



V N A M

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

MANUAL PARA EL CULTIVO DE LA TRUCHA EN MEXICO

T E S I S

Que para obtener el título de:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P r e s e n t a :

CUITLAHUAC CRUZ CRUZ

Director de Tesis: M.V.Z. LUIS JESUS AGUILAR VALDEZ

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx.

1985





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



El primer Sol (edad) que fué cimentado
su signo fué 4-Agua,
se llamó Sol de Agua.
En él sucedió
que todo se lo llevó el agua.
Las gentes se convirtieron en peces.

(Anales de Cuauhtitlán, Códice Chimalpopoca)

I N D I C E

	PAG.
I. Introducción	1
II. Objetivos.....	10
III. Material y Métodos.....	11
IV. Contenido.....	12
A. Origen y Distribución.....	12
1. Origen	
2. Distribución	
B. Historia Natural.....	13
1. Habitat y descripción de la especie	
2. Datos Biológicos	
3. Alimentación	
4. Comportamiento	
C. Biotecnología y Cultivo.....	23
1. Selección del sitio	
2. Calidad en el abastecimiento de agua	
3. Alternativas en el cultivo de la trucha	
4. Densidad de carga	
5. Reproducción	
6. Instalaciones y equipo	
7. Alimentación	
D. Sanidad.....	76
E. Manejo.....	83
F. Anexo.....	86
V. Conclusiones y recomendaciones.....	92
VI. Bibliografía.....	95

NOTA: El término "truchas", no siempre es usado para designar a una sola clase de peces, sino que frecuentemente se emplea para denominar a otras muy diferentes a las verdaderas truchas.

En este instructivo denominaremos "trucha" exclusivamente al pez de agua fría, perteneciente a la familia Salmonidae.

Aunque en México se ha distribuido la trucha de arroyo, (*Salvelinus fontinalis*, -- MITCHILL); la especie que finalmente ha predominado es la trucha arcoiris, (*Salmo gairdneri*, RICHARDSON) por lo que este -- trabajo se referirá exclusivamente a esta última.

1. INTRODUCCION:

Por varias décadas y también recientemente, la trucha arcoiris (Salmo gairdneri) ha sido considerada como especie de lujo, ya que en el pasado, antes de su cultivo bajo sistemas intensivos o extensivos, se obtenía principalmente por medio de la pesca (lⁱnea y anzuelo). Sin embargo, aún cuando su cultivo se hizo posible en zonas que reúnan las condiciones propicias, tanto ambientales como hidrobiológicas, la producción era relativamente limitada y costosa por el alto capital de inversión requerido para las instalaciones necesarias. A medida que los parámetros esenciales para el cultivo de la trucha fueron dándose a conocer por medio de publicaciones, su cultivo se extendió hacia diferentes regiones -- del mundo. (3)

Actualmente su cultivo abarca diferentes niveles de intensidad desde Norteamérica hacia Centro y Sudamérica, y en la mayoría de los países europeos así como en varios países de Asia, Africa y Australia.

Por supuesto, no deberá pasarse por alto que -- originalmente la introducción de la trucha arcoiris (Salmo gairdneri) en otros continentes fué enfocada

primeramente a su siembra en ríos, lagos y cuerpos de agua interiores para sostener la pesca deportiva. En muchas regiones de Latinoamérica, se continúa esta política no sólo para trucha arcoiris --- (Salmo gairdneri) sino también para trucha de río (Salvelinus fontinalis), lobina negra (Micropterus salmoides) y otras especies nativas o exóticas.

