el número de cromosomas sobre y por debajo del normal número diploide; que es formado al momento de la fecundación, cuando el óvulo conteniendo la mitad del número de cromosomas recibe al espermatozoide que contiene la otra mitad cromosómica.

Fig. 43. Crecimiento de la trucha en el período de engorda. Notar el lento crecimiento de los machos, (Bye y Lincoln, 1979).



El método consiste en tratar al óvulo por medio de shock térmico que dobla instantáneamente el número haploíde cromosómico normal. Estos al combinarse con el juego paterno, después del shock térmico, producirán al huevo triploíde, que es idéntico al normal, y el pez se desarrolla normalmente, excepto por su capacidad de reproducción, el pez triploíde es estéril.

Un segundo método, llamado ginogénesis, es similar al anterior, con la excepción de que en este la serie cromosómica del macho se elimina por completo mediante radiación con rayos gamma de cobalto 60, estos no dañan a los espermatozoides en su función de fertilizar al óvulo.

Posteriormente el óvulo se somete a un shock térmico para que los cromosomas se dupliquen y originar un organismo diploíde pero cuyos cromosomas son enteramente femeninos. Este se puede decir que es un método equivalente a la autofecundación, pues no hay herencia paterna.

Por otro lado, experimentos preeliminares indican que si a las crías de trucha se les proporciona una dieta que contenga grandes concentraciones del esteroide sexual masculino-metil testosterona-durante el primer mes de alimentación artificial, todo desarrollo gonádico se suprime y si el empleo

de este esteroide continúa, se evita la baja tasa de crecimiento y las características sexuales secundarias en cuanto al fenotipo del macho no se expresan. Si se trabaja con bajas dosis del esteroide, el desarrollo sexual se retarda significativamente. La probable desventaja de este método dentro de los cultivos comerciales; es la de que por algún motivo los compradores se enteren del tratamiento a los peces, y por cuestiones de falta de información, prejuicios o por informaciones malintencionadas de los competidores suspendan las compras.

Otro esteroide sexual es el 17 B -oestradiol (esteroide femenino), y se suministra en la misma forma y tiempo que el anterior e induce a una población femenina. Este método tropieza con la misma desventaja que el anterior.

El método más atractivo es el de tratar a las hembras con hormonas para masculinizarlas y que sirvan en la fecundación artificial como sustitutas del macho, y de este modo obtener solo hembras considerando que solo el macho genuino es capaz de producir descendencia.

La hormona que más se ha utilizado para la total feminización en una población es la 17 B - estradiol, en una proporción de 20 mg por kilogramo de alimento durante un período

de 30 a 60 días (Simpson et.al.1979).

En Escocia se ha logrado avanzar de resultados meramente de laboratorio a resultados a escala comercial y se han determinado pocos efectos colaterales para la feminización inducida; se registra una ligera baja en la tasa de crecimiento durante el tratamiento, seguida de un incremento en dicha tasa y a los 6 meses no existe diferencia entre los grupos no tratados y los tratados.

En cuanto a diferencias físicas, de los órganos internos o del fenotipo, los investigadores no encuentran diferencias entre los animales tratados y los no tratados.

La rápida descomposición de la hormona por parte del pez, no permite la posibilidad de su retención, por lo que el sabor de la carne no varía, ni existe problema en consumir estos animales tratados.

Si el tratamiento se realiza con duración de menos de 2 meses, hay la presencia de organismos hermafroditas (12%), machos (21%) y hembras (67%).

La hibridización intra e inter-específica, es otra opción que se está probando con el fin de mejorar las característi-

cas de los organismos en los cultivos, (Chevassus, 1979).

Hibridización intraespecífica. Salmo clarki, S. gairdneri y S. aguabonita son considerados interfértiles (Schreck y Behnke, 1971). Sus híbridos presentan tasa de crecimiento y de sobrevivencia satisfactorias, al realizar variación intergenérica (S. gairdneri y Salvelinus fontinalis), las pocas crías obtenidas no son viables.

Se ha reportado hibridización natural entre S. gairdneri y S. clarki (Behnke, 1968)

Las ventajas que pueden presentar los híbridos son: una mayor resistencia a las enfermedades, una mejor tasa de crecimiento, un mayor rango de tolerancia a parámetros fisicoquímicos, que posea una maduración retrasada, etc. (Chevassus, 1979).

Se han elaborado trabajos inter-raciales, con los mismos fines anteriores, y el ejemplo lo constituyen, para la trucha arco iris, las razas: Coleman Kamloops-Shasta y Whitney, de las cuales la Coleman Kamloops presenta una mejor tasa de sobrevivencia, un menor costo/libra, aprovecha mejor su espacio y no se deja pescar tan fácilmente por el pescador deportivo, (Rawstron, R. 1973 - en diferentes embalses del estado

de California).

El incremento de la pesca deportiva de salmónidos ha sido otro factor que ha motivado este tipo de trabajos, pues para 1968 en California se estimaron 36,000 horas/pescador y en 1971 se calcularon en 76,000 horas/pescador. (Rawstron, R. 1979).

6.4.13.3 Policultivo

Otra estrategia de cultivo para la trucha es el policultivo, en donde la trucha puede integrarse en cuerpo de agua con Lucio del Norte - Esox lucius y con Micropterus salmoides ó Lobina negra. En México no se ha realizado ningún trabajo con estas especies, pero en países como Checoslovaquia y Polonia estos policultivos son característicos, y colocan a 1200 ó 1500 organismos por ha. También se introduce carpa herbívora (Ctenopharyngodon idella), carpa plateada (Hypophthalmichthys molitrix) de 2 y 1 año de edad respectivamente con trucha arco iris de 2 años - esto lo realizaron biólogos rusos en 1964. Otras especies susceptibles de ser cultivadas junto con la trucha son: el escacarro (Rutilus rutilus) y el orfe (Leuciscus idus). De esta manera la trucha contribuye con 30.8 ó 36.5 kg/ha o 4.7% a 6.3% del total de la producción, (Bardach, J. et. al. 1972).

Aquí en México no se ha practicado el policultivo y sólo se ha trabajado con monocultivos.

6.4.13.4 Cultivo en agua salobre y marina

Estos tipos de cultivos son recomendables principalmente para los países donde el invierno es demasiado frío y de un período prolongado, también para zonas áridas, y que posean buenas costas con aguas templadas no extremas (más de 25°C). Ejemplos de países con estas características son: Noruega, Suecia, Dinamarca, Alemania, Perú y Bolivia; estos dos últimos países trabajan en el lago Titicaca. En los países nórdicos los cultivos en agua dulce desarrollan una trucha comercial en 2.5 años, por las condiciones climatológicas imperantes, sólo 5 meses al año son propicios para mantener una buena tasa de crecimiento (de mediados de mayo a mediados de octubre). Esto baja considerablemente la calidad de la carne, ya que a mayor edad-menor calidad.

Para los países nórdicos son alentadores los cultivos marinos pues reciben la Corriente del Golfo que llega con una temperatura que permite mantener una tasa constante de crecimiento, aparte de que el agua salobre y de mar son de cierta manera un medio ascéptico para la trucha, concretamente para enfermedades de origen fúngico, otra ventaja es la mayor es-

tabilidad del pH y temperatura, el agua marina parece tener un efecto buffer, el agua marina tiene un menor punto de congelación que el agua dulce -2.2°C vs 0°C - y en invierno las temperaturas son relativamente altas. El costo de instalación es menor que en agua dulce, (considerando cultivos semi-intensivos).

La desventaja, es la de que el agua de mar, a una misma altura, posee un 25% menos de oxígeno disuelto que el agua dulce, esto trae consigo una menor densidad por m^3 , (Huet, M. 1978; Stevenson, J. 1980).

Aclimatación. En relación a la aclimatación de la trucha arco iris hay ciertas diferencias de opiniones. Por un lado se dice que deben mantenerse en agua dulce a las crías desde su nacimiento hasta que alcanzan un peso de 35-40 gr, a partir de este momento se inicia la fase de aclimatación propiamente dicha; los organismos son sometidos a cambios graduales de salinidad y temperatura durante un mes hasta alcanzar los niveles deseados para el cultivo marino, en cambio para aguas salobres la aclimatación se ha realizado en períodos de 9 días para peces de 60 gr y una salinidad de 30%, (Murai, T. y J.W. Andrews 1972).

El agua salobre a 13.5°C propicia un mejor porcentaje de so-

brevivencia que el agua dulce a 21.3°C (98% vs 87%), aunque alcanzan un menor peso promedio en un mismo lapso de tiempo 256 gr trucha cultivada en agua dulce vs 217 gr trucha cultivada en agua salobre, durante 16 semanas (organismos de 60 gr, de este mismo experimento Murai, T. y J.W. Andrews (1972) reportan que la temperatura tiene un mayor efecto sobre el crecimiento, sobrevivencia y F.C.A., que el efecto que tiene la salinidad sobre estos factores; al mismo tiempo, al mantener la misma cantidad de oxígeno disuelto para los dos tipos de agua, se demuestra que la densidad por reservorio y no la deficiencia del oxígeno, es lo que cuenta más para el desarrollo de los organismos.

Para el agua marina, Stevenson, J. (1980) aconseja para los cambios graduales de salinidad, que el tiempo que deben mantenerse los organismos en cada cambio de salinidad (de 0 a 34 ‰) es de 48 hrs.

Durante el período de aclimatación el pez llega a los 60 u 80 gr de peso; algunos truticultores noruegos toman en cuenta la longitud para pasar a las truchas a los cultivos marinos - de 15 a 20 cm y otros los pasan hasta los 200 gr (en mayo) y en octubre obtienen ejemplares de 1 kg., el objetivo de estos últimos cultivos es producir un pez de 750 gr a 1500 gr con carne asalmonada que pueda comercializarse como trucha de

mar (reo), ó que pueda lanzarse al mercado como equivalente al salmón, (Huet, M. 1978).

Selección del sitio. Este punto es tan importante como cuando se busca para el cultivo dulceacuícola, se prefieren los sitios, que por su localización se encuentren bien protegidos de las olas, la marea, debe existir un movimiento adecuado del agua que permita una buena oxigenación, donde la renovación del agua esté asegurada por las mareas. No se debe de construir el cultivo marino cerca de la desembocadura de los ríos, por los posibles acarrees de desechos industriales ó cualquier otro tipo de contaminantes (como pueden ser los fertilizantes químicos de cultivos). Un lugar potencial de cultivo lo constituye un sitio cercano donde descargan las aguas calentadas de una estación de energía nuclear, se evitará la cercanía con centros turísticos que contaminen las aguas.

El tipo de fondo es otro punto a considerarse; en fondo rocoso se localizan aguas cristalinas por lo general, pero al mismo tiempo hay problemas de fijación para las cajas (que en el siguiente inciso serán descritas) por la irregularidad del terreno; un fondo arenoso se altera fácilmente por remolinos, corriente internas, que al levantar el material en suspensión puede dañar las branquias de las truchas. Una

vez seleccionado el lugar se aconseja realizar un experimento mínimo de un mes para registrar el comportamiento de la población experimental ante el medio ambiente y sus variaciones.

Instalaciones y reservorios. Los primeros en intentar los cultivos marinos fueron los noruegos, aprovechando que algunas granjas estaban contiguas ó cercanas al mar y utilizaban los estanques de tierra ó de hormigón, y en estos se bombeaba el agua marina, donde se llegaba a obtener hasta 30 kg de trucha por m^2 , con una profundidad de 3 m y un flujo de agua de 0.5 lt/seg por kg de pez, (Stevenson, J. 1980).

Posteriormente, y en busca de abaratar los costos, se recurrió al cercamiento mediante rejillas en zonas poco profundas o bahías marinas con superficie de 1 ó varias hectáreas.

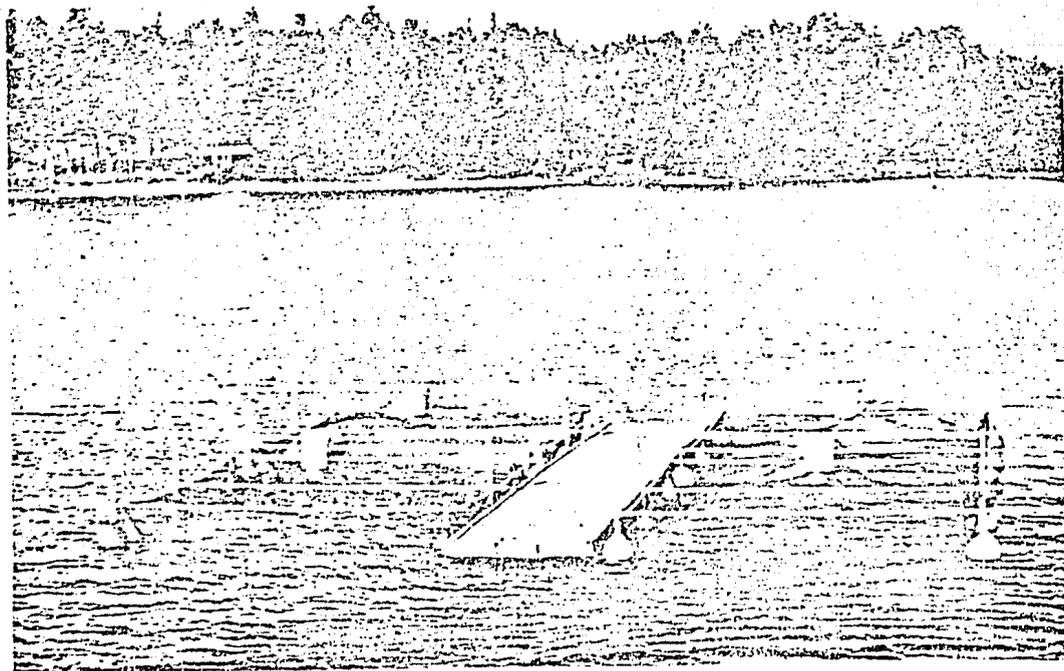
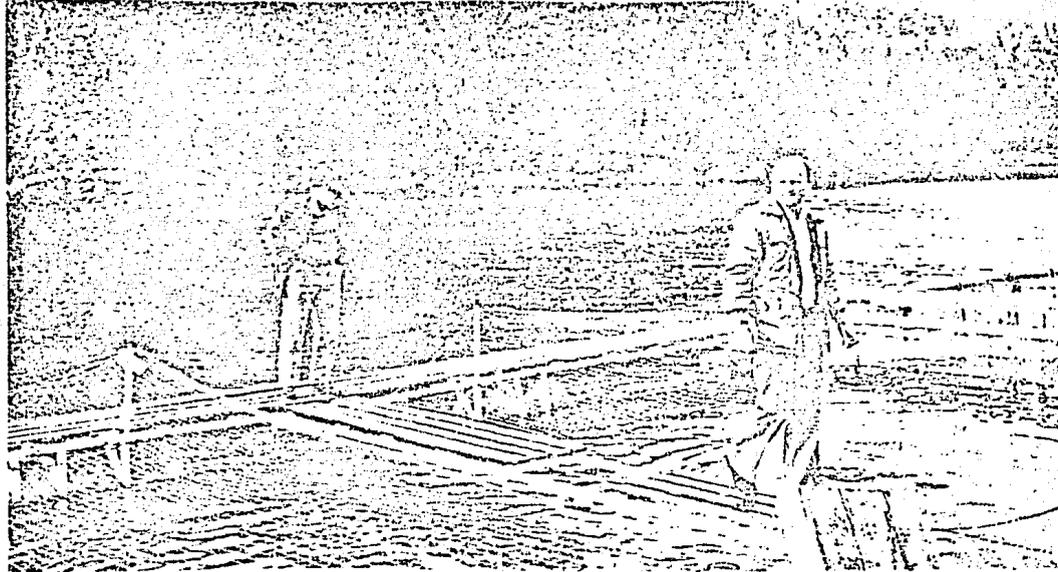
El tercer tipo y más usual son las cajas flotantes elaboradas con madera, aluminio, fibra de vidrio, ó acrílico y las redes elaboradas de nylon y otros materiales sintéticos. Estas cajas también son empleadas en lagos de agua dulce, ó en presas, los volúmenes de estas cajas para cultivo intensivo van de 20 a 73 m^3 y con una capacidad de producción de 25 a 30 kg/m^3 , (Stevenson, J. 1980). Para hacer las cajas flotantes se les agregan boyas, collares ó esferas de poliuretano

con las redes suspendidas sobre las estructuras rígidas que dan forma a las cajas. Según sea la exposición de las cajas a los embates del mar, serán los materiales a emplearse para éstas y su anclaje. Cada caja es asegurada en sus esquinas y a todo lo largo de su perímetro, se recomienda la fibra de vidrio reforzada con un material plástico por resistir mejor el efecto corrosivo del agua de mar que los otros materiales como fierro galvanizado, aluminio, etc., además de que requieren menos mantenimiento. Fig 44 (Huet, M. 1978; Stevenson, J. 1980).

Las cajas pueden colocarse cercanas a un muelle ó embarcadero con un acceso directo a ellas o si estan alejadas se comunican por medio de lanchas o botes. Las cajas son ancladas y pueden ser bloques de concreto de forma cúbica ó en forma de cruz, esta última es la mejor pues presenta un punto de fijación mejor, estos bloques son unidos a las cajas por cadenas de metal ó de materiales más ligeros pero igualmente resistentes.

De las redes lo que se puede decir es que su luz ó abertura de malla debe irse adecuando al tamaño del pez para evitar que se enrede material en las redes que impida la correcta circulación del agua aunque las redes son tratadas con sustancias químicas que reducen su corrosión por la salinidad,

Fig. 44. Cultivos Marinos



las redes deben de cambiarse cada 2 ó 3 años.

Tamaño de las cajas. El tamaño depende del sitio donde se instalen, de las facilidades de manejo y de las condiciones económicas.

El volumen neto del cultivo va de 260 a 500 m³ en promedio, no siendo convenientes volúmenes netos mayores de 1000 m³ por los problemas de manejo que acarrearán.

Capacidad de carga. Las densidades a continuación se refieren a los peces más grandes del cultivo:

En condiciones óptimas - 40 kg/m³

En condiciones buenas - 30 kg/m³

En condiciones medias - 10 a 15 kg/m³

Para los peces menores las capacidades de carga son bajas por el mayor consumo de oxígeno de estos, (Huet, M. 1978; Stevenson, J. 1980).

Alimentación. El alimento de engorda para este cultivo es el pescado fresco: arenques, gadidos, desperdicios de pescado, pudiéndose añadir desperdicio de camarón y otros crustáceos, durante los últimos 3 meses de la engorda para mejo-

rar el sabor y el color de la carne.

En Europa existen dietas artificiales de pellets ó gránulos para el cultivo de trucha en agua marina ó salobre y a veces se aprovechan las dietas del salmón, en otros casos a las dietas normales para trucha en agua dulce se incorpora de un 5 a un 10% de sal a los animales que están en período de aclimatación ó se humedecen los granulados en agua salada antes de darse a la trucha, esto último es con el fin de ayudar a la osmorregulación para evitar el shock osmótico debido a que en el agua dulce el organismo expulsa el agua y conserva las sales mientras que en el agua marina ó salobre el organismos expulsa las sales y trata de retener agua. Sin embargo, añadir agua salada al granulado puede reducir el contenido de vitamina C y provocar deformidades principalmente en la espina dorsal. Se pueden emplear dietas que ya traigan implícito un incremento en el contenido de agua para los organismos recién llegados al cultivo marino, (Stevenson, J. 1980).

En algunos cultivos se emplean los alimentadores automáticos pero por lo general esto es un poco antieconómico pues aquí el alimento se dispersa más rápidamente por lo que se aconseja la alimentación manual, que distribuye mejor el alimento y además permite observar el comportamiento de la población

y el estado general de las cajas, de que no halla redes rotas, animales enredados en ellas, etc. (Huet, M. 1978, Stevenson, J. 1980).

Protección. Debe de existir una vigilancia constante sobre las cajas pues las mareas, las corrientes internas acarrean; troncos, ramas, fierros, etc. y estos pueden romper las redes de las cajas y producir pérdidas por fugas o porque se metan otros peces que se coman a las truchas. Se pueden instalar cercados secundarios alrededor del cultivo, ó dispositivos de alarma ya sean visuales ó de sonido que indiquen cuando haya algún desperfecto en las cajas o cuando alguien trate de robar. El dispositivo de una manera general, consiste en un alambre que es arrollado a todo el derredor de las cajas, se fija sobre unos ganchos en la parte superior de las barras de soporte, el alambre es conectado a una bateria de níquel ó cadmio protegida por una caja de fibra de vidrio y que se coloca en los andadores ó pasillos que muchas veces se hacen entre caja y caja, el dispositivo es activado al romperse la red, (Stevenson, J. 1980).

Como un ejemplo de este tipo de cultivo en Latinoamérica se cita el del lago Titicaca llevado a cabo por Bolivia y Perú donde se han llegado a obtener trucha de 260 gr en 6 meses a partir de crías de 4 meses de edad cuya alimentación tenía

un alto contenido protéico (50%) suministrándose en forma de pastillas, (Ministerio de Pesquería de Perú, Anónimo 1980).

6.4.14 Producción

6.4.14.1 Control y aumento

El fin principal de un cultivo comercial es, obtener la máxima producción en el menor tiempo posible, sin embargo Huet, M. (1978) destaca 3 aspectos de "producción".

- 1) Producción cuantitativa - máxima producción en cantidad, y se refiere a peces de consumo y de repoblación.
- 2) Producción cualitativa - máxima producción de peces de un mismo tamaño, aquí la producción no es máxima en cantidad, pero los peces poseen un más alto valor comercial que en el caso anterior, Bard (1962), calcula puede ser un 33% menor que la producción cuantitativa, pues aquí se busca más la uniformidad de talla.
- 3) Producción económica - se limita a los peces de consumo de alto valor comercial, peces de ornato, ó sementales, aquí se busca la máxima calidad por organismo no la cantidad.

En cuanto a las características estructurales y funcionales

de los cultivos, los objetivos son los siguientes:

El cultivo extensivo. Que utiliza cuerpos de agua naturales (lagunas, lagos, presas, ríos) con fines de repoblación y que está basado en la alimentación natural, pretende obtener una producción "natural" o sea sin introducir algún tipo de gasto aparte del de sembrar la especie y al cabo de cierto tiempo cosecharla ó dejarla para pesca deportiva pero sólo aprovechando la productividad natural de los cuerpos de agua.

El cultivo semi-intensivo. Aquí se pueden aprovechar los cuerpos de agua naturales ó hacer estanques de tierra, pero se basa parte en alimentación natural y parte de alimentación artificial, aquí ya se realizan gastos extras.

El cultivo intensivo. Se basa únicamente en alimentación artificial en este cultivo se tiene control en todas las fases del cultivo.

El cultivo intensivo concentrado. Es una modalidad que puede quedar implícita en el cultivo intensivo ó se puede separar, posee las mismas características que el cultivo intensivo sólo que aquí se habla de estanquería controlada (de concreto y fibra de vidrio) para todas las fases; desde cría hasta reproductores, se trabaja con las máximas capacidades

de carga y el agua se aprovecha al máximo.