Existen, sin embargo, varios ejemplos donde se ha cambiado el concepto de operaciones de siembra continua, incrementándose la tendencia a iniciar y expandir las actividades de cultivo de trucha arcoiris (Salmo gairdneri) para satisfacer la demanda del mercado en muchos países latinoamericanos. Tal vez tendríamos actualmente un panorama distinto si este enfoque hubiera comenzado algunas décadas antes y si los departamentos oficiales en producción piscícola hubieran intentado seguir de cerca la expansión y progreso alcanzados en Europa, donde el cultivo de trucha arcoiris (Salmo gairdneri) ha tenido el mayor impacto desde su introducción en 1882. (17)

Desafortunadamente no existen datos precisos sobre la producción de trucha arcoiris (Salmo gairdneri),

y tampoco hay una diferenciación sobre el origen de la producción (ya la obtenida a través de actividades de cultivo o de su medio natural), pero de acuerdo a un estudio llevado a cabo hace dos años, la producción resultaba cercana a las 100 000 toneladas. De esta cantidad, aproximadamente el 70% se produjo en Europa, el 17 % en Japón y el 11 % en los Estados Unidos de América. Es probable que estos porcentajes incluyan la producción de otros salmonidos, como la trucha café (Salmo trutta) nativa de las aguas europeas, y la trucha de río (Salvelinus fontinalis), pero no hay duda que la mayor producción se basa en la trucha arcoiris cultivada.

Es interesante hacer notar que aunque la trucha arcoiris (Salmo gairdneri) fué introducida sólo en algunos países de Europa a fines del siglo pasado, se ha convertido en líder para el continente en su producción. Un examen minucioso de la información disponible revela que hay tres países europeos que, habiendo adoptado y desarrollado técnicas de cultivo, fueron capaces de alcanzar y sostener una producción anual de más de 12 000 toneladas. Estas naciones son: Dinamarca, Francia e Italia. Aún cuando fué Dinamarca la que inició el cultivo de trucha arcoiris (la primera granja se estableció en Jutlandia-

alrededor de 1890), su expansión fué lenta y tomó más de 85 años obtener una producción de 16 000 toneladas. En los otros países la expansión fué más rápida.

La industria trutícola italiana se inició en 1960.- Después de seis años, Italia dejó de ser un país importador de trucha para convertirse en un país exportador de la misma. En los últimos años Italia se ha convertido en el mayor productor de trucha acuiris en Europa, sobrepasando a Dinamarca y Francia.

La producción aumentó de 12 000 toneladas de 1968 a 18 000 toneladas en 1978, un incremento del 50% en 11 años. Mientras que las exportaciones de trucha en 1968 eran de 1 000 toneladas (que corresponden al 8% del total), para 1976 habfan sido casi duplicadas. Como resultado, los precios se hicieron competitivos en comparación con otras especies. Haca poco más de 5 años (1980) el precio promedio en el mercado era menor de 2 700 liras/kg. (cerca de 70 pesos/kg.) contra los precios promedio de 2,500 liras/kg. (64-pesos /kg.) para la lisa, o para la especie marina más cara (*Dicentrarchus labrax*), vendida a 10 000 liras/kg (250 pesos/kg). _

La industria trutícola francesa se inició casi en el mismo período que en Italia. En 1965, la producción total era menor de 3 000 toneladas, pero para 1978 - había alcanzado las 17 000 toneladas (un incremento de casi seis veces). No se tienen precios recientes de la trucha, pero hace ocho años (1977) el precio - promedio de ésta en el sur de Francia era de US\$3.20 /kg (más o menos 75 pesos/kg), que era un poco más - alto que en Italia.

Estos precios son comparables con los Estados Unidos, país líder en producción en el hemisferio Occidental, donde la industria trutícola está altamente mecanizada. En 1978, los precios en el mercado para trucha-arcoiris eviscerada con cabeza oscilaba entre US\$3.40 y 3.80/kg. (78 a 86 pesos /kg).

En países donde la expansión del cultivo de trucha ha sido lento y la producción insuficiente para enfrentar la demanda del mercado, los precios son naturalmente más altos.

Por ejemplo, en Gran Bretaña, cuya producción anual en 1979 fué cercana a 4 400 toneladas, los precios - al menudeo para pescado eviscerado promediaron 2.20-

/kg. (120 pesos /kg). Es posible observar que si la producción aumenta, los precios pueden declinar o estabilizarse, volviéndose altamente competitivos con referencia a otros productos pesqueros. (9).

En general puede afirmarse que en los países que tienen gran producción de trucha ésta no es una especie de lujo para consumo humano. Debe tenerse en cuenta que hace cerca de 40 años, antes del advenimiento de la industria del pollo y huevo, el primero se consideraba en muchos hogares como un producto de lujo. -- Por ejemplo, el consumo anual de trucha en Gran Bretaña actualmente es sólo de 57 gramos per cápita, -- mientras que el de aves es de 12.5 kg per cápita.

Esta comparación tal vez no sea válida si no se contempla el hecho de que hace 45 años se consideraba a las aves como producto de lujo en Gran Bretaña y sólo se consumía 1.3 kg. anualmente per cápita. (9)

En México la trucha arcoiris y la trucha de río fueron introducidas en 1884, época en que se establecieron las dos primeras granjas en Chimalapan y La Condesa, y a pesar de que el centro trutícola El Zarco empezó a funcionar en 1943, el cultivo de la trucha-

no ha florecido. Antes de 1973, la producción anual de crías en El Zarco no excedía las 800 000. Después de este año, la producción se duplicó y posteriormente con las nuevas instalaciones que se hicieron en 1977 el incremento ha sido mayor. Los datos más recientes muestran que la producción de cría de trucha arcoiris en El Zarco en 1978 fué de 2,263, 000 y 7,260.000 en 1979. Durante este mismo periodo la producción en el centro de Pucato, Mich., fué de 137,000 y 500 000 crías respectivamente.

Actualmente el número de granjas comerciales de trucha es muy limitado, es muy probable que la producción total no exceda las 50 toneladas. La importancia del cultivo de trucha no ha sido pasado por alto, y la Secretaría de Pesca de México a través de su Dirección General de Acuicultura, aprobó la construcción de una moderna granja de trucha en Matzinga, cerca de Orizaba, Ver., en 1977.

Se espera que la granja, que comenzó a operar a mediados de 1980, produzca un máximo anual de 60 toneladas de trucha de tamaño comercial, aunque al final del mismo año de 1980 se obtuvieron alrededor de 10 toneladas.

La granja privada de trucha arcoiris (Salmo gairdneri) más importante se localiza en Malinalco, Edo. de México, sus instalaciones cubren un área de 2.7 has. y--- fueron terminadas en julio de 1978. En ella se consigue una producción de 2.5 a 3.5 toneladas por mes (30 a 40 toneladas por año). Cuando se termine la segunda parte de este proyecto, se logrará un incremento - tres veces mayor.

Según informaciones recientes, el precio actual al menudeo de trucha arcoiris en México resulta más alto que en cualquier país de Europa o los Estados Unidos. (16).

Considerando que las actividades de cultivo de trucha en México parten de fecha reciente, es natural que -- los precios sean altos, particularmente si los alimentos preparados en el país son costosos y con un bajo factor de conversión. Sin embargo, como ha sido demostrado en Europa, al aumentar la producción los precios se vuelven altamente competitivos y el producto pierde el atractivo de artículo de consumo lujoso.

De acuerdo con una de las principales estrategias del gobierno de México que es la de incrementar la producción de comida particularmente en áreas rurales, se

se han llevado a cabo esfuerzos para iniciar el cultivo de trucha en áreas con cuerpos de agua disponibles y adecuados para este propósito.

La piscicultura es una actividad poco desarrollada en el país, dado que se presentan múltiples y profundos problemas de naturaleza administrativa, económica, social y de carácter técnico, siendo en éste último donde juega un papel muy importante la capacitación de la gente del medio rural, para integrarla a este tipo de actividad.

11.ª OBJETIVOS

Capacitación a la gente del medio rural para cultivar ésta especie.

De tal manera que:

- a. Se utilice mejor el agua.**
- b. Se ayude a la conservación de los suelos.**
- c. Mejorar la economía y la alimentación en el lugar susceptible a ser explotada ésta especie.**
- d. Crear y diversificar las fuentes de trabajo en el medio rural.**

III. MATERIAL Y METODOS.

Para la elaboración de este manual, se hizo la recopilación de material bibliográfico de las bibliotecas de: La Secretaría de Pesca, de la Facultad de Ciencias y de la Facultad de Estudios Superiores de Cuaytitlán.