Estrategia para incrementar la producción

1. Biológicas. Dadas las condiciones de nuestro cultivo y su localización, seleccionar la especie y si se puede raza ó variedad con la que se obtenga mejores resultados de crecimiento, calidad de carne, sobrevivencia, etc.
 - a) Registrar y tratar de controlar la temperatura y el oxígeno dentro de los rangos adecuados dentro de los reservorios.
 - b) Controlar la densidad de población en los reservorios y conforme las truchas crezcan transferirlas a sus reservorios correspondientes para promover su crecimiento y evitar la presencia de enfermedades.
 - c) Renovar y mejorar el pie de cría para aumentar el porcentaje de fertilidad y aumentar el número de hembras (por hibridaciones inter-específicas, inter-raciales, tratamientos hormonales).

2. No Biológicas

- a) Selección del tipo de alimento en cuanto a calidad, y diversificación en tamaño (del granulado)
- b) Mantenimiento y mejora constante de los reservorios y demás instalaciones - construirlos de tal manera que vayan de acuerdo a su localización geográfica (en una llanura, en montaña, etc.) y en donde se aproveche al máximo el espacio y el agua disponible y el manejo sea lo más práctico posible.

Si los reservorios son rústicos, de tierra, debe de realizarse una constante limpieza de la vegetación acuática, los fondos deben de uniformizarse para que cuando se atrapan las truchas las redes no se atoren o se rompan. En este tipo de estanques se debe de realizar un vaciado completo cada 6 meses y desinfectarlos con la acción solar y si se desea desinfectar y abonar el terreno se esparce cal en todo el fondo, y así se acelera e intensifica la producción de alimento natural.

- c) Control sanitario estricto. Esto se refiere tanto a los organismos que llegan como a los organismos que salen; en caso de importarse huevo debe exigir-

se al vendedor constancias de control sanitario que garanticen que el huevo no introduzca enfermedades al cultivo, esto mismo debe vigilarse para crías, o reproductores que se introduzcan.

El realizar un control estricto sanitario en el cultivo garantiza que la aceptación del producto para consumo no tenga ningún problema con las autoridades sanitarias correspondientes.

Al iniciar diariamente el personal sus actividades en el cultivo, deben de realizar un aseo completa y de ser posible cambiarse ropa y calzado, después de tratar con peces enfermos desinfectarse muy bien antes de trabajar con peces sanos; los visitantes ocasionales al cultivo no deben de introducir sus manos a los reservorios, desinfectar su calzado y durante la época de reproducción, de ser posible, deben prohibirse las visitas.

Los estanques de tratamiento o cuarentena deben estar alejados del resto de las instalaciones.

Las instalaciones deben estar protegidas para evitar las pérdidas por robos y que estas mismas personas sin saberlo introduzcan enfermedades, deben estar también iluminadas duran

te la noche y emplear veladores, pues en un momento dado puede presentarse algún desperfecto sobre todo en el abasto de agua y provocar graves pérdidas si no hay vigilancia continua.

6.4.14.2 Productividad natural de los estanques. (Huet, M. 1978)

Este punto es muy importante para los cultivos de repoblación y semi-intensivos, pues así conocerán su capacidad de producción.

La productividad natural puede calcularse de dos formas:

- a) Métodos científicos. Que se basan en estudios anuales o estacionales de los cuerpos de aguas, la variación y cantidad de; sus componentes como: sales minerales, pH, temperatura y demás características fisico-químicas; de su flora y fauna acuática; del ritmo e intensidad de la producción; estudios de las poblaciones endémicas, en caso de presentarse, en cuanto a su longevidad promedio, los estadios presentes, su tasa de crecimiento, etc., toda esta información dará como resultado un conocimiento de la acción de los mecanismos y su interacción que determinarán una cierta productividad natural.

Determinar la productividad natural para un cultivo de truchas es un poco difícil porque la mayoría de los trabajos abarcan sólo hasta productividad primaria o vegetal y determinar la productividad secundaria y la piscícola es mucho más compleja y no es exacta. (Tabla 75).

- b) Métodos empíricos. Son los más empleados y como ejemplo se citan las fórmulas de Léger-Huet; (1978)

Para aguas corrientes

Para estanques artificiales

$$K = B \times L \times K$$

$$K = Na/10 \times B \times k$$

de donde:

K productividad kilométrica anual (en kg)

B coeficiente de capacidad biogénica*

L anchura media del curso de agua

k coeficiente de productividad

Na/10 producto de la superficie del estanque (en áreas/10, en donde 1 área = 100 m² y 100 áreas = 1 hectárea)

* La Capacidad Biogénica, es el valor nutritivo de un cuerpo de agua desde el punto de vista de los requerimientos nutricionales de la especie a cultivar (Léger, 1935), y se designa como B, expresándose en cifras, según su capacidad, la denominación va de I a X y la capacidad biogénica va en aumento conforme aumenta el número, (Tabla 76).

TABLA 75

CICLO DE PRODUCCION PISCICOLA, (HUET, M. 1978)

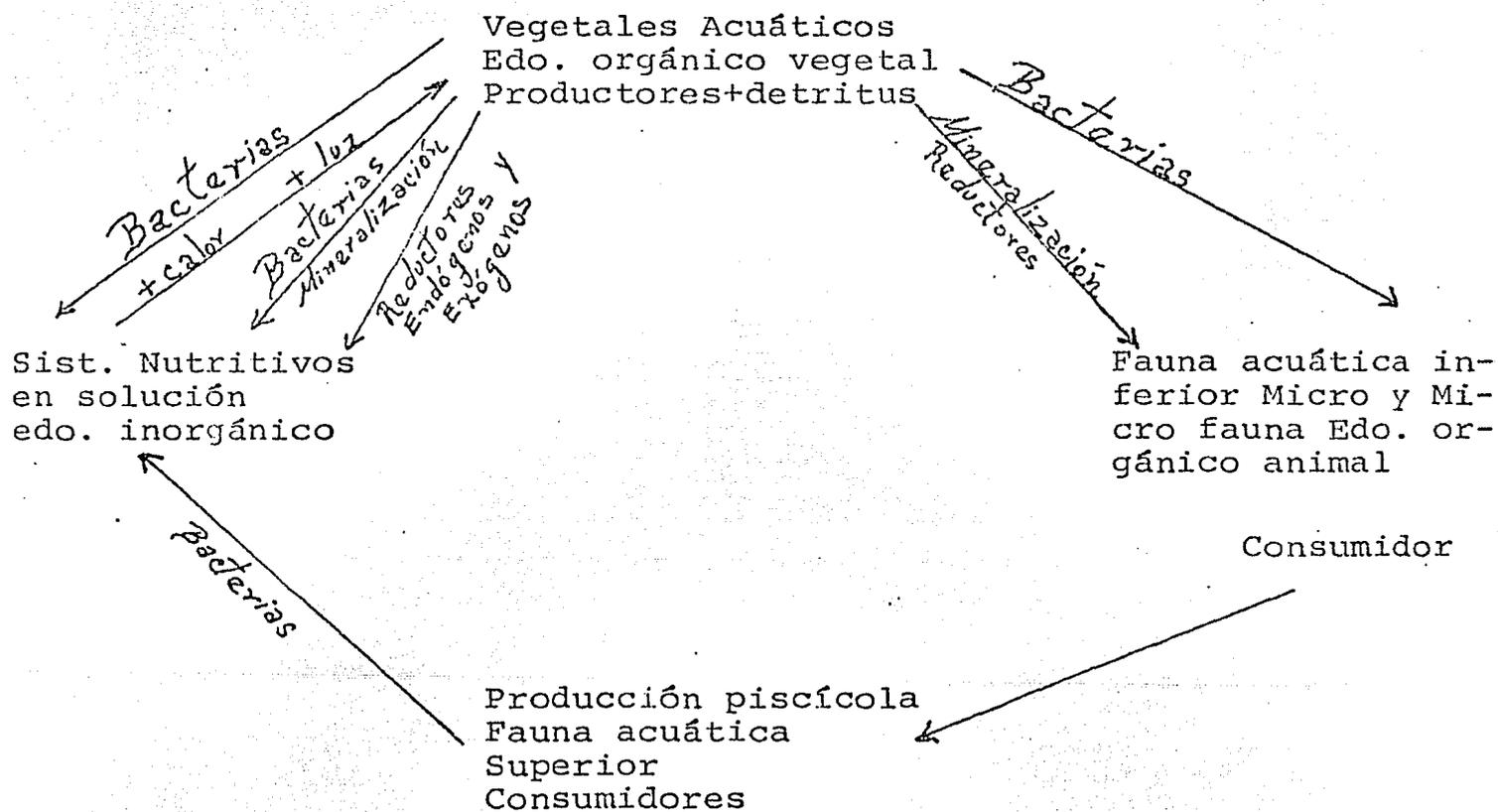


TABLA 76

CLASIFICACION DE LAS AGUAS DULCES SEGUN SU CAPACIDAD BIOGENICA, (LEGER, 1935).

- A) Aguas pobres con capacidad biogénica mínima (entre I y III)
- B) Aguas medias, van de IV a VI
- C) Aguas ricas, van de VII A X

No obstante, que los vegetales macroscópicos sirven de soporte a las capas biológicas y llegan a albergar fauna nutritiva, esta flora no debe cubrir más del 50% del cuerpo de agua (esto para la flora sumergida) y no más del 20% para la flora flotante.

La capacidad biogénica se ve afectada por factores tales como; la intensidad del flujo de agua, la naturaleza del fondo, contaminación.

Caracteres Físicos, Químicos y Mecánicos que influyen en la Capacidad Biogénica

Caracteres Físicos. La temperatura, que influye en el desarrollo de los micro y macroorganismos, actuando sobre su multiplicación, crecimiento, nutrición, respiración.

La luz es indispensable para la función fotosintética, lo que influye directamente en la producción primaria.

La transparencia del agua, que es consecuencia de la intensidad de acarreo del agua, también influye. En cuanto al calor, las aguas verdosas y azuladas generalmente son buenas, rechazándose las aguas amarillas o pardas pues son ácidas y por lo general proceden de pantanos o aguas contaminadas.

Caracteres Químicos. El agua es mejor entre más rica sea en sales minerales y debe estar libre de sustancias tóxicas para la trucha. Indicadores de la riqueza del agua en Ca, K, P y N principalmente son los berros, el falso berro, y los acociles ó camarones de río Gammarus y otros moluscos.

Las características del terreno son también importantes, los terrenos duros (areniscas y granitos) tienen aguas más

claras, que los terrenos con material fácilmente alterable (esquistos y arcillas).

Caracteres Mecánicos. Este concepto se aplica más a aguas corrientes y se dice que entre más estable es el fondo más rica es su fauna. Los fondos de piedra en aguas agitadas y los arcillo-limosos en las tranquilas son los más ricos, siendo los más pobres los fondos de arena y los de guijarras móviles.

Indicadores de la Capacidad Biogénica:

- 1) Las aguas pobres carecen de capas biológicas y prácticamente no existe vegetación fanerógama.
- 2) Las aguas medias presentan vegetación fanerógama especialmente bien desarrollada a lo largo de las orillas caracterizada por vegetales palustres semisumergidos; los vegetales sumergidos son poco abundantes.
- 3) Las aguas ricas en cambio, presentan una vegetación fanerógama abundante en su mayor parte sumergida y se desarrollan a todo lo largo y ancho del cuerpo de agua.

Por la localización, el grado de capacidad biogénica también

varía, los cuerpos de agua cercanos a los centros de cultivo, se enriquecen por las aguas de chorreo o filtración que llevan cierta cantidad de abonos y fertilizantes (esta cantidad no debe ser constante, ni debe exceder los rangos de tolerancia de la especie); en cambio los cuerpos de agua localizados en bosques muy cerrados o cercanos a pantanos disminuyen la capacidad biogénica.

Capacidad Biogénica Real y Potencial. La primera se refiere a la capacidad actual del flujo de agua que alimenta a los estanques y la segunda se refiere a la capacidad que tendría el agua si se lograsen las mejores condiciones físico-químicas.

De la productividad natural, se puede decir que la superficie la limita, tanto en las aguas corrientes como en los estanques artificiales. La superficie se expresa en áreas. En aguas corrientes, la longitud del curso de agua se expresa en metros o en kilómetros. (Tablas 77, 78).

TABLA 77

FORMULA DE LA PRODUCTIVIDAD NATURAL DE LOS ESTANQUES DE ENGORDA EN EUROPA OCCIDENTAL TEMPLADA (HUET, M. 1978).

Tipo de Estanques	En aguas ácidas	En aguas alcalinas
De salmónidos	$K = \frac{Na}{10} \times B \times 1$	$K = \frac{Na}{10} \times B \times 1.5$

K productividad natural

Na no. de áreas

B coeficiente de capacidad biogénica

TABLA 78

TABLAS ALEMANAS DE PRODUCTIVIDAD PARA ESTANQUES ARTIFICIALES (SCHAEPERCLAUS, 1960).

Se basan en 4 categorías ó clases de los estanques, de acuerdo a los crecimientos medios que se pueden obtener:

Productividad natural de los estanques (en kg/hectárea)

	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV
Cultivo de trucha de consumo				
R_{1-2} (trucha arco iris)	240-120	120-60	60-30	30-15

Comparada con otros cultivos, como por ejemplo el de ciprínidos la productividad para la trucha arco iris es un 40% menor.

Coefficiente de Productividad (K)

Está compuesto por 4 coeficientes secundarios;

- k_1 temperatura
- k_2 los caracteres químicos del agua
- k_3 la especie de pez de que se trate
- k_4 la edad

A k_1 - se le asignan 2 valores: 1 para los lugares con temperatura anual media de 10°C, y 2 para los lugares con temperatura anual media de 16°C; 3 para la temperatura anual media de 22°C. Por debajo de 10°C a 7°C el $k_1 = 0.5$ y a 4°C $k_1 = 0$.

- k_2 - Para el pH se dan 2 valores: 1 para las aguas ácidas
(pH 7.0)
- 2 para aguas alcalinas
(pH 7.0)

Se le da un valor mayor a las aguas alcalinas porque su producción es mayor que la de las aguas ácidas.

k_3 - Vale 1.0 para los peces de agua fría (en este caso la trucha) 2.0 para los peces de agua "caliente".

k_4 - Edad se aplica sólo para estanques artificiales. Se aplica porque la ración de mantenimiento de las crías y juveniles es menor que la de los adultos, y la importancia de la k_4 se acentua para una densidad de población numéricamente mayor por unidad de superficie en los estanques de crías. Puesto que el peso de las crías es muy pequeño, se asigna un valor de 1 para los peces de 6 meses ó más y de 1.5 para los menores de 6 meses. Tabla 79.

TABLA 79

PRINCIPALES VALORES DEL COEFICIENTE k
(HUET, M, 1978).

k_1 - temp. anual media	k_2 - pH del agua	k_3 - especies	k_4 - edad de los peces
$10^\circ\text{C} - k_1 = 1$	agua ácida $k_1 - 1$	Peces de agua fría $k_3 - 1$	más de 6 meses $k_4 - 1$
$16^\circ\text{C} - k_2 = 2$	agua alcalina $k_2 - 1.5$	Peces de agua calien te $k_3 - 1$	menos de 6 me- ses $k_4 - 1.5$
$22^\circ\text{C} - k_3 = 3$			
$25^\circ\text{C} - k_4 = 4$			

El valor del coeficiente k está dado por el producto de los coeficientes secundarios y los valores van de 1 a 15.75 (se redondea a 16).

Por razones de simplificación la K se refiere a una hectárea (10,000 m²) de donde la productividad puede variar de 10 a 1,600 kg.

6.5 Situación de la Truticultura en México

La truticultura en México recibe un gran impulso a partir de 1977, cuando el gobierno promueve la llamada "Alianza para la Producción" para la cual el Departamento de Pesca (ahora Secretaría de Pesca) elabora el Plan Nacional de Desarrollo Pesquero 1977-82. Dentro de este Plan, los programas de Acuicultura de Cultivos Comerciales de Producción Intensiva reciben apoyos, incentivos, promociones y en algunos casos se les suprimen impuestos como en el caso de la trucha, que entra en la categoría de especie S.A.M. (Sistema Alimentario Mexicano) a partir de 1981 dentro del Plan Nacional de Acuicultura.

Los objetivos que persigue el gobierno con la creación de las Granjas Acuícolas de Producción Intensiva son: (Sasso y Rojas, 1980):

1. Crear una infraestructura que permita llevar a cabo trabajos de cultivo intensivo.

2. Operar las granjas de acuerdo a la tecnología probada en México y en algunos casos adaptando la de otros países.
3. Optimizar la producción para reafirmar la bondad de esta actividad acuícola como generadora de empleos y productora de alimentos de valor en el mercado y de alto contenido nutritivo.
4. Demostrar que la acuicultura intensiva es una actividad productiva rentable.
5. Inducir a los sectores social, privado y rural a invertir en proyectos acuícolas rentables.
6. Producir alimentos con alta demanda en el mercado internacional incrementando así la alternativa de captación de divisas por exportación del producto.

Respecto a los incentivos de tipo económico, actualmente existe presupuesto vía crédito externo manejado por BANPESCA destinado a dar apoyo a los sectores social y privado interesados en invertir en proyectos acuícolas, y se busca que éste sea canalizado a tasas de interés preferenciales. (Dirección General de Acuicultura, 1979). Aunado a esto existe el

crédito interno que sirve de complemento al crédito externo en proporciones de descuento del 10 al 30% dependiendo de la especie, destino de la producción, área geográfica donde se localice el proyecto, riesgo del mismo, empleos que genere, y de su rentabilidad financiera, (Sasso y Rojas, 1980). El Banco Nacional Pesquero y Portuario (BANPESCA) otorga financiamiento con una tasa de interés preferencial (19.21%), anual sobre saldos insolutos, a plazo de hasta 20 años con un año adicional de gracia. (Todo va a depender del tipo de préstamo). Otra institución que puede otorgar financiamiento indirecto es el Fondo de Garantía y Fomento para la Agricultura, Ganadería y Avicultura y Fideicomisos Agrícolas instituidos con relación a la Agricultura (FIRA), (Anónimo, 1981), (esto es siempre y cuando haya otro banco de por medio). Este tipo de financiamientos bancarios buscan apoyar a campesinos, pequeños propietarios, cooperativistas que se interesen por proyectos acuícolas de trucha, bagre, tilapia, y carpa (denominadas especies S.A.M., por tener un rápido crecimiento, un buen factor de conversión, adaptabilidad al encierro, una aceptable resistencia al manejo, y porque su biotecnología ya se conoce y domina en su mayor parte), pero también se puede solicitar préstamos para otras especies.

Metas de Producción. Las metas de producción planteadas por la Dirección General de Acuicultura para 1981, se pueden ob-

servar en las siguientes tablas.

TABLA 80

PRODUCCION ESPERADA A TALLA MINIMA (7 a 15 cm) DE PISCIFACTORIAS EN OPERACION EN 1981, (PROGRAMA NACIONAL DE ACUACULTURA, 1981)

Piscifactoría	Municipio	Especie	Producción a talla mínima (miles) No. de organismos
1. Guachochi, Chi.	Guachochi	Trucha	500 000
2. El Zarco, D.F.	Cuajimalpa	Trucha	700 000
3. Zacapu, Mich.	Zacapu	Trucha, Tilapia Carpa	300 000
4. Pucuateo, Mich.	Cd. Hidalgo	Trucha	200 000
5. Matzinga, Ver.	Orizaba	Trucha	10,000 000

Producción Esperada a Talla Mínima (7 a 12 cm) de Piscifactorías en Operación en 1983. Fuente: Dirección de Acuacultura. Secretaría de Pesca

Piscifactoría	Municipio	No. de crías
1. Guachochi, Chi.	Guachochi	500 000
2. El Zarco, D.F.	Cuajimalpa	800 000
3. Zacapu, Mich.	Zacapu	
4. Pucuateo, Mich.	Cd. Hidalgo	En rehabilitación
5. Matzinga, Ver.	Orizaba	7,000 000

Producción promedio de crías de talla mínima (7 a 12 cm) esperada para 1983 = 8,000,000

TABLA 81

METAS DE PRODUCCION POR ENTIDAD DE TRUCHA ESPECIE SAM PARA 1981, (TONELADAS) DIRECCION GENERAL DE ACUACULTURA, 1981.
(SIN CONSIDERAR LAS GRANJAS INDEPENDIENTES)

ENTIDAD	TRUCHA
Chiapas	25
Chihuahua	92
Puebla	724
Veracruz	1226

TABLA 82

METAS SAM POR ACTIVIDAD ACUACULTURAL PARA TRUCHA EN 1981.
(DIRECCION GENERAL DE ACUACULTURA, ANONIMO 1981)

	TONELADAS
Estanques	1,827.0
Jaulas	<u>240.0</u>
TOTAL	2,067.0*

* La cantidad de 2,067 toneladas de trucha es calculada a partir del número de crías que alcanzan la talla mínima (de 5 a 12 cm), luego se estiman porcentajes de mortalidad para tener el número de truchas que multiplicado por el peso comercial de 350 gr, dan las 2,067 toneladas.

Para 1983 se espera producir 2,100 toneladas.

Un estado que se revela como un punto clave para el desarrollo de la truticultura, sobre todo desde el punto de vista comercial es, el Estado de México, puesto que en el se localizan no solo granjas estatales sino, las principales granjas independientes, como se pone de manifiesto en el Plan General de Pesca 1982 de la Delegación Federal de Pesca en el Estado de México.

Piscifactoría de Tiacaque. Para producción de 6,415,000.00 crías de distintas especies, pero específicamente de trucha se producen 244,565 crías de talla de siembra (5-7 cm): este centro acuícola se localiza en el Municipio de Jocotitlán con una capacidad potencial de producción de (diez millones) de alevines; ocupa una área cercana a las 17 hectáreas. Sus instalaciones son: (Fig 45).

1. Oficina
2. Sala de incubación
3. Bodega y sala de proyección
4. Casa habitación
5. Albergue de capacitación
6. 19 estanques de cerca de 0.5 hectáreas
7. 6 estanques de concreto

A parte de la trucha, se genera una producción de crías a

talla de siembra (5-7 cm), de las siguientes especies.

	No. de crías
Carpa de Israel (<u>Cyprinus carpio, specularis</u>)	1,696,090
Carpa Barrigona (<u>Cyprinus carpio</u>)	259,545
Tilapia (<u>Tilapia spp</u>)	300,000

Piscifactoría Intensiva Rural. Forma parte de los Programas PESC-A-PIDER, está proyectada para producir trucha arco iris con una capacidad de 20 toneladas anuales.

Se localiza en terrenos comunales de Jiquipilco El Viejo sobre el arroyo de Tres Ojuelos del Municipio de Temoaya, sus coordenadas geográficas son: 19°13'15" latitud norte y 99° 32'20" longitud oeste, su clima es C(w₂) (w) bci', el más húmedo de los templados subhúmedos con lluvias en verano, este es un verano fresco y largo; la temperatura media del mes más caliente es 22°C, con una oscilación térmica entre 5° y 7°C. Sus instalaciones son:

- 5 canales de corriente rápida (30 m x 3 m x 1.20 m)
- 10 canales de (10 m x 1 m x 1 m)
- 1 caseta de vigilancia
- 1 bodega

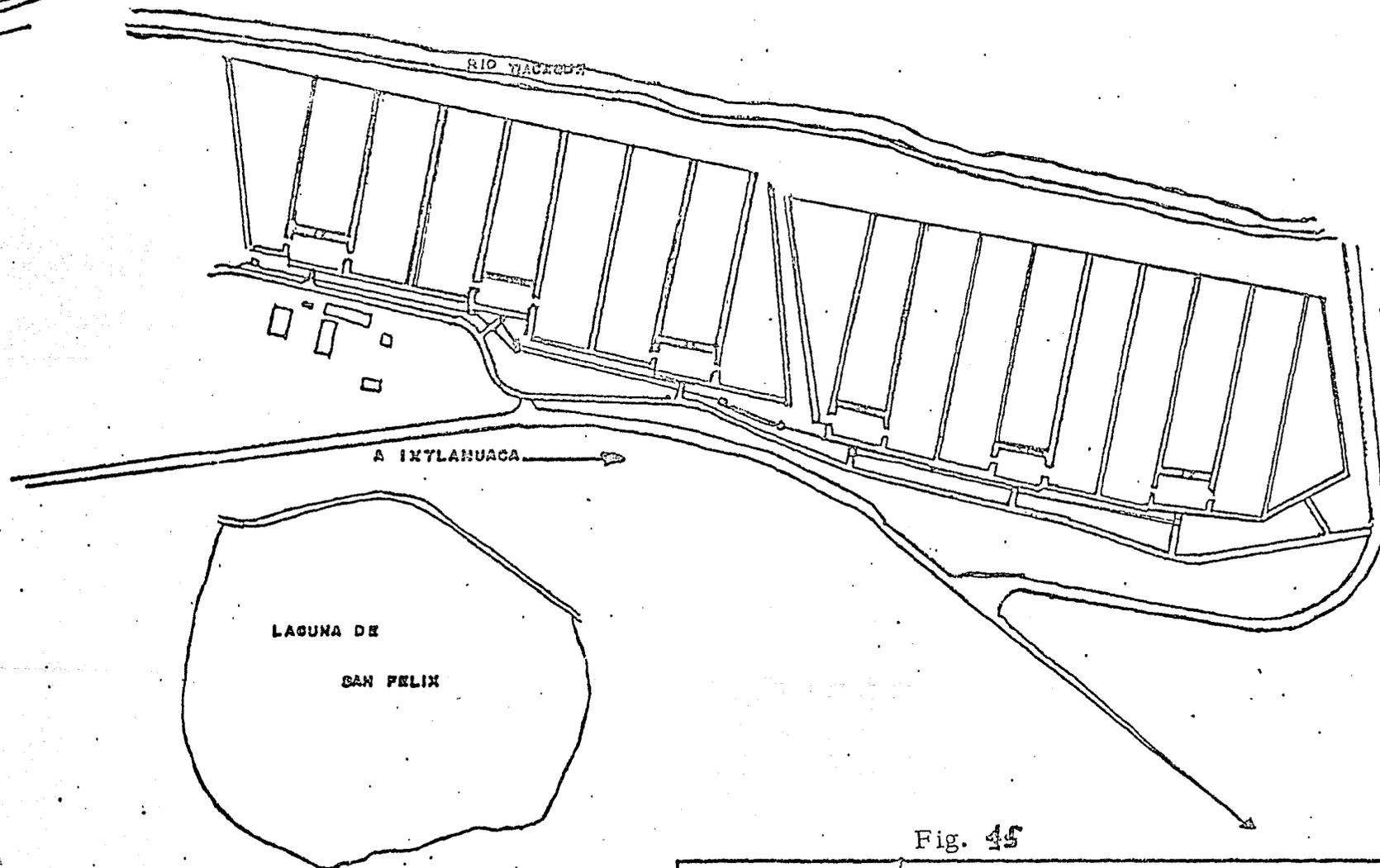
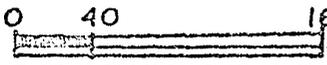


Fig. 45

 SECRETARIA DE PESCA	DELEGACION FEDERAL DE PESCA ESTADO DE MEXICO
	PISCIFACTORIA TIACAQUE
0 40 160 mts. 	

Dentro del programa Central de Estanquería Rural, se encuentra el Ejido Corral de Piedras, Municipio de Amanalco de Becerra, en donde se construyen 17 canales de corriente rápida, que suman una superficie de 1 hectárea para cultivo de trucha.

Empresas Truticultoras Independientes

Las empresas más importantes son:

Granja de Trucha de Malinalco, México. Esta es la primera y más grande granja independiente de México. Está localizada en el Municipio de Malinalco, 1 km al sur del pueblo del mismo nombre, a 100 km de la ciudad de México. Sus coordenadas geográficas son; 18°55' latitud norte y 99°30' longitud oeste, a una altitud de 1730 m.s.n.m.; tiene un clima semicalido con temperaturas medias mensuales de 17°C en enero y 21.9°C en mayo, con lluvias en verano principalmente. Tiene una superficie de 2.5 hectáreas, el terreno es ligeramente accidentado, de suelo con una delgada capa de materia vegetal que cubre a roca volcánica. La vegetación de la zona es selva tropical perenifolia.

El abastecimiento de agua es proveniente de 5 manantiales que en conjunto proporcionan de 600 a 900 l/seg, con una

temperatura constante de 17.5° a 18°C, debido a esta temperatura no es posible producir su huevo propio de trucha, por lo que se obtiene de otras granjas de la Secretaría de Pesca ó es importado desde los Estados Unidos, que puede obtenerse durante 8 o 9 meses del año, (García-Marín, E.1979).

La granja inició sus operaciones en 1978, y es propiedad de la Compañía Granjas Piscícolas S.R.L. Tiene una capacidad de producción de 144 toneladas anuales de trucha de 250 gr alcanzando hasta la fecha una producción de 80 toneladas. Está operada por 1 administrador 6 piscicultores y 10 ó 15 peones eventuales, Figura 46, (Tablas 83 y 84).

TABLA 83

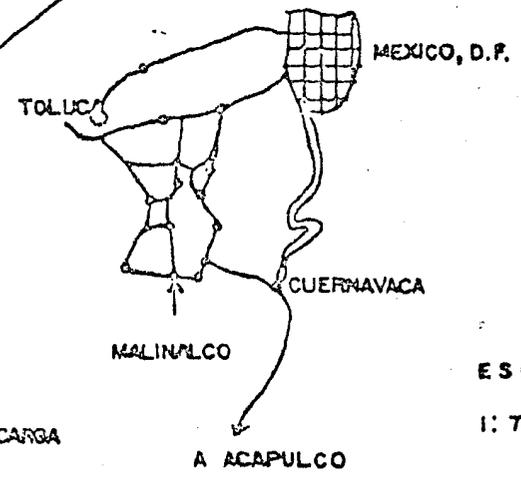
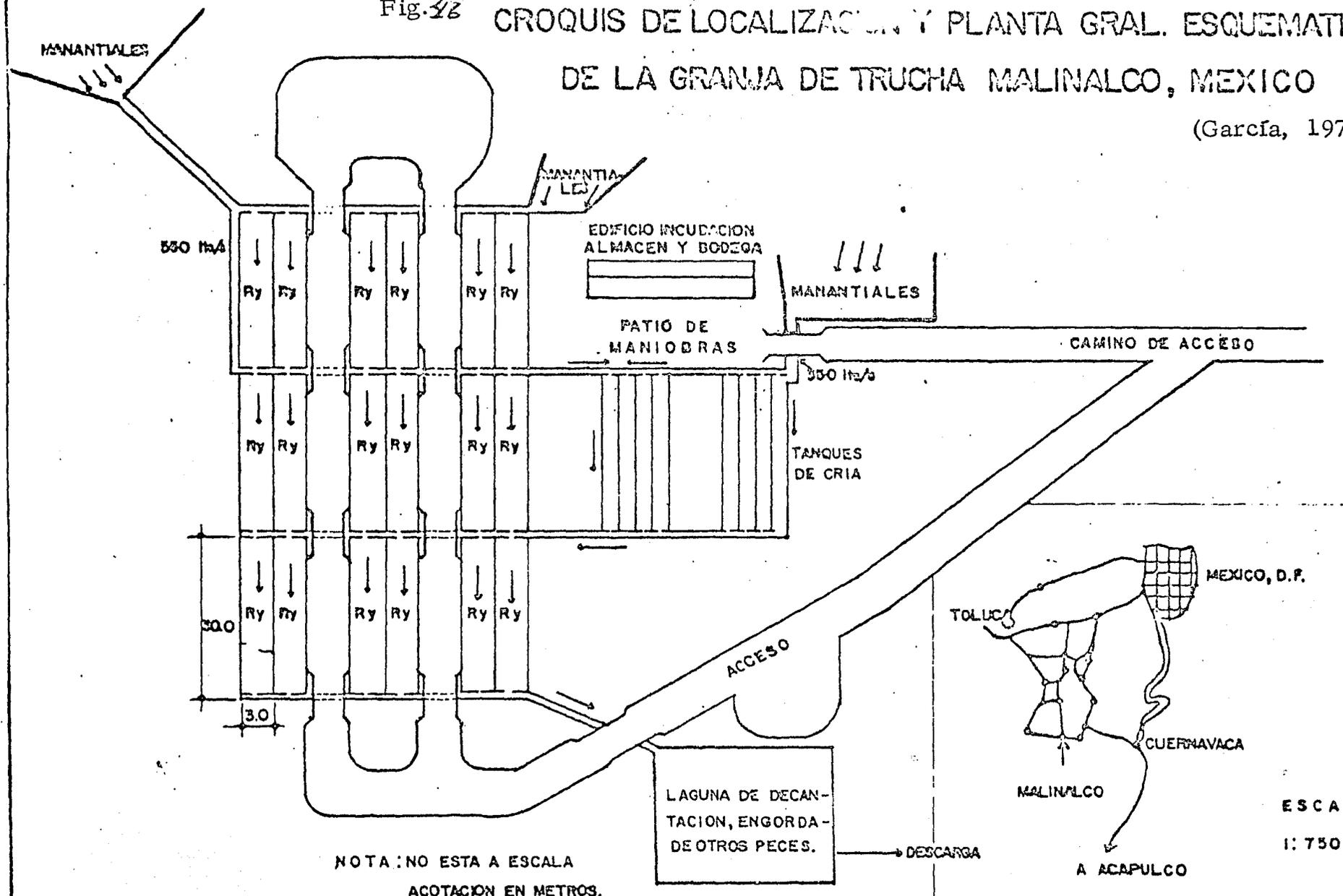
PROGRAMA DE PRODUCCION DE TRUCHA ARCO IRIS, DE LA GRANJA DE MALINALCO, (GARCIA-MARIN, E, 1979).

Concepto	Etapa 78/79	Etapa 1980
Producción en ton. por año	10	144*
Tiempo requerido de engorda	9(meses)	9 (meses)
Peso final del pez	250 gr	250 g
Número de huevos incubados por mes		100,000
Período de incubación	diciembre-marzo	sep.-abril
Incubación anual de nuevo		800,000
Mortalidad promedio observado hasta 5-10 cm	20%	20%
Producción de cría de 5-10 cm		640,000
Mortalidad promedio observada hasta talla comercial		10%
Producción de peces comerciales		576,000

Fig. 42

CROQUIS DE LOCALIZACION Y PLANTA GRAL. ESQUEMATICA DE LA GRANJA DE TRUCHA MALINALCO, MEXICO

(García, 1979)



NOTA: NO ESTA A ESCALA
ACOTACION EN METROS.

ESCALA
1: 750 000

De las instalaciones y sus capacidades de carga se tiene:

TABLA 84

UNIDADES DE CULTIVO EN LA GRANJA DE MALINALCO (GARCIA-MARIN, E. 1979).

Unidad	No.	Kg/m ³ (peso por org)	Capacidad total de las instalaciones	Capacidad de Carga total por unidad
Raceways	18	20 kg/m ³ (250g)	27,540 kg	1,530 kg
Tanques de crías	8	20 kg/m ³ (40 g)	612 kg	765 kg
Canaletas	6	12.6kg/m ³ (1.8g)	52.8 kg	8.8 kg

El agua de los manantiales posee una calidad óptima para la engorda de trucha, por lo que no requiere de ningun tratamiento; Tabla 85.

TABLA 85

ANALISIS QUIMICO DEL AGUA DE LOS MANANTIALES DE LA GRANJA DE MALINALCO, (GARCIA-MARIN, E. 1979).

Temperatura	17.5°- 18°C
Oxígeno	8.1 a 8.5 mg/l
Saturación de oxígeno	95% a 100%
Dureza (CaCO ₃)	90 mg/l
pH	7.1 - 0.1
Nitratos (NO ₃)	0.0
Nitritos (NO ₂)	0.0
Amonia (NH ₄ N)	0.00
Fierro	0.00
Cadmio	0.00
Turbidez	3JTU
Cobre	0.00
Fenol	0.0
Cromo	0.0
Cloruro	8.0 mg/l

Por lo que se refiere a las dimensiones de las instalaciones, el raceway, que es la unidad básica de engorda, tiene 30 m, de longitud, 3 m de ancho x 1 m de profundidad, con una pendiente del 0.5 a 1.0% hacia la descarga. Los tanques de crías son raceways más pequeños en su anchura (1.5m) pero de igual longitud y profundidad, y se les subdivide cada 10 m con mallas. La incubación del huevo y el alevinaje se realiza en canaletas de concreto de 4 m de longitud x 0.5 m de ancho y 0.35 m de profundidad, (García, Marín, E. 1979). (Tabla 86).

TABLA 86

PROGRAMA DE PRODUCCION DE TRUCHA ARCO IRIS, (GARCIA-MARIN, E. 1979).

Semana	Estadio	Talla		No. de org.	Peso(kg)	Flujo(l/s) requerido	Volumen(m ³) requerido
		cm.	g.				
1	Huevo Oc.			100,000		0.5	0.5
2	Huevo Oc.					0.5	0.5
3	Alevín			93,000		0.5	0.5
4	Alevín					0.5	0.5
5	Alevín					0.5	0.5
6	Cría	2.0	0.075	87,500	6.5	0.5	0.5
7	Cría	2.7	0.21		18.4	1.4	1.5
8	Cría	3.4	0.49		42.6	2.7	3.6
9	Cría	4.2	0.95		82.7	4.9	6.9
10	Cría	4.9	1.70	86,500	147.0	7.9	11.3
11	Cría	5.6	2.7	86,500	232.0	12.2	17.9
12	Juvenil	6.3	4.0		344.0	16.7	22.9
13	Juvenil	7.0	6.0	85,500	513.0	23.3	32.0
14	Juvenil	7.7	8.5		726.8	31.6	45.4
15	Juvenil	8.5	12.0		1020.0	42.5	56.7
16	Juvenil	9.2	16.0		1360.0	54.4	71.6
17	Juvenil	9.9	19.0		1615.0	63.3	80.8
18	Juvenil	10.6	25.0	84,500	2112.0	79.7	96
19	Juvenil	11.3	32.0		2704.0	98.3	115
20	Juvenil	12.0	39.0		3296.0	116.8	122
21		12.8	48.0	84,000	4032.0	139.0	134
22		13.5	53.0		4872.0	162.0	162
23		14.2	70.0		5880.0	191.5	196
24		14.9	84.0		7056.0	225.4	235
25		15.6	99.8	83,500	8183.0	254.9	273
26		16.3	115.0		9603.0	291.0	320
27		17.0	132.0		11022.0	329.0	367
28		17.8	150.0	83,000	12450.0	366.0	415
29		18.5	175.0		14525.0	415.0	484
30		19.2	205.0	82,500	16913.0	482.5	564
31		19.9	220.0		18150.0	504.2	605
32		20.9	220.0		21038.0	576.4	700

TABLA 87

REQUERIMIENTOS DEL FLUJO DE AGUA EN l/s (GARCIA, MARIN E.1979)

	Incubación/alevinaje	Cría hasta 12	Engorda	Total
Enero	5	184	540	729
Febrero	5	184	1080	1269
Marzo	5	184	1080	1269
Abril	5	184	1080	1269
Mayo		184	1080	1269
Junio		184	1080	1264
Julio		184	1080	1264
Agosto		184	1080	1264
Septiembre	5	184	1080	1264
Octubre	5	146	1080	1131
Noviembre	5	115	540	660
Diciembre	5	184	540	729

NOTA: Se reutilizará el 41% del flujo de agua total en los ra
ceways.

En base a los requerimientos de flujo de agua para cada unidad, de acuerdo a la densidad de carga y a la topografía del lugar; el agua se reutiliza 3 veces como máximo, pues de acuerdo con Liao, P. 1972, la concentración de amonio estará en el límite máximo permisible de 0.5 mg/l después de tres utilizaciones, (Tabla 87).

Análisis Económico Preliminar. Este análisis se elaboró consi
derando un incremento en los costos de construcción de un 25% anual. Y es calculado hasta mayo de 1980, fecha en que se cal

culaba terminar, Tabla 88. (García-Marín, E. 1979).

TABLA 88

COSTOS DE PRODUCCION PARA 144,000 kg DE TRUCHA ARCO IRIS EN LA GRANJA DE MALINALCO, (GARCIA-MARIN, E. 1979)

	Costo Inicial	Costo Anual	Porcentaje de Costos
A - Costos de Capital	1'250,000.00	250,000.00	4.6
1) Terreno 2.5 ha ^s , a pagarse en 5 años			
2) Construcción de raceways y tanques <u>in</u> cluyendo represas, canales y accesos. Amortización a 25 años	2'450,000.00	98,000.00	1.8
3) Construcción de almacén, sala de incubación casa-oficina Amortización a 20 años	400,000.00	20,000.00	0.4
4) Intereses sobre capital amortizable 18% anual		<u>426,000.00</u>	<u>7.9</u>
	4'100,000.00	794,000.00	14.7
B - Costos de Operación			
1) Huevo Oculado, 800,000 x \$ 0.25		200,000.00	3.7
2) Alimento importado, con un F.C.A. de 1.65:1 237.6 ton x \$ 14,000		3'326,000.00	61.4
3) Mano de obra directa: a -3 piscicultores de operación y control b-3 empleados para limpieza y mantenimiento		124,000.00	2.3
		109,200.00	
Subtotal de mano de Obra		234,000.00	4.3

TABLA 88

	Costo Inicial	Costo Anual	Porcentaje de Costos
4) Mortalidad-20% 160,000 truchas de 10 g y 64,000 truchas de 50 g, costos de huevo y alimento		123,000.00	2.3
5) Gastos de administración \$ 12,000.00 mensuales		156,000.00	2.9
6) Equipo de manejo		36,700.00	0.7
7) Transportación, 144 tons.		288,000.00	5.3
8) Intereses sobre gastos de operación 18% anual por 3 meses		261,858.00	4.8
		<u>4'626,158.00</u>	<u>85.4</u>
Gran Total		5'420,158	100.0
Costo de Producción/kg		\$ 37.64	
C - Ingresos Brutos (venta de 144 tons.) \$ 80.00/kg	\$	11'520,000.00	
D - Ingreso Neto antes de Impuestos y repartición de utilidades	\$	6'099,842.00	
Relación a costos de operación			131.8%
Relación a ingreso bruto			52.9%

Consideraciones Especiales. La Granja de Malinalco, utiliza para la alimentación de las truchas, el alimento norteamericano Rangen por la variedad de sus granulados, su óptima calidad y su más bajo factor de conversión de alimento (1.65) aunque su costo es alto y les representa un 61.5% de sus costos de operación, ellos consideran que el F.C.A. es el factor más importante para la rentabilidad de una granja truticultura.

El costo de mano de obra es bajo comparado con otros países donde se realiza truticultura, sin embargo a los piscicultores de esta granja, según palabras de su administrador, se les pagan salarios superiores en un 30% a los pagados a campesinos de la región. Esto motiva a la gente del lugar a interesarse en trabajar en la granja.

Los propietarios de esta granja consideran la posibilidad de ampliarse para establecer granjas de trucha en la Meseta Central, siempre y cuando los factores de operación y costos de producción lo decida.

NOTA. Según la Delegación de Pesca del Estado de México, en su Plan General de Pesca 1982, menciona una capacidad de producción de 240 toneladas anuales para la Granja de Malinalco.

Transporte de truchas al mercado. Transportan trucha viva en tanques de 1 m^3 con capacidad de carga hasta de 200 kg/unidad, el tiempo de duración del viaje de la granja al Distrito Federal es de 3 hrs. en promedio. Conforme alcancen su meta de producción, la trucha será transportada enhielada ó bajo refrigeración, y una pequeña parte de la producción recibirá un tratamiento de ahumado.

"Rancho El Pedregal". En la 2a. empresa independiente en importancia; se localiza en el km 42.5 de la carretera Toluca-Sultepec (sur del Estado de México), a 1 km de Texcaltitlán y a 10 km de Sultepec, que son poblados que cuentan con todos los servicios; así mismo se encuentra a 62 km de Toluca y a 122 km del Distrito Federal, el acceso a estos centros es rápido por la carretera pavimentada a lo largo de toda la ruta. Esta situado a 2,400 m.s.n.m.- presenta un tipo de clima semi frío húmedo, el suelo es aluvial de tipo feosenhá plico y fluvisol eútrico con textura media en los 30 cm superficiales, en las áreas aledañas también existen suelos tipo Cambisol crómico y eútrico, este suelo es de uso agrícola en su mayor parte, en donde se cultiva maíz y pasto forrajero, empleándose un agricultura de temporal y un sistema de riego de aspersión para el pasto forrajero.

La vegetación es de tipo matorral inerme con bosque natural de latifoliadas, predominantemente encino e intercalada con coníferas de tipo pino, (Medina-García, 1980).

El abastecimiento de agua es proveniente de manantiales que poseen agua de óptima calidad para el cultivo de trucha arco iris, con un flujo promedio de 110 l/s, una temperatura promedio anual de 14°C., (el rango va de 9°C a 17°C).

Las características físico-químicas del agua se pueden observar en las tablas siguientes (Tablas 89 a 94).

La capacidad de producción de la granja en su etapa inicial es de 10 toneladas y en la etapa óptima es de 15 toneladas. La producción actual es de 10 toneladas.

El proyecto de este centro de cultivo se inició en 1980 con el objeto inicial de llevar a cabo un cultivo semi-intensivo con estanquería rústica, debido esto a que se contaba, previamente al proyecto, con: dos estanques semirústicos de 20 x 35 m cada uno, con una profundidad media de 1.5 m. (Figuras 47 a 49).

El objetivo de llegar a producir más de 10 toneladas anuales, motivo que toda la estanquería, a excepción de los dos bor-

Fig. 47. Esquema General de la "Granja del Pedregal"

Fig. 46. Modelo de un estanque de cultivo de ranas
para la cría de ranas.