El desarrollo del presente trabajo se llevó a cabo ajustándose a los principios básicos de la Zootecnia que son: Genética, Reproducción, Alimentación, Manejo, Sanidad y Economía.

IV. CONTENIDO

A. Origen y Distribución.

1. Origen de la trucha arcoiris (*Salmo gairdneri*) en México.

La trucha arcoiris (*Salmo gairdneri*) es originaria de América del Norte y al parecer fué introducida a aguas continentales mexicanas alrededor de 1830. Actualmente es sujeto de cultivo y en forma silvestre se encuentra en las áreas montañosas, en aguas corrientes-claras y frías. (21) (24)

La truticultura como tal se inicia en México en 1936, en una estación piscícola en Almoloya del Río, Edo. de México, y se intensifica a partir de la inauguración de la estación piscícola de "El Zarco", D. F., en 1943; ambas estaciones, de propiedad estatal. El cultivo a escala comercial por empresas de los sectores privado y social se inicia a partir de 1978. (18) (19) (24)

2. Distribución

La distribución de la trucha arcoiris (*Salmo gaird-*

neri) en México ha sido ampliada considerablemente por medio de numerosas repoblaciones efectuadas en los estados de Baja California Norte, Coahuila, Chi huahua, Chiapas, Durango, Guerrero, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Sonora, Tlaxcala, Veracruz y en el Distrito Federal. (1) (2) (21)

Los cultivos a cargo de la Secretaría de Pesca, se llevan a cabo en varios Estados, en las piscifactorías de: Madera y Huachochi, Chih., Pucuat, Mich.; El Zarco, D. F., Matzinga, Ver.; Apulco, Pue. (1) (19) (21). (Fig. No. 1)

B. Historia Natural.

1. Habitat y descripción de la especie.

La trucha arcoiris (Salmo gairdneri) habita ríos rápidos, arroyos, lagos, presas, etc., con aguas de temperaturas de 01,6° C a 23,9° C como máximos en períodos cortos y en promedio de 10° a 18° C (15);- bien oxigenadas, PH neutros o ligeramente alcalinos, libre de contaminantes, con fondos rocosos o areno-

ZONAS TRUTICOLAS DE MEXICO



FIGURA No: 1

JRY

sos, normalmente en las áreas montañosas. (21) (24)

Presenta un color verde azulado oscuro en el dorso con tinte más claro en los flancos, que tienen reflejos rosas, azules, violetas y cobrizos. Tiene una franja iridente que refleja la luz, de donde - deriva su nombre, manchas negras pequeñas distribuidas en todo el cuerpo. (Fig. No. 2)

En estado libre puede alcanzar de 50 a 70 cm. y 10 Kg. de peso (250 - 500g. en el primer año).

Presenta dos aletas dorsales, la primera con radios y la segunda es un repliegue dérmico, sin radios - (aleta adiposa). Una aleta anal situada atrás de la abertura anal. Dos aletas pectorales y dos pélvicas.

Tiene pequeñas escamas distribuidas por casi todo el cuerpo, son translúcidas y presentan formaciones anulares que corresponden a las etapas de crecimiento.

Inmediatamente después de la cabeza, se encuentran los opérculos que cubren las branquias, éstas formadas por laminillas branquiales, que funcionan como