CASA HABITACIÓN

Bodega

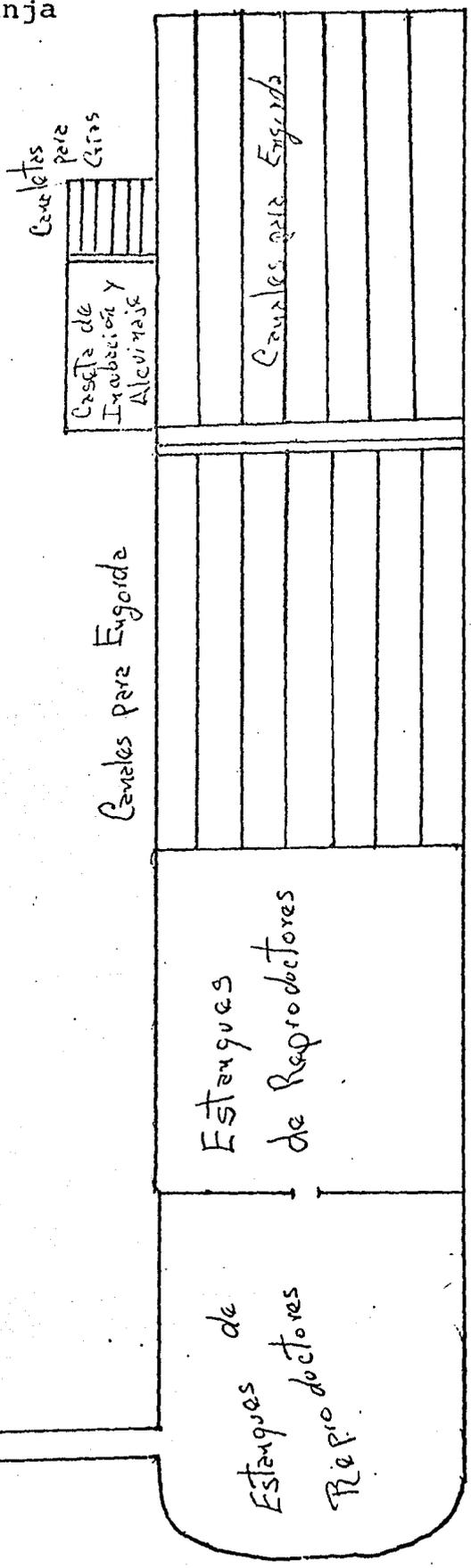
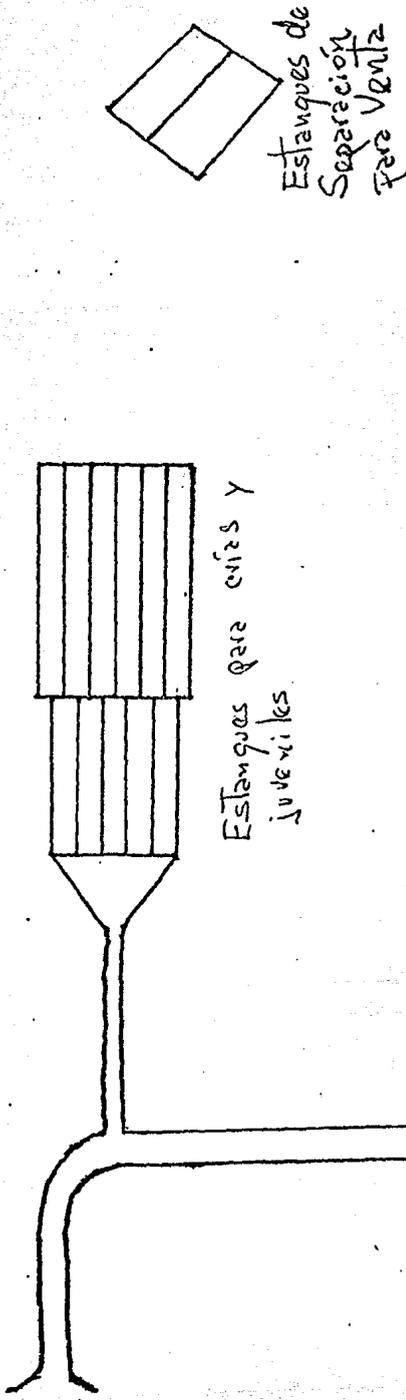


Fig. 48. Vista general de las Instalaciones de la "Granja del Pedregal"

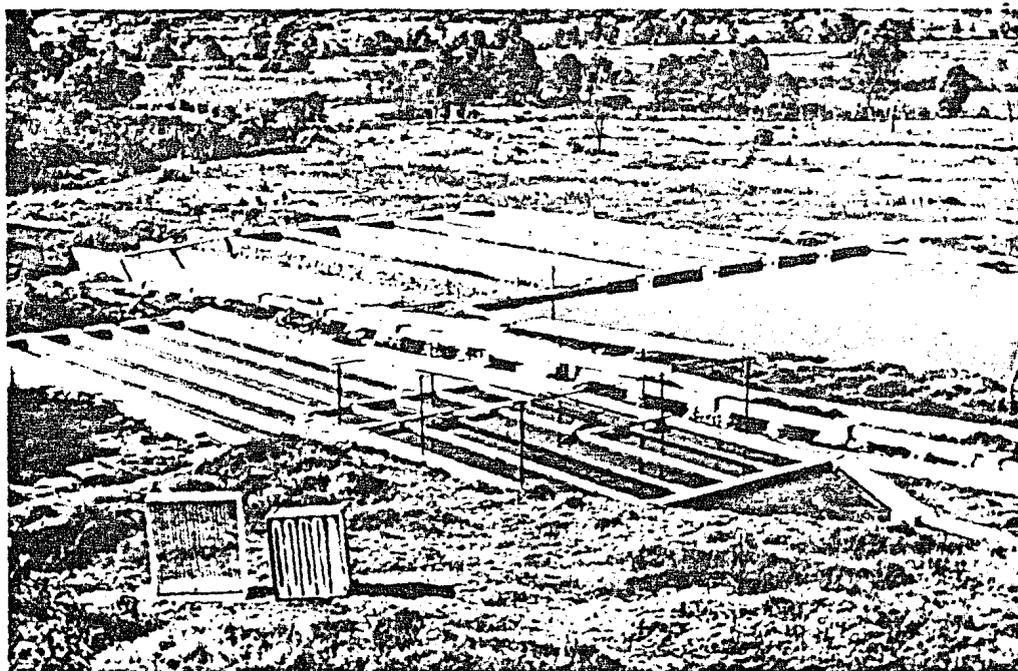
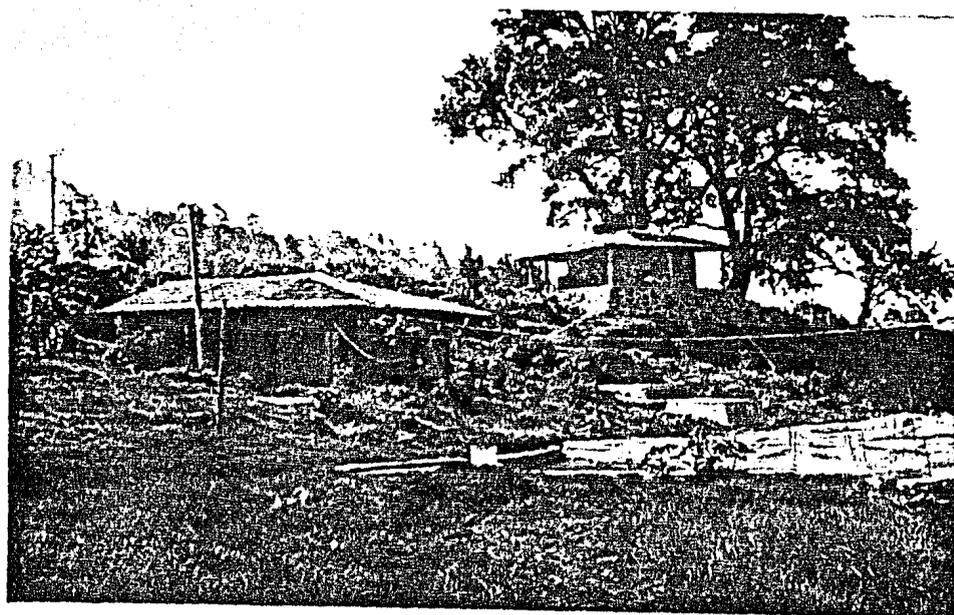


Fig. 49. Bodega y Caseta de Vigilancia de la "Granja del Pedregal"



dos antes mencionados, se construyera de concreto.

Instalaciones:

En Funcionamiento

En Construcción

2 bordos semirústicos de 20 y 35 m
(para reproductores)

Para engorda (de 14 cm en adelante)

5 canales de corriente rápida
de 30 m de longitud x 3 m de
ancho x 0.8 m de profundidad
inicial y 1.2 m de profundidad final

9 canales de co-
rriente rápida de
las mismas dimen-
siones que los ya
construidos

Para juveniles (de 9 x 14 cm)

6 canales de 15 m de longitud x
1 m de ancho x 0.5 m de profundidad
inicial y 1 m de profundidad final

Para crías (de 7 a 12 cm)

5 canales de 10 m de longitud x 1 m
de ancho x 0.4 de profundidad inicial
y 1 m de profundidad final

6 canales de 5 m de longitud x
0.6 m de ancho x 0.6 m de profundidad

1 caseta de incubación y alevinaje
de 72 m², y en ella se localizan:

4 tinas circulares de 2 m de diámetro
por 1 m de profundidad, éstas son
de fibra de vidrio.

3 canaletas de fibra de vidrio de 3 m
de longitud x 0.60 m de ancho x 0.6 m
de profundidad

6 canaletas de fibra de vidrio de
1.5 m de longitud x 0.4 m de ancho x
0.35 m de profundidad

2 incubadoras verticales

Por lo que respecta a edificios se cuenta,
aparte de la caseta de incubación, con:

1 casa-habitación de 24 m²

1 bodega para almacenaje de alimento y de
implementos de trabajo

Canales, acceso y tubería de diversos mate-
riales (tierra, concreto, asbesto, PVC)

TABLA 89

CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS, DEL AGUA DEL RANCHO "EL PEDREGAL".

Fechas:		ANALISIS DE AGUA			
Toma de muestra:		CRUDA PROVENIENTE DEL RANGO "EL PEDREGAL"			
Análisis: 4-diciembre-76					
Horas		P.P.M.	P.P.M.	P.P.M.	P.P.M.
Toma de muestra.					
Purga anterior:					
Próxima purga:					
Dosis anterior:					
Próxima dosis:					
Calcio		12			
Magnesio		12			
Hierro total (como Fe)		0.0524			
Hidróxidos (por cloruro de bario)					
Hidróxidos (por Winkler y Wrader)		0			
Carbonatos		0			
Bicarbonatos		28			
Sulfatos		0			
Cloruros		3			
Fosfatos (como PO_4)		0			
Sulfitos (como SO_3)					
Cromatos (como CrO_4)					
MANGANESO		0			
Alcalinidad a la fenolf. (F)		0			
Alcalinidad total (M)		28			
Acidez a la fenolftaleína (como CO_2)		11.7			
Dureza de carbonatos		24			
Dureza de no carbonatos		0			
Dureza total		24			
Sílice total (como SiO_2)		34			
Sólidos disueltos por conductividad		36			
Materias incrustantes		58			
Potencial hidrógeno (pH)		6.7			
Relación SD/NaCl		12.0			
Indice de control INCOR					

OBSERVACIONES: Agua Cruda, Proveniente del Rancho "El Pedregal". Agua de excelente calidad. Desde el punto de vista de su composición química, es apta para el consumo humano, con amplio margen.

TABLA 90

ANALISIS BACTERIOLOGICO DE LAS AGUAS DEL RANCHO EL PEDREGAL,
EXP. PERS. 1981)

Rancho "El Pedregal"
Texcaltitlán, Edo. de México

A continuación damos a ustedes el resultado del análisis bacteriológico, practicado a una muestra de agua cruda, proveniente del Rancho "El Pedregal", que se sirvieron entregarnos en este Laboratorio.

Investigación del Grupo Coli Aerogenes

Prueba Presuntiva

Siembra en tubos de fermentación con caldo lactosado

5 tubos, incubación a 37 grados C., durante 48 horas

Resultado - En 5 tubos no hubo desarrollo de bacterias

Recuento total de bacterias aerobias

Siembra en:

Placas de agar simple.- Inc. a 37 grados C. - 24 horas. Negativa

Placas de gelatina.- Inc. a 20 grados C, por 24 horas. Negativa

CONCLUSION. Agua bacteriológicamente no contaminada, apta para el consumo humano

TABLA 91

CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DE OTRO FLUJO DE AGUA DEL RANCHO EL PEDREGAL.

Ref. No. 13-A8537-79

Muestra No. 1

Fecha de muestra: 9-X-79

Fecha de análisis: 9-X-79

Punto de muestreo: Rancho "El Pedregal"

O.T. 10684

DETERMINACIONES	EN TERM. DE	p.p.m.		p.p.m.
Nitrógeno amoniacal	N	0.01	Cloro libre disponible	0
Nitrógeno de los nitritos	N	0.001	Cloro combinado disponible	12
Nitrógeno de los nitratos	N	0.3	Cloro residual total	12
Oxígeno consumido en medio ácido	O		Sólidos totales	113
Dureza total	CaCO ₃	44	Sólidos disueltos	113
Dureza temporal (carbonatos)	CaCO ₃	44	Sólidos en suspensión	0
Dureza permanente (No carbonatos)	CaCO ₃	0	pH	7.1
Alcalinidad total	CaCO ₃	64	DETERMINACIONES ESPECIALES	
Alcalinidad de carbonatos	CaCO ₃	0		
Alcalinidad de bicarbonatos	CaCO ₃	64		
Bióxido de carbono libre	CaCO ₃	11		
Acidez total	CaCO ₃	0		
Acidez mineral libre	CaCO ₃	0		
Sílice	SiO ₂	35		
Hierro	Fe	0.02		
Manganeso	Mn	0.01		
CATIONES COMO CaCO ₃		p.p.m.	ANIONES COMO CaCO ₃	p.p.m.
Calcio		20	Bicarbonatos	64
Magnesio		24	Carbonatos	0
Sodio		35.2	Hidróxidos	0
			Sulfatos	2
			Cloruros	12
			Fosfatos	0
			Sulfitos	0
			Nitratos	1.2
			Cromatos	0
TOTAL CATIONES		79.2	TOTAL ANIONES	79.2



GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO
 COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
 JEFATURA DE OPERACION DE SISTEMAS RURALES DE
 AGUA POTABLE Y CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA
LABORATORIO

INFORME DEL EXAMEN BACTERIOLOGICO DE AGUAS No. 1355/1356-79

LOTE TOMADO O REMITIDO POR: JEFATURA VALLE DE TOLUCA

TIPO DE FUENTE, NORIA(MANANTIAL)

PROCEDENCIA: LOCALIDAD, EL PEDREGAL

MUNICIPIO, TEXCALTITLAN ENTIDAD FEDERATIVA, EDO. DE MEXICO

FECHAS: DE MUESTREO, 1-XII-79

DE RECEPCION, 1XII-79 DE EXAMEN, 1-XII-79

TECNICA EMPLEADA: FILTRACION A TRAVES DE MEMBRANA NORMA: 2/100 M

COLIMETRIA

MUESTRAS	TUBOS POSITIVOS CONFIRMADOS			NMP/100 ml.
	10 ml.	1 ml.	0.1 ml.	

M-No. 1355 NORIA (MANANTIAL)				COLONIAS 1
---------------------------------	--	--	--	---------------

M-No. 1356 MANANTIAL				3
-------------------------	--	--	--	---

CONCLUSIONES :

LA MUESTRA NO. 1355 CORRESPONDE A AGUA BACTERIOLOGICAMENTE POTABLE.

LA MUESTRA NO. 1356 CORRESPONDE A AGUA BACTERIOLOGICAMENTE NO POTABLE.

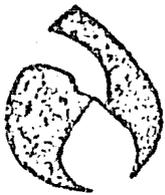
México, D.F., a 3 de Diciembre de 1979.

ANALIZO.

CONFORME.

C.F.B. CELESTINO CRISTO C. DILLO.

ING. SALVADOR HERNANDEZ PACHECO.
 JEFE DEL DEPARTAMENTO



GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO
COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
JEFATURA DE OPERACION DE SISTEMAS RURALES DE
AGUA POTABLE Y CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA

LABORATORIO

Tabla 93.

FORME DEL ANALISIS FISICO - QUIMICO No. 79-226

MUESTRA TOMADA O REMITIDA POR: JEFATURA TOLUCA

FUENTE: MANANTIAL

MUNICIPIO: TEXCALTIPLAN LOCALIDAD: EL PEDREGAL

ESTADO: EDO. DE MEXICO

FECHAS: DE MUESTREO: 1-XII-79 DE RECEPCION: 3-XII-79

FECHA DE ANALISIS: 4-XII-79

Opalescencia: 1 (Max. 5)¹² Color: 0 (Max. 10)¹² Temperatura: 25° C
Olor: INODORA Num. de Olor: PH: 7.1
Sólidos Totales: 70 (200-1000) Sólidos Disueltos
Pérdidas por Calcificación Conductividad Eléctrica μ mhos

DETERMINACIONES	ANALISIS	NORMAS	DETERMINACIONES COMO CaCO ₃	ANALISIS	NORMAS	DETERMINACIONES	ANALISIS	NORMAS
Alcalinidad	0		Alcalinidad F	0				
Alcalinidad total	40		Alcalinidad total	40	400	Amoníaco en N		0.50
Dureza total	36	125	Dureza total	36	300	Nitritos, en N		0.05
Dureza carbonato	36		Dureza carbonato	36		Nitratos, en N	0.40	5.00
COMBINACIONES HIPOTETICAS								
			BICARBONATO DE CALCIO				19	
			BICARBONATO DE MAGNESIO				35	
			BICARBONATO DE SODIO				7	
			SULFATO DE SODIO				4	
			CLORURO DE SODIO				6	
Carbonato (CO ₃) ²⁻	0							
Bicarbonato (HCO ₃) ⁻	49							
Sulfato (SO ₄) ²⁻	3.1	250						
Cloruro (Cl) ⁻	4	250						
Fluoruro (F) ⁻	0.11	1.5						
Nitrato (NO ₃) ⁻		45						
ESTABILIDAD DEL AGUA (INDICE LANGELIER)								
			A	25	°C p H ₂	7.1	p H ₂	9.1
								15 -2.0

OBSERVACIONES:

RESULTADOS EXPRESADOS EN mg/l, EXCEPTO (*)

ANALIZO

RECIBIDO

CONFORME



GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO
COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
JEFATURA DE OPERACION DE SISTEMAS RURALES DE
AGUA POTABLE Y CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA

Tabla 94.

LABORATORIO

INFORME DEL ANALISIS FISICO-QUIMICO No. 79-225

MUESTRA TOMADA O REMITIDA POR: JEFATURA TOLUCA

FUENTE: NORIA (MANANTIAL)

MUNICIPIO: TEXCALTITLAN LOCALIDAD: EL PEDREGAL
ESTADO: DE MEXICO

FECHAS: DE MUESTREO: 1-XII-79 DE RECEPCION: 3-XII-79

DE ANALISIS: 4-XII-79

Turbiedad: 1 (Max. 5)^u Color: 0 (Max. 10)^u Temperatura: 25°
Olor: INODORA Hum. de Olor: PH: 7.4
Sólidos Totales: 86 (500-1000) Sólidos Disueltos
Pérdidas por Calcificación Conductividad Eléctrica μ mhos

DETERMINACIONES	ANALISIS	NORMAS	DETERMINACIONES COMO CaCO ₃	ANALISIS	NORMAS	DETERMINACIONES	ANALISIS	NORMAS
Silica			Alcalinidad F	0		Amoníaco en N		0.50
CO ₂ libre			Alcalinidad total	50	100	Nitrilos, en N		0.05
Calcio (Ca)	10		Dureza total	52	300	Nitratos, en N	0.40	5.00
Magnesio (Mg)	7	125	Dureza carbonato	50				
Hierro (Fe)	0.01	0.3	COMBINACIONES HIPOTETICAS					
Manganeso (Mn.)	0.01	0.05	BICARBONATO DE CALCIO 39					
Sodio (Na) calc.	2		BICARBONATO DE MAGNESIO 38					
			CLORURO DE MAGNESIO 2					
			CLORURO DE SODIO 4					
Carbonato (CO ₃) ^u	0		ESTABILIDAD DEL AGUA (INDICE LANGELIER)					
Bicarbonato (HCO ₃) ^u	61		A 25 °C p H ₂ 7.4 p H ₂ 8.7 15 -1.3					
Sulfato (SO ₄) ^u	0	250						
Cloruro (Cl) ^u	4	280						
Fluoruro (F) ^u	0.81	1.5						
Nitrato (NO ₃) ^u		45						

OBSERVACIONES:

RESULTADOS EXPRESADOS EN mg/l, EXCEPTO (*)

ANALIZO: REVISO: CONFORME:

EC. JORGE VITELLO A. J.F.B. CELESTINO BRITO C. ING. SALVADOR HERNANDEZ PACHECO.

Aspectos diversos de este cultivo particular. Esta granja posee el control de todas las fases del cultivo; o sea, posee su propio pie de cría, huevo, alevín, cría juvenil, comercial, y de estos organismos con tamaño comerciales se seleccionan los mejores en cuanto a sus características morfológicas y estéticas, para ir renovando y optimizando el pie de cría. No obstante se importan 100,000 huevos anualmente.

Respecto a la alimentación se utiliza el alimento nacional que es fragmentado mediante un molino de mano y tamizado posteriormente. La alimentación es manual y se esparce al voleo.

Respecto a los implementos de manejo, estos han sido elaborados y/o adaptados, en su mayor parte por el personal de la granja.

Implementos de trabajo:

Separadores

Cajas de captura

Redes (chinchorro, de mano, para limpieza)

Seleccionadores de tamaños

Transportadores (tanto para movimiento dentro de la granja

como para su movimiento hacia afuera).

Lámparas de luz negra que se colocan en los estanques de crías para promover su alimentación natural, al atraer a los insectos.

Personal. La granja conto en su inicio con un Biólogo Asesor, en la actualidad laboran:

- 1 Biólogo
- 2 Piscicultores
- 2 Peones
- 1 velador
- 1 Chofer
- 1 Administrador

La talla comercial se obtiene en 8 ó 9 meses como promedio, el peso a que se llega oscila entre los 250 g y los 350 g, con una longitud total promedio de 26 a 27 cm.

Proceso de captura, y venta al mercado. Los animales comerciales son atrapados mediante pequeños chinchorros, se reúnen en cajas con fondo de red (todo esto un día antes de la venta), y se mantienen en los raceways. A la madrugada siguiente son sacados y pesados. Se colocan en cajas de poliuretano ó de plástico y se transportan con la mayor rapi-

dez posible (3 horas a México y 1.5 hr a Toluca).

El transporte se realiza de dos maneras:

- 1) Se transporta muerta la trucha en cajas con hielo, y para esto se emplea una camioneta pick up.
- 2) Se transporte viva en un tanque de fibra de vidrio de 2 m de longitud x 1 m de ancho x 0.8 m de profundidad; con 2 bombas de oxígeno, mangueras ó con tanques de oxígeno y aereadores, y se emplea un camión de 3 toneladas.
- 3) Se está realizando un estudio para ver la conveniencia de vender una parte ahumada.

Lugares de Venta

En México: Mercado de San Juan
Mercado de La Viga
Restaurante La Pérgola
Restaurante Les Moustaches
Restaurante Winston Churchill
Restaurante Mediterranéé
Centro Comercial De Todo

En Toluca: Restaurante Cabaña Suiza
Restaurante Intermezzo
Restaurante Alexander's
Restaurante Del Rey Inn
Restaurante Ciro's
Restaurante El Concorde
Restaurante La Laguna

Otras granjas independientes

La Cañada. Empresa comunal, con capacidad de 6 a 8 toneladas anuales cuentan con estanquería rústica. Su producción es de 2 a 3 toneladas.

San Pedro Atlapulco Empresa comunal, con capacidad de producción de 6 a 8 toneladas anuales, cuentan con estanquería rústica y parte es de concreto. Su producción es de 3 a 4 toneladas.

Granjas estatales

La granja estatal más importante del país, desde el punto de vista de producción comercial esta La Granja de Matzinga; que se encuentra localizada en el Municipio de Tlilapan, Ver. se encuentra a 10 km al sur de Orizaba, Ver., por la carretera

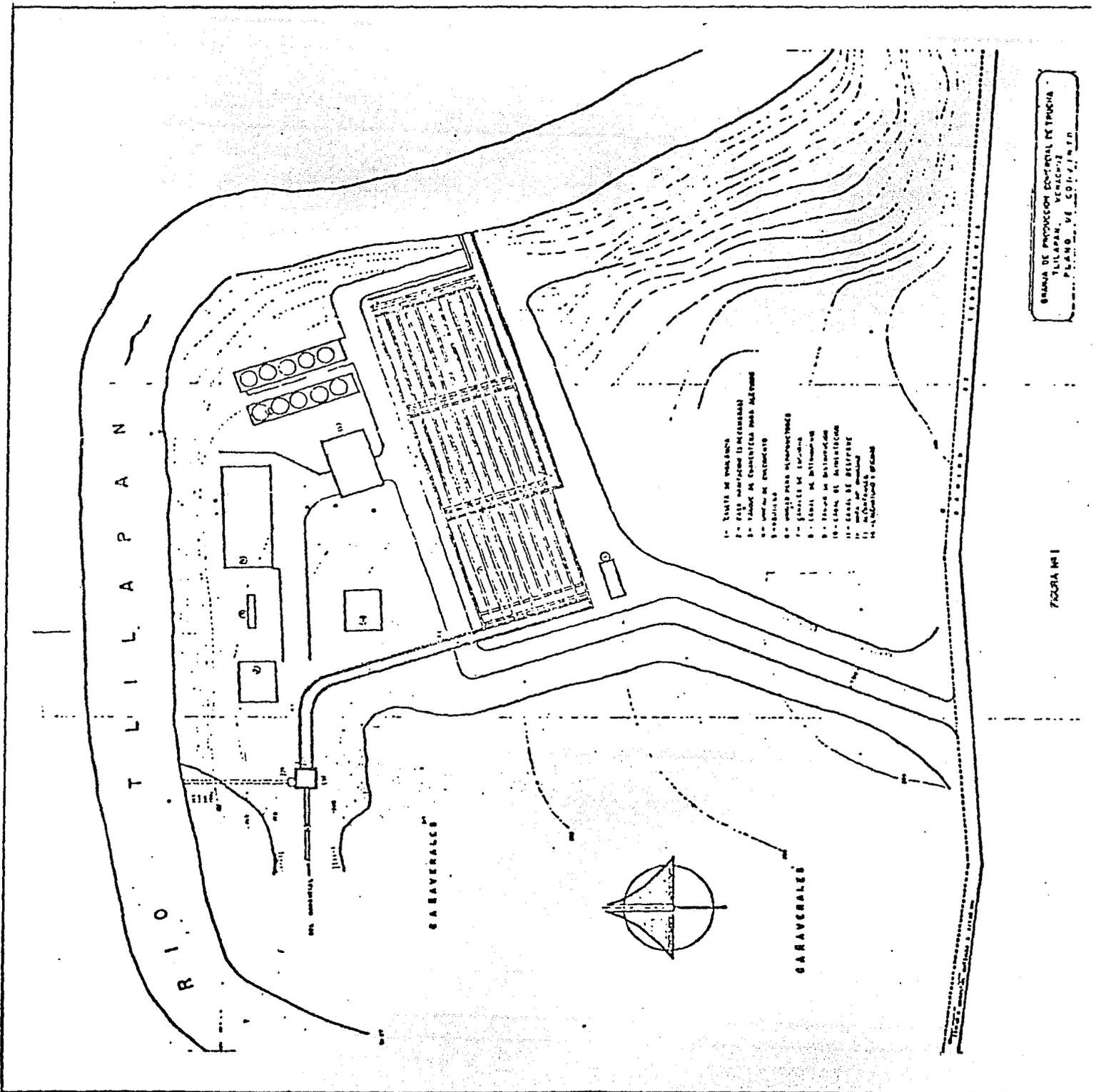
ra asfaltada vía Zongolica, a una latitud norte de $18^{\circ} 50'$ y una longitud oeste de $97^{\circ} 05'$. Con una altitud de 1200 m.s.n.m., el clima es semi-cálido húmedo; con una temperatura media anual entre 18°C y 22°C , con influencia de vientos durante 6 meses y una precipitación media anual de 1,500 a 2,000 mm. (Fig 50).

El sistema de abastecimiento del agua lo constituyen 3 manantiales Agua Negra, La Gruta y Matzinga que son tributarios del río Tlilapan siendo este último afluente del río Blanco que desemboca en la laguna de Alvarado, formando parte de la cuenca del río Papaloapan. Los tres manantiales tienen un volumen de $4.3 \text{ m}^3/\text{s}$, pero sólo se utiliza el manantial de Matzinga que provee de $1 \text{ m}^3/\text{s}$ y que se encuentra a 500 m del terreno de cultivo.

Calidad del agua: Temperatura	18°C
Oxígeno disuelto	5 mg/l
Alcalinidad por bicarbonatos	25 mg/l
Dureza total	240 mg/l
pH	7

La capacidad de producción es de 60 toneladas de trucha de tamaño comercial y 840,000 crías (de 5 a 7 cm) para venta. En 1981 y 1982 se obtuvo 1'000,000 de crías.

Fig. 50. Plano de la Granja de Producción Comercial de Trucha en Tlilapan, Ver., (mejor conocida como Matzinga) (Orbe, 1980)



Instalaciones

1 casa habitación	8 incubadoras verticales
1 laboratorio	12 tinas de fibra de vidrio de 4 m de largo x 0.6 m de ancho x 0.35 m de profundidad
1 oficina	
1 bodega	
1 almacén para alimento	26 tanques circulares de fibra de vidrio de 1.83 m de diámetro x 0.9 m de profundidad
1 caseta de vigilancia	
1 unidad de crecimiento (caseta de incubación y alevinaje)	30 canales de corriente rápida ó raceways de 30 m de largo x 3 m de ancho una profundidad de 0.95 a 1.1 m
	10 tanques circulares de 4.2 m de diámetro x 0.9 m de profundidad
	1 tanque de cuarentena

Capacidades de carga de los reservorios y gasto de agua

Incubación. Se incubarán 1'446,000 huevos; 90,375 por incubadora (aunque se pueden incubar hasta 1'600,000).

El flujo de agua es de 0.4 l/s/incubadora, lo que hace un to-

tal de 3.2 l/s. La duración de esta fase es de 60 días, en los que se incuban 2 lotes de huevos durante 30 días cada uno. (Orbe, 1980). La temperatura del agua la bajan a 12°C mediante un enfriador.

La mortalidad en esta fase se calcula en un 17% por lo que se espera finalizar con 1'200,180 alevines.

Para los alevines se utilizan las 12 tinas de fibra de vidrio que tienen un gasto total de 16.2 l/s, en esta fase que dura 60 días se manejan 1'200,000 crías de 1.0 cm de longitud. La mortalidad se calcula en 13.3% por lo que al final de la fase se obtienen, 1'040,400 crías de 3 cm.

Para el crecimiento se utilizan los 26 tanques circulares que tienen un gasto total de 95.42 l/s. Aquí se manejan 1,040.000 crías de 3 cm de longitud promedio divididas en dos lotes.

La mortalidad prevista para esta fase es del 2%, quedando con esto 1'020,000 juveniles de 7 cm de longitud promedio. De estos se separan 313,000 organismos para la engorda y el resto se distribuyen en trabajos de extensionismo.

Engorda. Se utilizan los 30 raceways que gastan 770 l/s en

total y cada raceways puede soportar 22 kg/m^2 . La mortalidad calculada para esta fase, que dura 9 meses, se calcula en 4% por lo que al final de la engorda la granja programa obtener, en su funcionamiento óptimo, 300,400 truchas comerciales (de 200 g a 250 g) lo que equivale a 61,091 kg que se programan cosechar en 6 semanas obteniéndose un promedio de 10 toneladas semanales.

Reproducción. Se utilizan 10 estanques circulares que tienen un gasto total de 75 l/s. En un principio la granja recibió el huevo del Centro Piscícola del Zarco, pero cuando la granja esté en funcionamiento total, se requerirán de 1,125 kg de reproductores en proporción de 2 hembras por macho para obtener un total de 1,500,000 de huevos. (Orbe, 1980).

Alimentación. Los técnicos de la granja calculan un factor de conversión de alimento de 3:1 por lo que para obtener las 60 toneladas se requieren 202.5 toneladas de alimento granulado.

Control. Los parámetros físico-químicos del agua, temperatura, oxígeno disuelto y pH, son registrados junto con la mortalidad, diariamente; semanalmente la dureza y la alcalinidad y quincenalmente se lleva registro de las tallas y pe-

sos de los organismos.

CALENDARIO DE ACTIVIDADES DE LA GRANJA DE TRUCHAS EN TLILAPAN, VER.

No. de Meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	24	
Incubación	X	X															
Alevinaje		X	X														
Crecimiento			X	X	X	X											
Engorda					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Cosecha y selección de reproductores																X	
Reproducción																	X

Producción y demanda de trucha en el Estado de México

Según los datos proporcionados por la Delegación del Estado de México, la demanda es de 3,594,500 truchas y la producción es de 710,778 truchas por lo que hay un déficit de 2,883,722 truchas.

Si se cubre el déficit se alcanzaría una producción por acuacultura semi e intensiva (excluyendo las empresas indepen-

EDO. DE QUERETARO

EDO. DE HIDALGO

EDO. DE CHOACAN

DISTRITO FEDERAL

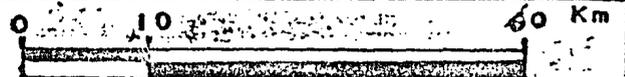
EDO. DE MORELOS

Figura 51



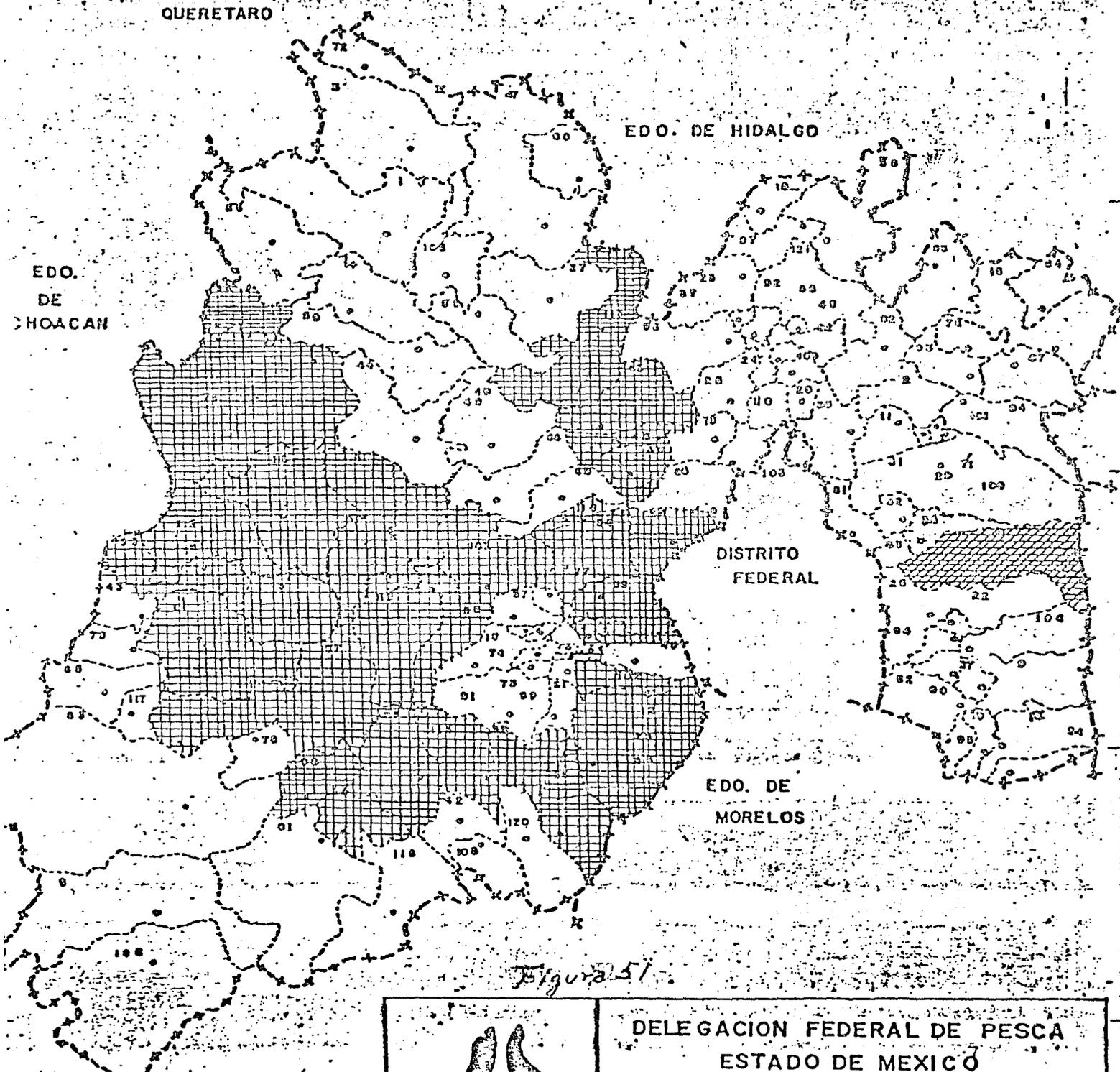
DELEGACION FEDERAL DE PESCA
ESTADO DE MEXICO

DISTRIBUCION DE TRUCHA



CARTA 15.

EDO. DE GUERRERO



dientes) de:

Trucha 35 jaulas 850 kg/jaula _____ 29.75 toneladas

5 jaulas de producción _____ 100.00 toneladas
20 toneladas/unidad

400 ha. de estanques familiares
2.5 ton./ha. _____ 1000.00

Localidades con siembra inmediata en jaulas flotantes

		# Crías	Producción Esperada
Valle de Bravo	10 jaulas, 2,700/jaula	27,000	8.5 ton/año
Presa Iturbe	10 jaulas 2,700/jaula	27,000	8.5 ton/año
Presa Brokman	10 jaulas 2,700/jaula	27,000	8.5 ton/año
Casas Viejas	5 jaulas 2,700/jaula	13,000	4.25 ton/año

En las gráficas de la siguiente página se puede observar la distribución de la trucha en el Estado de México y la Piscifactoría de Tiacaque que es la más importante en el mismo estado. (Figs. 45 y 51).

Pesca Deportiva

La pesca deportiva de la trucha se centra principalmente en

el Estado de México, en primer lugar por la abundancia de sus cuerpos de agua propicios y por la cercanía con el Distrito Federal. Se lleva a cabo en los embalses y ríos de la entidad, sobresaliendo Valle de Bravo, La presa Brockman - donde se han capturado los mejores ejemplares -, Presa La Victoria, Las Lagunas de Zempoala; y en menor proporción en las Lagunas del volcán Xinantecatl y en los 10 ríos de Villa del Carbón. Se han iniciado proyectos de promoción en la presa Iturbide. Tlazala Fabela, que implicaría la participación de 250 productores; donde, además de la explotación de trucha en jaulas flotantes, también se practica tradicionalmente la pesca deportiva con promedio de 400 visitantes al mes. Otra presa es la Trinidad Fabela en Atlacomulco.

La veda para la pesca deportiva de trucha va del 15 de octubre al 15 de febrero. Se establece como límite de captura diaria: 5 ejemplares con talla mínima de 20 cm de longitud furcal.

En 1974 hubo una excepción y se realizó una veda anual.

Comercialización y aspectos del mercado

Según se menciona en El Programa Nacional de Acuicultura SAM Acuicultura de 1981, la producción generada se orientará a

incrementar la oferta nacional de esta especie SAM, y mediante precios accesibles, parte de la producción, se pondrá a la venta al público tanto en mercados rurales como urbanos. Esto se lleva a cabo mediante la empresa paraestatal Productos Pesqueros Mexicanos (PROPEMEX) y sus filiales para movilizar y comercializar los excedentes de producción que se generen en las unidades de producción tanto estatales como independiente, coordinándose para tales fines con el programa CONASUPO COPLAMAR.

Las empresas independientes dirigen su producción mayoritaria a los principales centros gastronómicos del Distrito Federal, Edo. de México, Acapulco, Gro. Veracruz, Puebla, Jalisco y algunos intentos en pequeña escala, de importar al sur de los Estados Unidos.

Ultimamente no se han realizado estadísticas a fondo por parte de la Secretaría de Pesca y sólo se cuenta con un reporte de 1978 de la Oficina de Análisis de Mercados de la Dirección de Fomento Pesquero.

Producción Nacional. Hasta 1978 la producción nacional de la trucha arco iris no había sobrepasado las 50 toneladas y en 1969 se registro la más baja producción con menos de 500 kg y la más alta se registró en 1975 con un poco más de 47

toneladas; hasta 1978 el mayor porcentaje provenía de Veracruz (Naranjos, La Laja, Catemaco y Coatzacoalcos). El Zarco que es el centro más importante con fines de siembra produjo en 1971 1'682,946 de crías.

Actualmente, con los apoyos financieros, el mejor conocimiento de las técnicas de cultivo, la participación del sector privado y de sectores populares (ejidos, cooperativas, etc.) se calculan unas 200 toneladas anuales.

Canales de distribución. La distribución del producto la realizan intermediarios, lo que provoca una alza en el costo del producto. De las empresas independientes sólo El Pedregal no utiliza intermediarios.

El costo por kilo, en 1978 fluctuó de \$ 80.00 a 120.00; en 1982 el costo por kilo fluctuó de \$ 160.00 a \$ 220.00, aunque debido a la inestabilidad económica del país, a fines de 1982 llegó a \$ 250,00 el kilo en su presentación de trucha viva. Y actualmente (1983) el costo por kilo de trucha muerta es de \$ 500.00.

Los principales distribuidores son:

Distribuidora Mexicana de Pescados y Mariscos

Central Abastecedora de Productos Pesqueros

Medina Hnos.

La Sanitaria

El Salvador

Estos dos últimos distribuidores trabajan principalmente la trucha importada de Japón, Alemania, Dinamarca y Estados Unidos.

Comercio Exterior

Hasta 1978 la exportación de trucha comercial no rebasaba las 35 toneladas, en 1974 se exportaron 3.5 toneladas y en 1976 se exportaron 35 toneladas. La exportación que se destina a Estados Unidos, como ya se mencionó anteriormente se distribuye en 2 presentaciones: fresca y congelada.

Importación. Hasta 1978 se llegó a importar hasta 12 toneladas de trucha comercial congelada. Es un renglón importante mencionar la importación de huevo oculado y su costo mínimo es de aproximadamente \$ 38,000 por 100,000 huevos. Se calcula que anualmente se importan 1'000,000 de huevos, no obstante, en casos de epidemia en los centros de Pesca se ha recurrido a mayor importación.

Presentación de la trucha: La trucha arco iris se vende:

Congelada

Refrigerada

Fresca

Viva

Ahumada

Problemática del Mercado. No obstante que la trucha arco iris se encuentra entre las dos mejores especies de agua dulce, en cuanto a calidad para consumo humano, ésta no era muy conocida a nivel popular hasta antes de 1980, y generalmente solo se consumía preferentemente en centros gastronómicos especializados en cocina internacional.

El poco consumo, la falta de programación en la producción constante y el alto costo de construcciones hacían de la trucha un producto caro y de suministro inconstante. Este suministro inconstante dentro del mercado era un aspecto negativo para las ventas.

Su difusión ha aumentado al ser considerada dentro de las especies del SAM y al aumentar los incentivos para su producción a todos los niveles.

Otro aspecto del mercado que se ha mejorado es el peso comercial, esto debido principalmente al sector independiente, que ha logrado aumentar la aceptación de trucha con más peso, antes se consumía más trucha de 250 g, actualmente se consume más trucha de 300 a 400 g.

6.6 *Cultivo de trucha arco iris en otros países*

Canada. Existe gran actividad de truticultura extensiva y cultivos semi-intensivos en lagos llamados de "pradera" que se congelan en el invierno y por lo tanto no soportan una población constante, pero si permiten una cosecha anual. Esta actividad principalmente se realiza en la parte central de Canadá en las regiones de Manitoba y Saskatchewan.

La alimentación base en estos lagos es el camarón de agua dulce ó acocil, Gammarus lacustris, y se siembran 200 por acre (3461.04 m²) que posean una longitud promedio de 6.25 a 7.5 cm de longitud furcal.

Las truchas se siembran a finales de abril y se cosechan a mediados de octubre, con un peso promedio de 397.6 g y 27.5 cm de longitud total.

La trucha arco iris y sus variedades se propagaron en 1887,

y su propagación ha ido incrementándose, (Tablas 95-98, Fig 51, Mac Crimmon et.al. 1974).