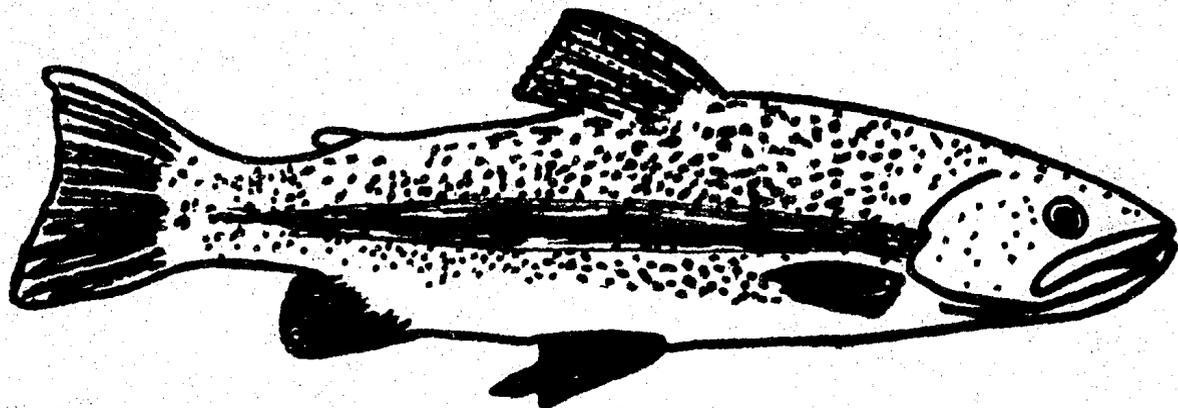


Fig. No. 2

SALMO GARDNERI (TRUCHA ARCOIRIS)

pulmones, captando el oxígeno del agua y como órga
nos de excreción, excretando amoniaco principalmente
te. (11)

El aparato digestivo consta de estómago con numeros
sos sacos pilóricos y un corto intestino. En el-
estómago se degrada el alimento por los jugos gástricos y en el intestino se absorve. Los órganos-
de los sentidos incluyen la vista en los ojos, el-
oído muy rudimentario en la cabeza, que sirve princi
palmente para el equilibrio, el tacto desarrollado
do en todo el cuerpo, principalmente en la línea -
lateral y el olfato altamente desarrollado. (11)-
(Fig. No. 3)

2. Datos Biológicos.

La trucha arcoiris (*Salmo gairdneri*) realiza su rere
producción principalmente en invierno cuando la --
temperatura del agua y el fotoperiodo son menores.
Normalmente desovan de Octubre a Marzo, (1) (11), -
variando las fechas de acuerdo a la temperatura --
del agua y las características genéticas. Las temper
aturas del agua durante el desove oscilan de 8
a 12°C.