TABLA 95

DISTRIBUCION DE TRUCHA Y TIMALO DE LAS PISCIFACTORIAS ESTATALES EN: CANADA, (MC CRIMMON ET.AL. 1974)

AÑO	CANTIDAD
1880	1,230,000
1900	4,446,000
1915	21,538,000
1935	83,223,000
1950	38,664,000
1971-72	21,940,000

TABLA 95

PRODUCCION ANUAL ESTIMADA DE LAS PISCIFACTORIAS ESTATALES DE CANADA, EXPRESADA EN KILOS (MAC CRIMMON, ET.AL. 1974)

AÑO	CANTIDAD DE TRUCHA Y TIMALO
1880	2043
1900	6810
1915	32,688
1935	392,256
1950	404,514
1971-72	328,696

TABLA 97

PISCIFACTORIAS ESTATALES E INDEPENDIENTES DE CANADA, 1857-1973
(MAC. CRIMMON, ET.AL. 1974)

Provincia	Nombre	Años de Operación	Agencia	Especies
Prince Edward Island	Kelly's Pond	1906-1960	Federal	Salmón del Atlántico, Trucha de Lago, de Arroyo y arco iris
Newfoundland	Upper Long Pond	1887-1895	Privada	Trucha Café, Arco iris y de Lago
	Murray's y Butler's Ponds	1895-	Privada	Trucha Arco iris
Nueva Escocia	Bedford	1875-	Federal	Salmón del Atlántico, Trucha de Lago (1887) Trucha de Arroyo y Trucha Café
	Middleton	1912-	Federal	Salmón del Atlántico, Trucha de Arroyo y Trucha Arco iris
New Brunswick	St. John	1912-	Federal	Salmón del Atlántico, Trucha Arco iris Café y de Arroyo
Quebec	St. Alexis des Monts	1923	Provincial	Salmón del Atlántico, Trucha Arco Iris, de Arroyo y Café
	Baldwin Mills (Lago Lyster)	1923	Provincial	Salmón del Atlántico, Trucha Arco Iris, de Arroyo, de Lago
	Mont Tremblant	1955	Provincial	Salmón del Atlántico, Trucha Arco Iris, de Arroyo y de Lago
	Cantons de l'Est	-actuali dad	Provincial	Trucha Arco Iris, de Arroyo, de Lago y Ca fé

TABLA 97. (CONTINUACION)

Provincia	Nombre	Años de Operación	Agencia	Especies.
Ontario	Newcastle	1868-1914	Federal	Trucha Arco Iris 1887
	Ottawa	1890-1911	Federal	Trucha Arco Iris 1910
	Puerto Arturo	1912-1926	Federal	Trucha Arco Iris (1913), Trucha de Lago, de Arroyo, Salmón del Atlántico
	Normandale	1917-	Provincial	Trucha, de Arroyo,
	Normandale Ponds	1925-	Provincial	Trucha Arco Iris, de Arroyo
	Warton	1926-	Provincial	Trucha Arco Iris, de Lago, de Arroyo, Salmón del Atlántico
Saskatche	Fort Qu'Apelle	1915-1960	Federal	Trucha Arco Iris
Alberta	Banff	1914-1958	Federal	Trucha Arco Iris
	Waterton Lakes	1928-1960	Federal	Trucha Arco Iris
	Jasper (Maligne River)	1939-	Federal	Trucha Arco Iris
	Calgary	1941-	Provincial	Trucha Arco Iris
Columbia Británica	Fraser River (Bond Acord)	1883-	Federal	Trucha Arco Iris
	Pemberton	1906-	Federal	Trucha Arco Iris
	Stuart Lake	1908-	Federal	Trucha Arco Iris
	Cowichan	1911-	Federal	Variedad Kamloops
	Gerrard	1912-1952 (In 1938 pasó a ser Provincial)	Federal	Variedad Kamloops

TABLA 97. (CONTINUACION)

Provincia	Nombre	Años de Operación	Agencia	Especies
	Cultus Lake	1916-1949	Federal	Trucha Arco Iris Variedad Kamloops
	Lloyd's Creek (en 1949 pasó a ser Provincial)	1922-1958	Federal	Trucha Arco Iris Variedad Kamloops
	Cranbrook	1923-1964	Federal	Trucha Arco Iris
	Kalso	1938-1950	Provincial	Trucha Arco Iris
	Puntledge	1948-1958	Provincial	Trucha Arco Iris
	Summerland	1938-	Provincial	Trucha Arco Iris
	Loon	1951-	Provincial	Trucha Arco Iris
	Kootenay (Wardner)	1965-	Provincial	Trucha Arco Iris
	Fraser Walley (Abbotsford)	19 ?	Provincial	Trucha Arco Iris

TABLA 98

PRODUCCION SALMONICOLA DE CANADA EN 1972, (MAC CRIMMON ET.AL. 1974).

Tipo de Piscifactoría	Número	Peso (en kg)
Federal (21)	10,903,560	137,644.62
Provincial (31)	21,526,954	260,532.44
Privadas Piscifactorías (163)		
Venta viva	11,702,241	132,260.18
Venta Doméstica	884,204	298,753.79
Truticultores de Pradera (113)		
TOTAL	45,236,215	882,309.04

NOTA: Del total de la Producción Gubernamental, en 1972 la Trucha Arco iris representa el 28.7% (por número) y el 34.9% (por peso); y dentro de la producción privada esta especie representa el 40% (por número) y el 82% (en peso). Esto es considerando Producción Acuacultural. Si se considera la Producción Comercial se tiene:

La producción total fué: 12,805,701 en número y;
484,131.98 kg en peso

De esto fué el 40% para la trucha, y de este porcentaje, el 79% se dió como venta viva y el 21% como venta doméstica.

En relación a peso, la trucha representó el 82%, y de éste, el 74% se dió como producción de alimento de las piscifactorías.

Peso Comercial. El peso comercial en Canadá va de 171 g a 285 g y se llega a exportar trucha de hasta 2.27 kg.

La gran mayoría de las piscifactorías privadas de Canadá se dedican (hasta 1972) al monocultivo de las truchas arco iris.

La producción mundial doméstica de salmónidos para consumo humano comúnmente excede los 57,658,000 kg., de esta producción Canadá aporte el 1% (El dato sobre la producción mundial es parcial, porque no se considera la producción de Rusia ni la de Latinoamérica), (Tabla 99). (Mc Crimmon, et.al. 1974).

TABLA 99

PRODUCCION MUNDIAL PARCIAL DE TRUCHA Y SALMON PARA CONSUMO HU
 MANO EN 1970. POR CULTIVO. (MAC CRIMMON ET.AL. 1974)

PAIS	TONELADAS
Italia	13,084,280
Dinamarca	11,486,200
Francia	10,896.000
Japón	8,536.600
Estados Unidos	5,673.184
Alemania Occidental	3,995.200
Finlandia	1,130.460
Noruega	998.800
Grecia	726.400
Gran Bretaña	603.820
Austria	399.520
Canadá	351.850
Suecia	263.320
Bélgica	136.200
Irlanda	120.764
Polonia	103.512
Holanda	35.412
Hungría	9.988

Importación. Canadá importa de los Estados Unidos, entre huevo y peces, la cantidad de 11 millones de organismos, provenientes en especial de Washington, Idaho, Montana y Nueva Inglaterra. Se llevan a cabo cambios interprovinciales entre piscifactorías federales y privadas que alcanzan los 2'840, 000 millones de huevo y crías de trucha arco iris. (Tabla 100). (Mac Crimmon, et.al. 1974)

TABLA 100

IMPORTACIONES CANADIENSES Y TRANSFERENCIAS INTERPROVINCIALES DE HUEVOS OCULADOS Y CRIAS DE TRUCHA ARCO IRIS, EN 1972, (MAC CRIMMON ET.AL. 1974)

IMPORTACIONES		TRANSFERENCIAS INTERPROVINCIALES	
Huevos	Crías	Huevos	Crías
6,655,000	4,080,000	2,344,700	401,975

Se importa trucha comercial de; Dinamarca, Gran Bretaña, Estados Unidos, Japón, y Portugal, que en 1972 alcanzó la cantidad de: 977.776 toneladas, y las formas de presentación en que era importada fueron: Congelada (la mayoría); Enlatada y Ahumada. (Tablas 101, 102).

TABLA 101

IMPORTACIONES CANADIENSES DE TRUCHA ARCO IRIS DURANTE 1972,
(MAC CRIMMON ET.AL. 1972)

País Exportador	1967 Toneladas	1968	1969	1970	1971	1972
Dinamarca	260.596	247.884	187.048	59.928	20.430	2.678
Gran Bretaña	-	-	-	12.258	0.681	6.765
Japón	168.434	249.700	181.146	124.85	733.66	909.452
Portugal	-	-	-	-	-	0.545
Estados Unidos	24.970	43.130	51.756	93.978	56.296	58.40

TABLA 102

TIPO DE PRESENTACION DE LA TRUCHA IMPORTADA

	País Exportador
Refrigerada	Gran Bretaña
Refrigerada y Congelada	Japón
Refrigerada y Congelada	Estados Unidos
Enlatada y Ahumada	Dinamarca
Enlatada	Portugal

No obstante su alta producción, Canadá considera como países potenciales de exportar trucha a Canadá: Los países de Latinoamérica, Hon Kong, Corea, Holanda, Noruega y Suecia.

Mercado. Hasta 1972, en Canadá no existía un mercado perfectamente establecido en cuanto a su organización de producción, ventas y precios, de ahí los problemas de sobreproducción en determinados puntos, y la carencia en otros lo que repercutía en el alto grado de importación. Esto es, mientras que la mayoría de los productores privados centraban sus ventas en restaurantes, hoteles locales, vendiendo su producto vivo; los llamados "granjeros de praderas" realizaban ventas domésticas y auto consumo.

No existía una legislación pesquera para la trucha en cuanto a precios, ni apoyos estatales hacia los productores independientes.

Debido al desconocimiento de un mercado publicitario adecuado los productores locales competían desfavorablemente con los productos de importación, (Mac Crimmon, 1974), cosa semejante a lo que sucede en México.

Precios. Para el huevo oculado el precio varía de \$ 3.00 a \$ 6.50 dólares el ciento, (\$ 650 dólares el lote de 100,000

TABLA 103

ESTRUCTURA DE PRECIOS EN CANADA DURANTE 1972. (MAC CRIMMON ET.AL. 1972)

Producto	Al Distribuidor	Al Mayoreo	Al Menudeo
Importaciones Refrigeradas y Congeladas (Japón y Esta- dos Unidos)	\$ 0.57	\$ 0.80-0.90	\$ 0.95-1.10
Producto Local	\$ 0.50-0.60	\$ 0.85	\$ 1.50-1.80
Ventas directas por peso de 228 g		\$ 0.90-1.60	\$ 1.10-1.90
De 2.27 kg		\$ 3.00-3.50	
Ventas directas por pieza			
De 25. cm		\$ 1.25 c/u	
De 27.5 cm		\$ 1.67 c/u	

Del total de alimento consumido en 1972, el 84% fué granulado, el 10% consistió en hígado y bazo de res, y el 6% de camarón marino. El costo del alimento era de:

Pellets ó granulados - \$ 0.33 de dólar - \$ 0.36 dólar/kg

JAPON. El cultivo de la trucha es muy similar en la mayoría de sus aspectos, al utilizado en los Estados Unidos, aunque difiere en el aspecto del fondo de los estanques para crías y de corriente rápida, estos tienen una capa de guijarros.

Los japoneses emplean una dieta específica para cada estadio del cultivo, (Tabla 104). No obstante que su dieta varía, la dieta óptima es considerada de acuerdo al siguiente porcentaje:

Proteína	60%
Grasa	25%
Carbohidrato	10%
Vitaminas y Minerales	5%

Esta dieta es complementada con alimento natural (insectos que son atraídos mediante lámparas colocadas en los estanques-alimentación nocturna).

Aquí también llevan a cabo el cultivo en agua salada, siendo la primera granja, la situada en la Bahía de Okashi en la Prefectura de Miyagi, y donde trucha de un año de 23 cm es aclimatada en cajas flotantes colocadas a 150 m de la costa, la

alimentación es mediante granulados, y después de 9 meses se cosechan truchas de 40 cm de longitud.

Los biólogos japoneses han experimentado a manera de cultivo semi-intensivo con un método muy original - con base en la conducta aprendida por medio de reforzamiento, tal como Skinner lo menciona para otros animales (ratones, perros, gatos, etc.). Una vez aclimatada la trucha en el mar, es liberada, observándose que ésta regresa diariamente a alimentarse, esto se logra mediante un alimentador automático que funciona cada cierto intervalo de tiempo. De este modo, se logró cosechar en 1971 trucha de 1.2 kg después de 1 año en el mar y de 2 a 2.5 kg después de 2 años.

DINAMARCA. Este país es uno de los principales exportadores de trucha arco iris. Siendo importante por lo tanto que: Los cultivos daneses no se ven favorecidos con primaveras isotérmicas, como los de los Estados Unidos, lo que hace que nunca puedan llegar a ser tan eficientes como las mejores trutifactorías porteamericanas, no obstante cuentan con otra serie de ventajas.

- Los costos de construcción son mucho menores que en Estados Unidos

TABLA 104

CAPACIDAD DE CARGA Y ALIMENTACION PARA TRUCHA ARCO IRIS, CAFE Y DE ARROYO EMPLEADA POR LOS JAPONESES, (BARDACH, J. ET. AL. 1972)

Longitud (cm)	Tamaño del estanque m ²	Profundidad del estanque m	# de truchas	Dieta
2.5	1.4	0.3	-	Ninguna
2.5-3	1.4	0.3	-	Bazo e Hígado de res trituroados; lombrices acociles (Gammarus).
3 - 5	1.4	0.3	-	Hígado de res, 50% carne ó carne de pescado-20%, restos de pescado-10%, crisálidas vivas-20%, todos los ingredientes son picados y amasados.
5 - 7	42	0.4	10,000	Pescado picados-40%, crisálidas vivas-40%, hígado de res-20%
7 - 9	80	0.65	10,000	Harina, salvado de arroz y arroz crudo 20%, varios alimentos animales-80%
9 - 15	210	1.0	1,000	Harina, salvado de arroz y verduras-20% varios alimentos animales.
15-20	400	1.3	10,000	Harina, salvado de arroz y verduras-25%, varios alimentos animales-75%
20-25	400	1.3	400	Harina, salvado de arroz y verduras-25%, varios alimentos de animales-75%
25-30	400	1.3	200	Harina, salvado de arroz y verduras-25%, varios alimentos de animales
30-40	400	1.3	100	Harina, salvado de arroz y verduras-25%, varios alimentos de animales-75%.

- La mayoría funciona con estanques de tierra y por esto y la excelente calidad de alimento, se obtiene una trucha exquisita.
- La cercanía del Mar Báltico y el Mar del Norte provee una excelente fuente de alimento barato en la forma de pescado y sus desechos.
- El pequeño tamaño del país y sus excelentes vías de comunicación hace que los gastos de transporte sean mínimos entre las granjas, los lugares de pesca deportiva y las estaciones de investigación.
- El gobierno y otras industrias han fomentado el cultivo de la trucha.

La zona principal de producción se concentra en Jutlandia, donde en 1971 había cerca de 600 granjas, cuya producción se vende viva o refrigerada a toda Europa y enlatada ó congelada al resto del mundo. Según Bardach, J, et. al. (1972), el 90% de la producción local se exporta y el 10% es consumo local.

Aspectos del cultivo danés

Las truchas son mantenidas en reservorios de fibra de vidrio

6 de concreto hasta que alcanzan los 5 cm de longitud furcal.

Una típica granja danesa presenta las siguientes características: Un embalse es represado y se construye una serie de estanques entre 35 y 60 - cada uno de 30 m de largo x 10 ó 12 m de ancho,- conectados a una canal de desagüe.

Los factores de conversión van de 5.1 a 7.1 kg y la edad de la trucha comercial que se exporta va de 14 meses a 2 años.

Cultivo marino. Dinamarca junto con Japón fueron los pioneros de los cultivos en aguas salobre y salada. En 1971 habían 8 granjas de este tipo, (Mac Crimmon, 1982).

ESTADOS UNIDOS. La trucha arco iris representa la segunda especie en importancia que se consume, después del bagre. En 1978 se vendieron 13,608.377 toneladas de trucha. En este país debido a la tecnología y enorme cantidad de cuerpos de agua óptimos, con que cuenta; posee una gran cantidad de razas de la trucha arco iris. Alta tecnología, la investigación constante y la calidad óptima de la alimentación hacen que los truticultores obtengan trucha comercial en 5 ó 7 meses de cultivo; (Lovell, 1979).

En este país es donde se encuentra la trutifactoría más gran

de del mundo. La Snake River Trout Company, que está cerca-
na a Buhl en el sureste de Idaho, que recibe 240,000 l/min.
con una temperatura promedio de 15°C, con una producción de
600,000 kg/año en una extensión de 4951.44 m²., aportando el
12% de la producción total de los Estados Unidos. Es capaz
de soportar 100,000 kg/ha. de juveniles, y produce 2.2 kg de
trucha comercial/litro de agua por minuto, (Bardach, J. et. al.
1972).

España - La truticultura en España comenzó su desarrollo a partir de 1960 con 1 trutifactoría y en 1975 existen ya 80 trutifactorías privadas con una producción comercial anual de 5 500 toneladas.

Producción Media por Piscifactoría (hasta 1976)

País	Producción (toneladas)	No. de Pisc.	kg por Piscf. (toneladas)
Francia	15,000	620	24
Dinamarca	13,000	600	22
España	5,500	80	68.75

Consumo Per Capita

Francia	330 gr hab/año
Alemania	250 gr por hab. y año
Italia	250 gr por hab. y año
España	160 gr por hab. y año

Principales Productores de Truchas

País	Producción en kg.
------	-------------------

E.U.A.

18,000,000

País	Producción en kg
Japón .	16,500,000
Italia	16,500,000
Francia	15,000,000
Dinamarca .	13,000,000
España	5,500,000
Alemania	5,500,000

Inversión Española para producir las 5,500 toneladas de truchas = más de 1,500 millones de pesetas (en instalaciones, maquinaria y equipo).

Ventas - Calculando el precio por kg a 180 pesetas de un total de 1,000 millones de pesetas al año.

Creación de Empleos - Derivados directa ó indirectamente = 1000

Exportación - Principalmente a Europa se exportan 500,100 kg con un importe de 75 millones de pesetas.

Se calcula que para 1986 la producción anual podría llegar a 15 000 000 de kg con una inversión adicional de 2 000 millones de pesetas y la creación de 2 000 empleos.

Tiempo de Producción - 15 meses son requeridos para obtener truchas de 200 gr

Importación - Se importaban hasta 1976 100 millones de huevos oculados que equivalían a 20 millones de pesetas.

Calendario de la Producción % de la total

Enero	2	Agosto	15	Mes de menor
Febrero	2	Septiembre	8	venta Agosto
Marzo	6	Octubre	5	
Abril	8	Noviembre	5	
Mayo	12	Diciembre	7	
Junio	15			
Julio	15			

Consumo - El 90 % del consumo se da en la mitad norte de España y sólo un 10% se consumo en la parte sur.

Producción de Truchas en Europa, con expresión de Importaciones y Exportaciones de cada País. Consumo Total y por Habitante

País	Producción kgs	Importa kgs	Exporta kgs	Consumo/habitante total	consumo por
Italia	16,500,000	0	4,000,000	12,500,000	250 grs
Francia	15,000,000	1,500,000	0	16,500,000	330 grs
Dinamarca	13,000,000	0	12,000,000	1,000,000	

País	Producción	Importa	Exporta	Consumo/habitante	consumo por
Alemania	5,500,000	8,000,000	0	13,500,000	250 grs
España	5,500,000	0	0	5,500,000	160 grs

Problemática del Mercado Español

1. Necesidad de Campañas Publicitarias que promuevan el consumo masivo
2. Mayor consumo en restaurantes que en el hogar
3. La menor presencia en las clases sociales populares frena la expansión de consumo, así como la escala frecuencia de hábito entre los consumidores actuales
4. La producción representa un consumo per capita insignificante por lo que nos hallamos muy lejos de la saturación
5. La fortísima polarización del Mercado de Madrid debe ser corregida, garantizando la oferta y provocando la demanda en nuevas áreas de consumo
6. Debe aprovecharse la escasa estacionalidad en la oferta para crear hábitos de demanda lo más constantes posibles.

La solución se dará no sólo por: mejorar la distribución, presión en la oferta, promoción a detallistas, precios todavía más competitivos. Hay que motivar y educar a los consumidores para crearles hábito de consumo. Hay que popularizar su consumo, señalar sus múltiples posibilidades culinarias.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La bibliografía consultada y los datos proporcionados por el autor dan a conocer una información profusa y diversa donde se puede encontrar desde información general hasta información muy específica para la trucha y su cultivo.

Esta sinopsis confirma el alto grado de conocimiento que se ha alcanzado en la bionomía y ciclo de vida de la trucha, si tuación que le ha valido para ser cultivada en todo el mundo. Sobresaliendo la investigación que se lleva a cabo en los países desarrollados y con tradición en el cultivo de la trucha como son Dinamarca, Francia, España, Estados Unidos, Canada, Italia y Noruega cuya tecnología les permite cumplir con el concepto de "la máxima producción en la mínima área".

Respecto a los aspectos de cultivo, en base a la bibliografía

consultada y a la experiencia adquirida por el autor se dan algunas conclusiones y consideraciones tendientes a optimizar el cultivo de la trucha: una de las primeras actividades que se deben de realizar es un proyecto en donde se analize la calidad y cantidad de agua considerando las necesidades de la trucha buscando siempre los rangos óptimos de su tolerancia ambiental y de cantidad de agua. La cantidad de agua mínimamente necesaria para un cultivo de autoconsumo es de 2 a 5 l/seg; para un cultivo semi-intensivo son recomendables 4 a 8 l/seg. y para un cultivo intensivo se considera de 80 l/seg. en adelante.

Es deseable conocer el origen del agua a utilizar para evitar una fuente de contaminación a largo plazo para el cultivo. Esto es evitar que viertan a nuestras aguas desechos de concentraciones urbanas ó escurrimientos de productos agrícolas (fertilizantes y plaguicidas). A la par con estos estudios se deben de analizar muestras de suelo para conocer todas sus características. Posteriormente se realizará un anteproyecto de la infraestructura que se piense construir tomando en cuenta la topografía del lugar para una mejor utilización del espacio y aprovechamiento óptimo del agua, por ejemplo, en montaña donde habrá fuertes desniveles de terreno se recomiendan estanques de forma rectangular ordinaria contruidos a diferentes niveles; en colinas bajas es factible el tipo de pisciu

factoría danesa; en cultivos rústicos se pueden utilizar arroyos de aguas rápidas para alevinaje controlado; utilización de estanques lineales al adecuar antiguos cauces de molinos, serrerías ó acequías de riego, y finalmente se recomiendan los estanques circulares de concreto ó fibra de vidrio cuya circulación tangencial del agua favorece la dispersión regular de los peces.

La forma que se recomienda para los canales de corriente rápida es la de las paredes laterales inclinadas pues éstas soportan una mejor presión del agua; la entrada del agua hacia los canales debe ser semejante a la utilizada en los canales de la granja "El Pedregal" en donde se utilizan entradas de diferente magnitud para una mejor distribución y oxigenación del reservorio.

En relación a la profundidad de los mismos se recomienda una cierta diferencia entre la profundidad inicial y la profundidad final que puede ir desde un 5% hasta un 50% según la longitud. Esta inclinación es importante para la limpieza y para el manipuleo de los animales. En la parte final de los canales deberá existir una especie de receptor que puede abarcar unos dos metros antes de la parte final cuya profundidad es notoriamente mayor que el resto del reservorio.

Esto se recomienda con el fin de bajar el nivel de agua y manipular a los organismos sin tener necesidad de recorrer todo el reservorio.

También debe efectuarse un análisis del mercado real y potencial para aproximar junto con los costos de construcción, el porcentaje de rentabilidad. Buscar los canales de crédito que otorga el gobierno que son los más bajos en interés.

Una vez aprobado el proyecto se debe capacitar a los probables trabajadores que de preferencia deberán ser locales pues esto ayuda a la permanencia del personal en el cultivo y a los costos.

Para el caso de los cultivos semi-intensivos é intensivos los reservorios y su material de construcción son muy importantes recomendándose para la incubación, alevinaje y crías materiales de fibra de vidrio que es un material muy fácil de limpiar, muy manejable, y resistente.

El material recomendado para los reservorios de juveniles, adultos y reproductores es el hormigón, concreto y piedra. El interior de los mismos deberá ir pulido para facilitar su limpieza y evitar el maltrato de peces y redes.

Las magnitudes de estos reservorios dependerán del aporte de agua, del espacio disponible y de los objetivos del cultivo. Dentro del contexto del trabajo en el capítulo correspondiente a instalaciones se mencionan algunas magnitudes de los mismos.

Por lo que respecta al manejo poblacional de los organismos en cultivo, se debe de llevar un control lo más efectivo posible y esto se consigue mediante registros de tallas, pesos, mortalidad, presencia de enfermedades, de frecuencia y cantidad de alimento, número de organismos por reservorio. Estos datos el truticultor podrá substituirlos en las fórmulas de: Tasa Instantánea de Crecimiento (T.I.C.); Factor de Condición Múltiple (KM); Factor de Conversión de Alimento (F.C.A.); Factor de Conversión de Alimento Económico (F.C.A.E_c); Cálculos de Capacidad de Carga Optima para cada reservorio y Análisis de Costos. Y cuya interpretación y valor indicará si el truticultor va en el rumbo correcto ó necesita corregir detalles. Se recomienda tomar datos diarios de temperatura, pH, cantidad de alimento suministrado, mortalidad. Mientras que los registros de tallas, pesos, oxígeno disuelto, cantidad de flujo de agua pueden realizarse cada 2 semanas y como mínimo cada mes. El conteo del número de organismos por reservorio deberá realizarse cada vez que los organismos se cambien de reservorio.

El análisis físicoquímico completo del agua se deberá de hacer por lo menos 2 veces por año.

Así mismo a lo largo de un ciclo de cultivo (que comprende desde el huevo hasta la obtención de trucha comercial de 250 a 350 gr) las truchas de los distintos reservorios deberán ser agrupadas en tamaños homogéneos mediante los seleccionadores ó tamices, por lo menos 4 veces. Todas estas actividades permitirán hacer estimaciones de cosechas y tener una producción sostenida.

Respecto a las granjas que posean reproductores se recomienda tenerlos en estanques circulares para un manejo más práctico de los mismos. Para su alimentación es deseable que se les varíe su dieta artificial combinando granulados secos con hígado ó bazo de res, sangre de res cocida. Esto con el fin de disminuir el daño de los granulados secos que al ser consumidos durante mucho tiempo acarrearán daños irreversibles en hígado y bazo.

Ahora, por lo que toca a la temporada de reproducción, el truticultor deberá observar diariamente la conducta de los reproductores para ir separando los animales precoces, los normales y los tardíos con el fin de tener una producción escalonada a lo largo del año que se completará, en caso de ser necesario con la adquisición de huevos oculados ó crías de

distintas tallas.

Una vez que sea notable la conducta de cortejo los reproductores deberán de ser muestreados en relación a su estadio de madurez para evitar que se "pasen" y de este modo su porcentaje de fecundidad disminuya.

En relación a la fecundación artificial y considerando los distintos métodos mencionados, se recomienda el método seco por ser este el método en donde se conserva el líquido ovárico que mantiene por más tiempo la actividad de los espermatozoides pues esto permite manipular de 2 a 4 machos sin perder eficiencia en la fecundación considerando el tiempo que se ocupa uno en tomar un macho para fecundar y dejar otro ya utilizado en un reservorio de recuperación. Esto siempre y cuando el líquido no sea excesivo, claro que este criterio de excesivo lo determina el piscicultor.

Una vez que se tengan los huevos fecundados es muy importante que se sepa una aproximación del número de ellos puesto que dicha cantidad servirá para calcular el número de hembras y machos reproductores que deberán ser mantenidos como tales. El uso de anestésicos es deseable pues en esta etapa los reproductores están débiles debido a su disminución de consumo de alimento que en muchas ocasiones llega al ayuno, y los anestésicos evitan el maltrato y el nerviosismo que

contribuyen a la muerte de algunos reproductores.

Las etapas de incubación y crías son las etapas en las que se deben de agudizar la higiene y la buena alimentación; puesto que, como se ha mencionado en la parte correspondiente del trabajo, es el momento en el cual la trucha se halla más indefensa ante su medio ambiente y a las enfermedades. Es aquí donde hay que luchar para hacer entender a los ayudantes de los piscicultores, que por lo regular son personas con poca instrucción escolar, para que modifiquen sus hábitos de limpieza.

Por lo que toca a la alimentación, es uno de los puntos, al menos para México, que mayor importancia tiene pero que también encierra una aguda problemática. Esto es, de lo mencionado en el capítulo de alimentación artificial se puede concluir que no obstante: conocerse los requerimientos nutricionales de la trucha; tener antecedentes de dietas de otros países para trucha y de contarse con la tecnología adecuada, los fabricantes de alimentos granulados para trucha tienen problemas para mantener la calidad de alimento a lo largo del año y para vender distintos tamaños de alimento. Ellos culpan de esto a los distribuidores de la materia prima y a que su consumidor principal del alimento, que es la Secretaría de Pesca a través de sus granjas piscícolas, no es exigente en cuanto a los tamaños de gránulos.

Se recomienda que las dos fábricas que elaboran alimento para trucha y algunos de los centros de molienda ó elaboración de alimento que se piensan establecer en algunas granjas estatales fabriquen alimentos con varios tamaños, con una textura uniforme y no tan quebradiza para evitar el desperdicio de alimento y evitar la pérdida de tiempo de los piscicultores en moler y tamizar alimento. El control de calidad de dichas fábricas y del gobierno deberá de ser más exigente en relación a las materias primas y los porcentajes a utilizar con el fin de disminuir el factor de conversión de alimento además de que al elevar la calidad del alimento y ampliar su variedad de tamaños, la demanda del alimento aumentará y esto permitirá una producción sostenida y no una producción que funciona casi por pedido. Se aconseja un mínimo de 6 tamaños como los manejados para El Pedregal.

Se sugiere una constante investigación y actualización que tienda a mejorar el tamaño de los gránulos y su calidad, y para el caso de la adecuada frecuencia de alimentación es otro aspecto muy interesante puesto que ésta permitirá un me jo r aprovechamiento del alimento para el crecimiento de truchas. También se sugiere tener por lo menos dos diferentes formulaciones de acuerdo a las estaciones del año principalmente en invierno y verano, que son las temporadas en que los requerimientos nutricionales varían un poco.

En relación a los implementos de trabajo utilizados, es notable una falta de material adecuado para el manejo, siendo muy común el recurrir a improvisaciones que muchas de las veces resultan costosas, mientras que en otros casos se tiene que recurrir a la importación como es el caso de incubadoras, medicinas, uniformes ahulados, alimentadores automáticos, oxinómetros, pH metros y materiales para el transporte de animales comerciales, balanzas para el peso de organismos y para pesar alimento donde se manejen cantidades menores a 1 gr. y máx. de 0.5 kg.

Lo anterior podría ser motivo por el cual el gobierno mediante los canales correspondientes ó la iniciativa privada desarrollaran industrias que elaborarán toda clase de implementos piscícolas con el fin de evitar la fuga de divisas y de evitar improvisaciones onerosas, poco prácticas y poco durables.

Respecto al orden de ubicación de las instalaciones dentro del cultivo tomando como punto de partida la fuente del agua, se aconseja construir primero la caseta de incubación (estas consideraciones son para el caso de una granja de ciclo completo).

Esto con el fin de que el agua más oxigenada y limpia pase

por las incubadoras y canaletas de incubación. Posteriores ó paralelas a esta construcción pueden construirse las canaletas de crías y juveniles que ya soportan mejor una menor oxigenación. En la parte media se colocarán los canales para engorda. Finalmente se construirán los reservorios de los reproductores ya que éstos tienen una mayor resistencia a una menor oxigenación y una mayor turbidez del agua.

Con el fin de ir ambientando a las crías a la luz, los reservorios que estén anexos a la caseta de incubación deben ser techados totalmente ó cuando menos de una manera parcial pues la experiencia tenida por el autor y reportes bibliográficos han registrado mejores crecimientos y disminución del porcentaje de la enfermedad de "la mancha blanca" debida a la insolación.

El sistema de desague externo de material de PVC utilizado para reservorios de crías y juveniles es muy práctico para el manipuleo y limpieza de los mismos, además de no tener problemas de oxidación.

Un aspecto muy importante dentro de un cultivo es el personal que labora en el mismo, por ser los que manipulan a los organismos y de cuyo interés, dedicación, y buen criterio depende en parte muy importante el éxito ó fracaso del cultivo. Pues

no basta tener las mejores instalaciones, sino que los instructores biólogos ó técnicos acuacultores que capaciten a las personas en sus cultivos rústicos de autoconsumo, en cultivos semirústicos; semi-intensivos ó cultivos intensivos, deben concientizarlos de: la importancia del cultivo; del buen trato que deben darles a los animales, la higiene y constante observación que deben de tener para con su cultivo y tratar de rolar las operaciones dentro del cultivo para evitar que los trabajadores se aburran; buscar facilitar el manejo tratando de hacerlo práctico y rápido para evitar que las personas estén constantemente en el agua sin el equipo adecuado pues de lo contrario las personas evitan este tipo de trabajos. Otro factor es que estas personas sean bien rebuneradas para poder exigir un buen desempeño.

Lo anterior se centró hacia los cultivos intensivos, pero se subraya la importancia y necesidad que tienen los estudios de poblaciones silvestres, sobre todo para México, puesto que otros países como Francia, Canada y los Estados Unidos han basado muchos de sus éxitos dentro de los cultivos en experien-cias y resultados de investigaciones a las poblaciones silves-tres. Por lo que se recomienda analizar y localizar de una manera responsable y científica los verdaderos cuerpos de agua factibles de ser sometidos a truticultura de repoblación y cultivos extensivos. Asimismo en las comunidades donde se pretenda promover los cultivos rústicos para autoconsumo se

aconseja analizar de manera veraz y no política las posibilidades de dichas comunidades para cultivar las truchas.

Una conclusión más es que la de que el sector privado y social, para el caso de México, deben de recibir más incentivos ó créditos que les motiven y faciliten su participación en proyectos no sólo de truticultura sino de acuicultura en general, que permitan disminuir nuestra deficiencia alimenticia y el desempleo. Aunado a estos incentivos de deberá apoyar el desarrollo de la tecnología propia que abarate los costos y contribuya a ir disminuyendo la dependencia tecnológica de México.

Finalmente se puede concluir que el presente trabajo, aún con las deficiencias que pueda tener en su secuencia y en su contenido, buscó ubicar en su contexto real a la truticultura y por otro lado dar a conocer su desarrollo en México para que las personas relacionadas de alguna manera con la Acuicultura puedan tener una pauta ó una ligera orientación de lo que se necesita mejorar ó resolver y de los aspectos que ya se dominan ó ya han sido desechados por obsoletos, de tal manera que se evite ser repetitivo.

En otro sentido, se considera que el presente trabajo puede ser modelo para el desarrollo de trabajos afines para otras especies susceptibles de ser cultivadas.

8. LITERATURA CITADA

1. Allen K. 1971. "Relation Between Production and Biomass". Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 28(10): 1573-1581.
2. Allgood; Sterling; Mataya 1973. "Analysis of the Operating Experience of a Pilot Plant for the Removal of Organics from Silo Effluent Waters at the New Mexico Game and Fish Department Seven Springs Fish Hatchery: 1-11."
3. Anónimo 1977. "Tratado de Piscicultura. Grupo Sindical de Piscicultores". Graf. Sánchez-Madrid, España, 318 pp.
4. Anónimo, 1978. "Panorama del Mercado de la Trucha de Agua Dulce". Oficina de Análisis de Mercados - Depto. de Pesca Méx. 38 pp.
5. Anónimo, 1978. "Fish Farmers Side of Aquaculture Even Ideal Water Must Be Managed Properly". Comercial Fish Farmer and Aquaculture News. 4(4): 10-11.
6. Anónimo, 1979. "Proyecto Piloto de Cultivo de Truchas en Jaulas en el Lago Titicaca". Revista Latinoamericana de Acuicultura, Lima. No. 1: 19.
7. Anónimo, 1979. "Assessment of a Semi-Closed, Renewable Resource Based Aquaculture System". Progress Report No. 3. The New Alchemy Institute. Woods Hole, Massachusetts, 128 pp.

8. Anónimo, 1979. "Manual de Sanidad para Piscifactorías. Las Enfermedades de La Trucha". Departamento de Pesca, México; 28 pp.
9. Anónimo, 1979. "British Scientists Control Sex in Farm Trout Frush". Farming Trout, 6(4): 143.
10. Anónimo, 1981. "Programa Nacional de Acuacultura. SAM-Acuacultura". Departamento de Pesca, México. 45 pp.
11. Anónimo, 1981. "Cultivo de la Trucha Arco-Iris". Manuales Técnicos del Departamento de Pesca. México, 24 pp.
12. Arredondo J.L. 1973. "Especies Acuáticas de Valor Alimenticio Introducidas en México". CONACYT/FIDEFA. 54 pp.
13. Averett, R.C. 1969. "Influence of Temperature on Energy and Material Utilization by juvenile coho Salmon". Ph. D. Thesis Oregon State University, Corvallis, Oregon. 74 pp.
14. Ayles, G.B. 1975. "Influence of the Genotype the Environment on Growth and Survival of Rainbow Trout (Salmo gairdneri) in Central Canadian Aquaculture Lakes". Aquaculture 6:181-189
15. Ayles, G.B.; J.G.I. Lark.; J. Barica y H. Kling. 1976. "Seasonal Mortality of Rainbow Trout (Salmo gairdneri) Planted in Small Eutrophic Lakes of Central Canada". Journal of the Fisheries Research Board of Canada 33(4)I: 647-655.

16. Bard, J. 1962. "Theory and Practice of Fish Culture in Central Africa. Centre Technique Forestier Tropical, No gent-sur-Marine". 44 pp. (stencilé)
17. Bardach, J.E.; J.H. Ryther y W.O. Mc Larney. 1972. "Aqua culture. The Farming and Husbandry of Freshwater and Ma rine Organisms". Ed. John Willey & Sons, Inc. New York. 868 pp.
18. Beemish, F.W.H. 1964. "Respiration of Fishes with Spe cial Emphasis on Standard Oxygen Consumption. II. In- fluence of Weight and Temperature on Respiration of Seve- ral Species". Canadian Journal of Zoology. 42: 177-188.
19. Bernard D. y C. Holmstrom. 1978. "Growth and Food Habits of Strains of Rainbow Trout (Salmo gairdneri, Richardson) in Winterkill Lakes of Western Manitoba". Fisheries & Ma rine Service Manuscript Report. No. 1477: 1-20.
20. Billard, R. 1976. "Introduction of Sperm Release in Golfish by some Steroids". I.R.C.S. 4:42.
21. Borell, A.E. y P.M. Sheff. "Truchas en Estanques de Gran jas y Ranchos". Reporte No. 2154, Depto. de Agricultura de Estados Unidos. México/Buenos Aires.
22. Bove, F. 1965. "MS-222 SANDOZ". Bureau of Trout Fishe- ries and Wildlife, United States of America. 97 pp.
23. Breton, B. y R. Billard. 1977. "Effects of Photoperiod and Temperature on Plasma Gonadotrophin and Spermatogene- sis in the Rainbow Trout, Salmo gairdneri Richardson". Ann. Biol. Anim. Biochem. Biophys. 17: 1-10.

24. Brett, J.R.; J.E. Shelbourn y C.T. Shoop. 1969. "Growth Rate and Body Composition of Fingerling Sockeye Salmon. Oncorhynchus nerka in Relation to Temperature and Ration Size". Journal of the Fisheries Research Board of Canada 26(9): 2363-2393.
25. Brett, J.R. 1971. "Satiation time Appetite and Maximum Food Intake of Sockeye Salmon, (Oncorhynchus nerka)". Journal of the Fisheries Research Board of Canada 28(3): 409-415.
26. Brown, M.E. 1946 a. "The Growth of Brown Trout (Salmo trutta Linn.) II. Growth of two year old trout at a constant Temperature of 11.5°C. J. Exp. Biol. 22: 130-144.
27. Buterbaugh, G. y H. Willoughby. 1967. "A Feeding Guide for Brook, Brown and Rainbow Trout". Progressive Fish Culturist 29(4): 210-215.
28. Bye, V. y R. Lincoln. 1979. "Female Stocks Less Vulnerable". Fish Farmer 2(3): 20-21.
29. Caddy, D. 1979. "Water Quality is key to Trout Profists" Fish Farmer 2(4): 12-14.
30. Carbery, J.T. 1970. "Observations on blood parameters of brown trout with ulcerative demal necrosis". Research in Veterinary Science 11:491-493.
31. Cho. C.Y. y J. Slinger. 1979. "Apparent Digestibility Measurement in Feedstuffs for Rainbow Trout". World Symposium on Finfish Nutrition and Fishfeed Technology, Hamburg. Vol. 2:239-247.

32. Collins, R. 1971. "Culturing Trout in Lages". Technical Report National Technical Information Service. Arkansas Game and Fish Commission. Game and Fish Commission Building Little Rock. Report No. NOAA-72011321. 14 pp.
33. Chevassus, B. 1979. "Hybrization in Salmonids: Results and Perspectives" Aquaculture 17(2): 113-128.
34. Davis, H.S. 1945. "Care and Diseases of Trout". Research Report 12, Fish and Wildlife Service, U.S. 98 pp.
35. Decon, E. 1979. "Fishes of North America Endangered Threatened or of Special Concern". Fisheries-Bethesda 4(2): 30-44.
36. De Long, D.C.; J.E. Halver y E.T. Mertz. 1958. "Nutrition of Salmonid Fishes, VI. Protein Requirements of Chinook Salmon at two Water Temperatures". Journal of Nutrition 65: 589-599.
37. Denton, J.E. y M.K. Yousef. 1976. "Body Composition and Organ Weights of Rainbow Trout, Salmo gairdneri". J. Fish. Biol. 8: 489-499.
38. Deuel, C.R.; D.C. Haskell y A.V. Tunison. 1937. "The New York State Fish Hatchery Feeding Chart". N.Y. Conservation. Dept. Albany. 29 pp.
39. Deuel, C.R.; D.C. Haskell; D.R. Brockway y O.R. Kingsbury. 1952. "New York State Fish Hatchery Feeding Chart". 3erd Ed. N.Y. Conservation Dept. Albany.

40. Doreste, J. 1979. "Estado General de la Nutrición Acuicola como un Area de Apoyo a la Acuicultura en México". 1er. Simposio Internacional de Educación y Organización Pesquera Gestión Tecnologías de las Pesquerías. Vol. 3. Cancún, México: 7 pp.
41. Doreste, J. y M. Jerez. 1980. "Comparación entre dos Alimentos Balanceados Empleados en el Cultivo de la Trucha Arco-Iris (S. gairdneri), en la Estación Acuicola de Matzinga, Ver.". 12 pp
42. Dunkelgod, K.E.; E.W. Gleaves; L.V. To Kinson; R.H. Thayer; R.J. Simy y R.D. Morrison. 1961. Okla.State Exp.Sta.Processed
43. Dupree, H.K. y K.E. Sneed. 1966. "Response of Channel Catsifh Fingerlings to Different Levels of Major Nutrients in Purifield Diets". U.S. Bureau of Sport Fisheries and Wildlife, Technical Paper No. 9. 21 pp.
44. Einsele, W. 1965. "Further und Futterung". Oesterreichs Fischerei, 18(5): 78-83.
45. Elliot, J.M. 1975. "The Growth of Brown Trout (S. trutta L.) Fed on Reduced Rations". Journal of Animal Ecology. (44): 805-821.
46. Elliot, J.M. 1975. "The Growth of Brown Trout (S. trutta L.) Fed on Reduced Rations". Journal of Animal Ecology (44): 823-842.
47. Elorza, J. 1970. "Ecología de las Truchas". 3er. Congreso Nacional de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Veracruz. 11 pp.

40. Doreste, J. 1979. "Estado General de la Nutrición Acuícola como un Area de Apoyo a la Acuicultura en México". 1er. Simposio Internacional de Educación y Organización Pesquera Gestión Tecnologías de las Pesquerías. Vol. 3. Cancún, México: 7 pp.
41. Doreste, J. y M. Jerez. 1980. "Comparación entre dos Alimentsos Balanceados Empleados en el Cultivo de la Trucha Arco-Iris (S. gairdneri), en la Estación Acuícola de Matzinga, Ver.". 12 pp.
42. Dunkelgod, K.E.; E.W. Gleaves; L.V. To Kinson; R.H. Thayer; R.J. Sirny y R.D. Morrison. 1961. Okla. State Exp. Sta. Processed Series: p. 391
43. Dupree, H.K. y K.E. Sneed. 1966. "Response of Channel Catsifh Fingerlings to Different Levels of Major Nutrients in Purifield Diets". U.S. Bureau of Sport Fisheries and Wildlife, Technical Paper No. 9. 21 pp.
44. Einsele, W. 1965. "Further und Fütterung". Oesterreichs Fischerei, 18(5): 78-83.
45. Elliot, J.M. 1975. "The Growth of Brown Trout (S. trutta L.) Fed on Reduced Rations". Journal of Animal Ecology. (44): 805-821.
46. Elliot, J.M. 1975. "The Growth of Brown Trout (S. trutta L.) Fed on Reduced Rations". Journal of Animal Ecology (44): 823-842.
47. Elorza, J. 1970. "Ecología de las Truchas". 3er. Congreso Nacional de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Veracruz. 11 pp.

48. Evans, R.M.; F.C. Purdie y C.P. Hickman. 1962. "The Effects of Temperature and Photoperiod on the Respiratory Metabolism on Rainbow Trout (Salmo gairdneri)". Can. J. Zool. 40:107-118.
49. Fahy, G. 1980. "Prey Select by Young Trout Fry (S. trutta)". Journal Zoology. 190(1): 27-37.
50. Ferguson, H. y D. Rice. 1980. "Post-Spawning Mortalities in Brown Trout (S. trutta)". Journal of Fish Diseases. 3(2): 153-160.
51. Florke, M.; G. Keiz y G. Wangerosch. 1954. "Uber die Temperatur Stoffwechsel Relation un die Warmeresistenz einiger Susswasserfishe und des flusskrebse". Z. Fisch 3:241-310.
52. Freed, J.M. 1965. "Changes in Activity of Cytochrome Oxidase during the Adaptation of Goldfish to Different Temperatures". Comp. Biochem. Physiol. 14: 651-659.
53. Freeman, R.I.; D.C. Haskell; D.R. Brockway y O.K. Klingsbury. 1967. "Calculations of Amounts to Feed in Trout Hatcheries". Progressive Fish Culturist 29: 194
54. Frotz, W.E. y M.E. Brown. 1971. "La Trucha". Ed. Academia, León. 319 pp.
55. García Marín, E. 1979. "Criterio de Bioingeniería para el Cultivo de La Trucha". Reporte Técnico No. 4. Subdirección de Acuacultura, Departamento de Pesca, México. 74 pp.

56. García Marín, E. 1979. "Descripción Física y Económica de la Granja de Trucha de Malinalco, Méx.". 1er. Simposio Internacional de Educación y Organización Pesquera. Gestión Tecnologías de las Pesquerías. Vol. 3: 1-10, Cancún, México.
57. Gardner, J.A. 1926. "Report on the Respiratory Exchange in Freshwater Fish, with Suggestions as to Further Investigations". Fish. Inv. Ser. 1(1): 1-17.
58. Gerking, S.D. 1971. "Influence of Rate of Feeding and Body Weight on Protein Metabolism of Bluegill Sunfish". Physiol. Zool. 44:9-19.
59. Gómez-Jarabo, G.; M. de la Higuera; F.J. Mataire; G. Varela y M. Illera. 1979. "La Edad como Factor Determinante de la Utilización Nutritiva de la Proteína por la Trucha". Revista Española de Fisiología 35(3): 273-278.
60. Greenwood, P.H.; D.E. Rosen; S.H. Weitzmann y G.S. Myers. 1966. "Phyletic Studies of Teleostean Fishes with a Provisional Classification of Living Forms". Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. 131(4): 339-456.
61. Greenwood, P.H.; G.S. Myers; D.E. Rosen y S.H. Weitzmann. 1867. "Named Main Divisions of Teleostean Fishes". Proc. Biol. Soc. Wash. 80: 227-228.
62. Guyard, H. 1965/66. "Elements de Genetique et d'embryologie piscicoles". Bul. Franc. Pisciculture 38(219): 66-73.

63. Guzman Arroyo, M. y F. González González 1979. "Análisis del Estado del Arte de la Acuicultura en México". 1er. Simposio Internacional de Educación y Organización Pesquera. Gestión Tecnologías de las Pesquerías, Vol. 3: 1-10 Cancún, México.
64. Halver, J.E.; L.S. Bates y E.T. Mertz. 1964. "Protein Requirements for Sockeye Salmon and Rainbow Trout". Fed. Proc. 23: 1778.
65. Halver, J.E. 1972. "Fish Nutrition". Ed. Academic Press 713 pp.
66. Halver, J.E.; J.A. Coates; Ch. W. Deyoe; H.K. Dupree; G. Post y R.O. Sinnhuber. 1973. "Nutrient Requirements of Trout, Salmon and Catfish". National Academy of Sciences. Washington, D.C. No. 11: 1-57.
67. Herrera Peña, J. 1981. "La Acuicultura en México (Historia y Legislación)". Departamento de Pesca, México. 156 pp.
68. Houston, A.H. 1973. "Environmental Temperature and the Body Fluid System of the Teleost. In Responses of Fish to Environmental Changes". Springfield, III: C.C. Thomas Publ. 4: 87-162.
69. Hublou, W.F.; J. Wallis; T.B. Mc Kee; D.K. Law; R.O. Sinnhuber y T.C. Yu. 1959. "Development of the Oregon Pellet Diet". Res. Briefs. Fish. Comm. Ore. 7(1): 28-56.

70. Huet, M. 1978. "Tratado de Piscicultura". 2a. Ed. Mundi-Prensa, Madrid. pp 91-175; 425-471; 668-687.
71. Huisman, E.A. 1976. "Food Conversion Efficiencies at Maintenance and Production Levels for Carp. Cyprinus Carpio L. and Rainbow Trout. S. gairdneri, Richardson". Aquaculture 9: 259-273.
72. Idler, D.R. y W.A. Clemens. 1959. "The Energy Expenditures of Fraser River Sockeye Salmon During the Spawning Migration to Chilko and Stuart Lakes". Int. Pacific Salmon Fish Comm. Progr. Rep.: 1-80.
73. Itazawa, Y.; T. Matsumoto y T. Kanda. 1978. "Groups Effects on Physiological and Ecological Phenomena in Fish-I". Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries. 44(9): 465-969.
74. Ivlev, V.S. 1945. "The Biological Productivity of Waters". Usp. Sovrem. Biol. 19: 98-100 (In Russian; Transl. in J. Fish. Res. Bd. Canada 23: 1727-1759.
75. Iwata, K. 1970. "Relationship Between Food and Growth in Young Crucian Carps. Carassius auratus cuvieri, as Determined by the Nitrogen Balance". Jap. J. Limnol. 31: 129-151.
76. Jenkins, T. 1969. "Night Feeding of Brown and Rainbow Trout in An Experimental Stream Channel". Journal of the Fisheries Research Board of Canada 26(12): 3275-3278.

77. Jennerich, S. 1978. "Studies on Advancing the Spawning Season of Rainbow Trout (Salmo gairdneri, Richardson). International Council for the Exploratory of the Sea Denmark. 7 pp.
78. Jesien, E.V.; D.W. Coble. 1979. "Contribution of Stocked Legal-sized Trout to the Sport Fishery of Three Small Wisconsin Lakes". Fisheries Management. 10(4): 139-145.
79. Johnson, L.; G.H. Lawler. 1970. "Rainbow Trout Farming in Central Canada". Journal of the Fisheries Research Board of Canada Technical Report. 165: 1-17.
80. Johnstone, R.; T.H. Simpson, y A.F. Walker. 1979. "Sex Reversal in Salmonid Culture. Part. III. The Production and Performance of All-Female Populations of Brook Trout" Aquaculture 18(3): 241-252.
81. Kainz, E. 1977. "Further Feeding Experiments on Rainbow Trout". Oesterreichs. Salzburg 30(10): 165-167.
82. Kalleberg, H. 1958. "Observations in a Stream tank of Territoriality and Competition of two Trout Species (Salmo trutta and Salmo gairdneri) resident in mountains Stream". Anim. Behaviour 2: 103-114.
83. Kerr, S.R. 1971. "Analysis of Laboratory Experiments on Growth Efficiency of Fishes". Journal of the Fisheries Research Board of Canada 28: 801-808.

84. Kevern, N.R. 1966. "Feeding Rate of Carp Estimated by a Radio-isotopic Method". Trans. Am. Fish. Soc. 95: 363-371.
85. Kincaid, H.L.; W.R. Bridges; A.E. Thomas y M.J. Donahoo. 1976. "Rearing Capacity of Circular Containers of Different Sizes for Fry and Fingerling Rainbow Trout". The Progressive Fish Culturist 38(1): 11-17.
86. Klontz, G.W.; P.C. Downey y R.L. Focht. 1979. "A Manual for Trout and Salmon Production". Ed. Sterling Nelson and Sons, Inc. Utah. 23 pp.
87. Knight, W. 1969. "A Formulation of the Von Bertalanffy Growth Curve When the Growth Rate is Roughly Constant". Journal of the Fisheries Research Board of Canada 26(11): 3069-3072.
88. Kuri-Nivon, E. 1981. "Bases Experimentales para la Evaluación de Alimentos" Reporte Interno. Departamento de Pesca. Méx. 66 pp.
89. Lagler, K.F.; J.E. Bardach; R.R. Miller y D.R. Maypassino. "Ichthyology". 2a. Ed. John Waley and Sons: 222
90. Lane, H.C. 1979. "Progressive Changes in Haematology and Tissue Water of Sexually Mature Trout Salmo gairdneri Richardson During the Autumn and Winter". Journal of Fish Biology 15(4): 425-436.
91. Larkin, P. y J. Terpenning. 1957. "Size as a Determinant of Growth Rate In Rainbow Trout Salmo gairdneri". Transactions American Fisheries Society. No. 86: 84-96.

92. Lawrence, J.M. 1947. "Construction of Farm Fish Ponds". 1 Ed. Alabama. 55 pp.
93. Leatherland, J.; C.Y. Cho y S.J. Slinger. 1977. "Effects of Diet, Ambient Temperature and Holding Conditions on Plasma Thyroxine Levels in Rainbow Trout (S. gairdneri). Journal of the Fisheries Research Board of Canada 34: 677-682
94. Leger, L. 1934/35. "Petite Salmoniculture Fermiere". Trav Labor. Hydr. et Piscic. Univ. Grenoble (Année 1932), 1-32 et 1935 (Anées 1933-1934), 1-103.
95. Leitritz, E. y R.C. Lewis. 1976. "Trout and Salmon Culture". Fish Bulletin No. 164, State of California-Department of Fish and Game. 197 pp.
96. Liao, P. 1971. "Water Requirements of Salmonids". The Progressive Fish Culturist. 33(4): 210-215.
97. Love, R.M. 1970. "The Chemical Biology of Fishers". Ed. Academic Press. Londres.
98. Lowell, R.T. 1979. "Fish Culture in the United States". Science (Washington) 226(4425): 1368-1372.
99. Mac-Crimmon, H.R. Stewart y J.R. Brett. 1974. "Aquaculture in Canada". Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada. No. 188. Department of the Environment Fisheries and Marine Service, Canada.
100. Marais, J.F.K. y T. Erasmus. 1977.

101. Marinescu, A.G. y E.A. Pora. 1970. "New Modality of Correcting Oxygen Consumption in Fishes". Revue Roumaine de Biologie Serie de Biologie Animale. 24(1): 45-50.
102. Márquez, R. 1974. "Informe Sinoptico de la Sierra Scomberomus maculatis (mitchil)" Serie Informativa No. 14: 1-17.
103. Marriage, L.D.; A.E., Borrell y P.M. Scheffer. 1976. "Trout ponds for recreation". U.S.D.A. Farmer Bulletin Reprint 13 pp.
104. Martínez, A.M.A. 1980. "Estudio del Desarrollo Ontogenético del Huevo de Salmo gairdneri, Richardson". Tesis-Ciencias/UNAM.
105. Mazur, P. 1963. "Kinetics of Water loss from cells at sub-zero temperatures and the likelihood of intracellular". J. Gen. Physiol. 47:347-369.
106. Mc Laren, B.A.; E. Keller; D.J. O'Donnell y C.A. Elvehjem. 1947a. "The nutrition of rainbow trout I. Studies of Vitamin Requirements". Arch. Biochem. 15: 179-185.
107. McCleskey, R.N. y W.J. Mc Nall. "Vertical Raceways and Water Reuse as a Means of Maximizing Commercial Trout Production New Mexico". Department of Game and Fish. NOAA: 1-14.
108. Medina-García, M. y E. Kuri-Nivon. 1979. "El Factor de Condición Múltiple y el Factor de Conversión de Alimento" Manuales Técnicos de Acuicultura. MTA 1(1). Departamento de Pesca, México, 49 pp.

109. Medina-García, M. 1979. "Guión para la Elaboración de los Proyectos Precomerciales y Comerciales de la Subdirección de Acuacultura en Aguas Protegidas". Departamento de Pesca. 43 pp.
110. Medina-García, M.; E. Bravo-Núñez y E. Kuri-Nivon. 1980. "La Selección de Reproductores de Peces en Base a sus Relaciones Morfométricas I. Aspectos Teóricos". Memorias del 4o. Simposio Latinoamericano de Acuacultura. 20 pp.
111. Medina-García, M. y P. Marquez. 1980. "Sugerencias de Selección de Reproductores de Trucha Arco-Iris (S. gairdneri) en Base a sus características morfométricas". 4o. Simposio Latinoamericano de Acuacultura. 18 pp.
112. Medina-García, M. 1981. "Proyecto de Evaluación de Alimentos para Trucha". (Stencile) 34 pp.
113. Medina-García, M. 1981. "The Economic Food Conversion Factor in the Foods Evaluations". 5o. Simposio Latinoamericano de Acuacultura. 13 pp.
114. Medina-García, M. 1982. "Plan General de Pesca". Delegación Federal de Pesca en el Estado de México". Secretaría de Pesca. 130 pp.
115. Meryman, H.T. 1956. "Mechanics of Freezing in living cells and Tissues". Science 124: 515-521.
116. Meyer, F.P. 1969. "Commercial Fish Production in the United States and its relationship to the feed industry" Feedstuffs. 41(2): 27.

117. Mulcahy, M.F. 1971. "Serum Protein Changes Associated with Ulcerative Dermalnecrosis (U.D.N.) in the Trout Salmo gairdneri L.". Journal of Fish Biology 3:199-201.
118. Murai, T.; J.W. Andrews. 1972. "Growth and Food Conversion of Rainbow Trout Reared in Brakish and Fresh-water" Fishery Bulletin 70(4): 1293-1295.
119. Nahhas, R.; N.V. Jones. 1980 "The Application of the Freeze-Branding Technique to Trout Fry". Fisheries Management (Great Britain) 11(1): 23-28.
120. Nevdal, G.; M. Holm; R. Leroy y D. Moller. 1978. "Individual Growth Rate and Age et Sexual Maturity in Rainbow Trout". Council International for the Exploration of the Sea (Denmark) C.M.F. 22: 14 pp.
121. Nevdal, G.; M. Holm; R. Leroy y D. Moller. 1979. "Individual Growth Rate and Age at Sexual Maturity". Fiskeri dir. Skr. Ser. Havvnde's (Noruega) 17(1): 1-10.
122. Needham, P. 1960. "Rainbow Trout in Mexico and California Notes on the Cuttroat". Series the Progressive Fish Culturist 22(2): 1-3.
123. Nelson, J.S. 1976. "Fishes of the World". Ed. John Wiley & Sons, New York.
124. Niimi, A.J. y F.W.H. Beamish. 1974. "Bioenergetics and Growth of Large mouth bass (Micropterus salmoides) in relation to body weight and temperature. Can. J. Zool. 52: 447-456.

125. Nikolsky, G. 1963. "Ecology of the Fishes". Ed. Academic Press, London: 145-287.
126. North, E. 1979. "Agressive Behaviour of Juvenile Brown Trout (*Salmo trutta*) an Analysis of the Wigwag Display" Journal of Fish Biology 15(5): 571-577.
127. Orbe, A. 1980. "Diseño y Establecimiento de una ⁵⁷Granja de Producción de Trucha Arco-Iris en Veracruz, Méx". Memorias del 2o. Simposio Latinoamericano de Acuacultura: 2936-2955.
128. Osborn, R.H.; T.H. Simpson y H.F. Youngson. 1978. "Seasonal and diurnal rhythms of thyroidal status in rainbow trout, *Salmo gairdneri* Rich. Journal of Fish Biology 12: 531-534.
129. Paloheimo, J.; L. Dickie. 1965. "Food and Growth of Fishes I. A Growth Curve Derived from Experimental Data". Journal of the Fisheries Research Board of Canada 22(2): 521-542.
130. Paloheimo, J.; L. Dickie. 1966. "Food and Growth of Fishes II. Effects of Food and Temperature on the Relation Between Metabolism and Body Weight". Journal of the Fisheries Research Board of Canada 23(6): 869-908
131. Paloheimo, J.; L. Dickie. 1966. "Food and Growth of Fishes III. Relations Among Food, Body Size and Growth Efficiency". Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 23(8): 1209-1247.

132. Parker, R.; P. Larkin. 1959. "A Concept of Growth in Fishes". Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 16(5): 721-745.
133. Papoutsoglou, S.E. y E.G., Paparaskeva. 1978. "Comparative Studies on Body Composition of Rainbow Trout (S. gairdneri, Richardson) in Relation to Type of Diet and Growth Rate". Aquaculture 13: 235-243.
134. Pentelow F.T.K. 1939. "The Relation Between Growth and Food Consumption in the Brown Trout (Salmo trutta). J. Exptl. Biol. 16: 446-473.
135. Phillips, A.M.; H.A. Podoliak; D.R. Brockway y R.R. Vaughn. 1958. "Cortland Hatchery Report No. 26 for the year 1957". Fish. Res. Bull. 21. State of New York Conservation Department, Albany, N.Y.
136. Phillips, A.M.; G.L. Hammer; J.P. Edwards y H.F. Hosking. 1964. "Dry Concentrates as Complete Trout Foods for Growth and Egg Production". Progressive Fish Culturist 26: 155.
137. Phillips, A.M. 1970. "Trout Feeds and Feeding Manual of Fish Culture III". Management Section B Hatchery Operations Chapter 5. Washington, D.C. 49 pp.
138. Piper, R. 1970. "Know the Proper Carrying Capacities of Your Farm". American Fishes U.S. and Trout News 15(1): 4-6.
139. Piper, R. 1972. "Managing Hatcheries by the Numbers". American Fishes, U.S. and Trout News 17(3): 31-33.

140. Pillay, T. 1974. "Planning of Aquaculture Development". F.A.O. Fishing News Books Limited. Farhan Survey England 71 pp.
141. Pollet, M. 1960. "Elevage Moderne de La Truite et de L' Ecrevisse". 1a. Ed. Bornemann-Paris. 72 pp.
142. Pons Rosello, J. 1971. "Cría de Truchas" Serie Técnica N:44. Ministerio de Agricultura, Madrid, 70 pp.
143. Pons Rosello, J. 1979. "Cría de Trucha". 2a. Ed. Ministerio de Agricultura, Madrid, 93 pp.
144. Poston, H. 1974. "Effect of Feeding Brown Trout (Salmo trutta) a Diet Pelleted in Dry and Moist Forms". Journal of the Fisheries Research Board of Canada 31(11): 1824-1826.
145. Presbitero, R. y F. Ortega. 1980. "Manual de Pesca Recreativa". Departamento de Pesca. 112 pp.
146. Rafail, S.Z. 1968. "A Statical Analysis of Ration and Growth Relationship of Place (Pleuronectes platessa)". Journal of the Fisheries Research Board of Canada 25: 717-732.
147. Ramírez Granados, R. y M.L. Sevilla. 1962. "Instructivo para la Cría de Trucha". Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras. Secretaría de Industria y Comercio, Méx. 57 pp.

148. Rawstron, R. 1973. "Harvest, Mortality and Cost of Three Domestic Strains of Tagged Rainbow Trout". California Fish and Game No. 59: 245-265.
149. Rewchenbach-Klinke, H. 1975. "Claves para el Diagnóstico de las Enfermedades de los Peces". Ed. Acribia, Zaragoza. 89 pp.
150. Reinitz, G.L.; L.E. Orme; F.N. Hitzel. 1978. "Differential Performance of Four Strains of Rainbow Trout Reared Under Standardized Conditions". The Progressive Fish Culturist 40(1): 21-23.
151. Reinitz, G.L.; L.E., Orme; F.N. Hitzel. 1979. "Variations of Body Composition and Growth Among Strains of Rainbow Trout". Transactions American Fisheries Society 108(2): 204-207.
152. Ricker, W. 1973. "Linear Regressions in Fishery Research". Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 30(3): 409-434.
153. Richards, R.H. y A.D. Pickering. 1979. "Changes in Serum Parameters of Saprolegnia-infected Brown Trout Salmo trutta". Journal of Fish Diseases 2: 197-206.
154. Roberts, R.J. y C.J. Shepherd. 1974. "Enfermedades de la Trucha y el Salmón". Ed. Acribia, Zaragoza, 90 pp.
155. Rodríguez, M. 1975. "Efectos de Algunos Alimentos sobre el Crecimiento de Crías y Juveniles de Trucha Arco-Iris". FIDEFA-SIC. 92 pp.

156. Rosas-Moreno, M. 1976. "Peces Dulceacuícolas que se explotan en México y Datos sobre su Cultivo". 1er. Ed. Subsecretaría de Pesca. 135 pp.
157. Rubín, R. 1974. "La Piscifactoría". Ed. C.E.C.S.A., Méx. 191 pp.
158. Rubín, R. 1981. "Piscicultura". Manual Práctico de Piscicultura Rural". Ed. Editores Mexicanos Unidos, Méx. 160 pp.
159. Sassol, L. y P. Rojas. 1979. "La Estrategia de las Granjas Acuícolas de Producción Intensiva". 1er. Simposio Internacional de Educación y Organización Pesqueras Tomo III: 6 pp.
160. Schaeperclaus, W. 1933. "Lehrbuch der Teichwirtschaft".
161. Sevilla, M.L. 1981. "Introducción a la Acuicultura". Ed. C.E.C.S.A. Méx. 111 pp.
162. Shanks, W.E. 1966. "Amino Acid Requirements Studies". Prog. Fish. Cult. 24(2): 73-78.
163. Shieh, H.S. y J.R. Maclean. 1976. "Blood Changes in Brook Trout Induced by Infection with Aeromonas salmonicida". Journal of Wildlife 12: 77-82.
164. Silliman, R. 1969. "Comparation Between Gompertz and Von-Bertalanffy Curves for Expressing Growth in Weight of Fishes". Journal of the Fisheries Research Board of Canada 26(1): 161-165.

165. Simpson, T.H.; R. Johnstone y R. Youngson. 1979. "Female Stocks Less Vulnerable". Fish Farmer 2(3): 20-21.
166. Smith, S.B. 1957. "Survival and Growth of Wild and Hatchery Rainbow Trout (S. gairdneri, Richardson)". Canadian Fish Culturist 20: 7-12.
167. Stevens, C. 1979. "The Effect of Temperature on Tail Beat Frequency of Fish Swimming and Constant Velocity". Canadian Journal of Zoology 57(8): 1628-1636.
168. Stevenson, J. 1980. "Trout Farming Manual". Fishing News Book Limited Farnham Survey, England. 186 pp.
169. Suhrman, R. 1955. "Weitere Versuche uber Temperaturadaptation der karuschen (carassius vulgaris nils)". Biol. Zbl. 74: 432-448.
170. Swift, D.R. 1955. "Seasonal Variations in the Growth Rate, Thyroid gland Activity and Food Reserves of Brown Trout (Salmo trutta Linn)". J. Exp. Biol. 32: 751-764.
171. Thomas, A. y M. Donahoo. 1977. "Differences in Swimming Performance Among Strains of Rainbow Trout (S. gairdneri)". Journal of the Fisheries Board of Canada 34: 304-306.
172. Turli, B. 1970. "Cultivo de Trucha". Ed. Acribia, Zaragoza, 90 pp.
173. Twongo, y Mac Crimmon. 1976. "Significance of the Timing of Initial Feeding in Hatchery Rainbow Trout Salmo gairdneri". Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 33: 1914-1921.

174. Vollmann-Shipper. 1975. "Transporte de Peces Vivos". Ed. Acribia, Zaragoza. 90 pp.
175. Warren, C.E. y G.E. Davis. 1967. "Laboratory Studies on the Feeding, Bioenergetics and Growth of Fish. The Biological Basis of Fresh Water Fish Production". Ed. by S.D. Gerking, Blackwell Scientific Publication, Oxford: 175-214.
176. Weatherly, A. 1976. "Factors Affecting Maximization of Fish Growth". Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 33: 1046-1058.
177. Whitehead, C.; N.R. Bromage y J.R.M. Forster. 1978. "Seasonal Changes in Reproductive Functions of Rainbow Trout (Salmo gairdneri)". Journal of Fish Biology 12: 601-608.
178. Willoughby, H. 1968. "A Method for Calculating Carrying Capacities of Hatchery Troughs and Ponds". Progressive Fish Culturist. 30(3): 173-174.
179. Windell, J.I. y J.W. Foltz. 1978. "Effect of Fish Size and Ammount Fed a Nutrient Digestibility of Pellet Diet by Rainbow Trout". Trout American Fish. Soc. 17(4): 613-616.
180. Wohlschlag, D.E. y R.O., Juliano. 1959. "Seasonal Changes in Bluegill Metabolism". Limnol. Oceanogr. 4:195-209.

181. Wood, E.M.; W.T., y Asutake; A.N. Woodall y J.E. Halver. 1957. "The Nutrition of Salmonid Fishes I. Chemical and Histological Studies of Wild and Domestic Fish". Journal of Nutrition 61: 465-478.
182. Wurtsbaugh, W.; G. Davis. 1977. "Effects of Temperature and Ration Level on the Growth and Food Conversion Efficiency of Salmo gairdneri, Richardson". Journal of Fish Biology, London. 11(2): 87-98.
183. Wurtsbaugh, W. y G. Davis. 1977. "Effects of Fish Size and Ration Level on the Growth and Food Conversion Efficiency of Rainbow Trout, Salmo gairdneri, Richardson". Journal of Fish Biology, London. 11(2): 99-104.