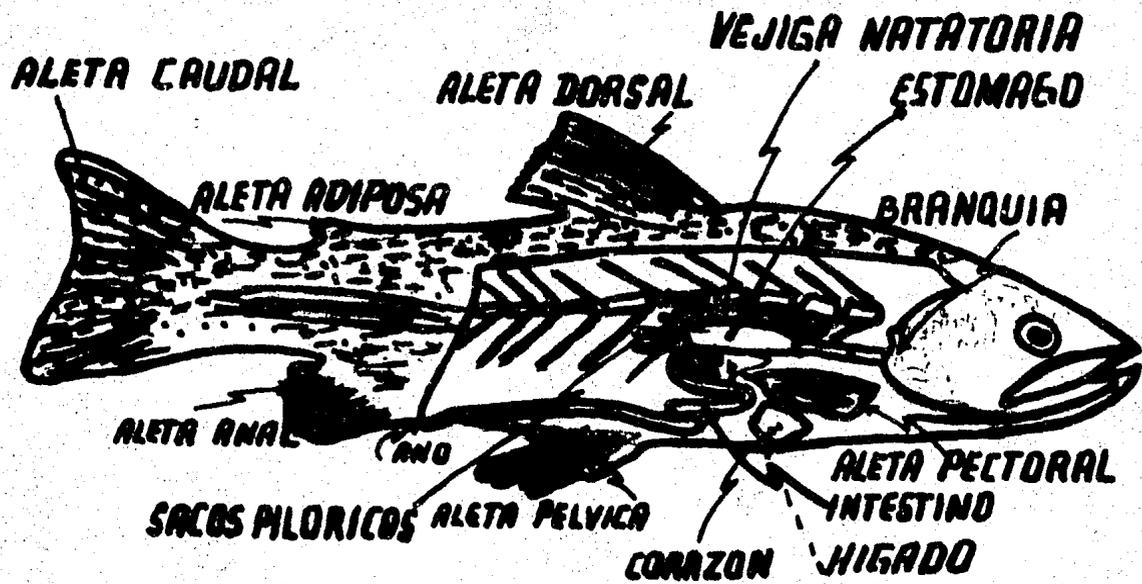


Fig. No. 3

Durante la época de reproducción, la trucha remonta los cursos de agua en busca de fondos arenosos y de poca profundidad, en donde la hembra comienza a excavar un hoyo restregando contra el suelo el vientre para construir el nido, pudiéndose realizar esta actividad de día o de noche. Los huevecillos -- son expulsados por la hembra mediante contracciones de los músculos abdominales que provocan su salida e inmediatamente son fecundados por el licor espermático arrojado por el macho que en ese período se ha mantenido en permanente vecindad de la hembra. - Es muy frecuente que varios machos eyaculen sobre los ovulos de una sola hembra. Posteriormente la hembra comienza a cubrir con grava los huevecillos para protegerlos de los predadores. Los huevecillos fecundados son cristalinos de color amarillo verdoso, de 3 a 5 mm. de diámetro cada huevo (promedio - 4 mm).

El tamaño del huevecillo, depende de la calidad del alimento suministrado a los progenitores, época del desove, tamaño de la hembra y la información genética. (11) (24)

En estado natural su ciclo es anual y alcanzan la madurez sexual después de los 18 meses de edad en -

los machos y a partir de los 24 meses en las hembras (tallas de 350 y 800 g. respectivamente).

Las truchas muestran un claro dimorfismo sexual que se acentúa durante el celo, el cual se manifiesta en el macho por la presencia de un cuerpo más alargado, la primera aleta dorsal ligeramente teñida de blanco, la forma de la cabeza y en particular del maxilar inferior que se proyecta hacia arriba en forma de pico; el poro genital es pálido y de forma ovoide; presentan una banda roja de color más vivo que el de las hembras. Las hembras por su parte presentan un abdomen más voluminoso y el poro genital redondo, rojizo y turgente. Durante el desove la hembra pierde cerca del 25% de su peso, lo cual está representado por el de los huevecillos, el macho disminuye aproximadamente el 10% de su peso corporal. (11)

La fecundidad natural fluctúa entre 300 y 4000 huevecillos por hembra, dependiendo de factores ambientales, nutricionales y genéticos. Estos huevecillos que miden de promedio 4mm, son demersales, es decir se alojan entre la grava del fondo. (1) (24)

En México, el desarrollo embrionario de la trucha -

arcoiris (*Salmo gairdneri*) dura de 40 a 80 días en las poblaciones silvestres, en esto también influyen factores de nutrición, genética o ambientales como: luz, temperatura, oxígeno y flujo del agua. - Una vez oclosionado el alevín tarda un período similar al anterior para absorber el saco vitelino - antes de iniciar su alimentación. (11)

3. Alimentación.

En condiciones silvestres, la trucha es un pez típicamente carnívoro y voraz que se alimenta de insectos y de otros peces. En sus primeras etapas - de desarrollo se alimenta de larvas y juveniles de moluscos, crustáceos, anfibios y peces.

En caso de escasez de alimentos, sobre todo en condiciones de confinamiento, puede haber canibalismo.

La intensidad de la alimentación disminuye en los reproductores, durante la época de reproducción. - En otros períodos, influye la disponibilidad de alimentos y condiciones del agua como la temperatura, la concentración de oxígeno y otras.

La trucha arcoiris (*Salmo gairdneri*) vive en promer

dio de 4 a 6 años, aunque el crecimiento del cuerpo es poco significativo después de los dos años de edad.

La talla comercial es alcanzada a los 9 meses, cuando tiene aproximadamente 300 g. de peso y 27cm. de longitud total.

4. Comportamiento.

Los peces de la familia salmonidae se caracterizan por sus hábitos migratorios. En México, la trucha arcoiris (*Salmo gairdneri*) realiza desplazamientos de 30m a 50 km. entre las presas y lagos y el curso de arroyos y ríos; es decir, de los sitios de reproducción a los de crecimiento y engorda y viceversa. Esto hace que ocurran en los periodos Febrero-Marzo y Septiembre-Octubre, respectivamente.

Otros aspectos sobresalientes de la conducta social de las truchas son, por ejemplo, el mayor agrupamiento durante la noche, el cortejo nupcial, la mayor actividad en noches de luna que en noches oscuras, la competencia por alimento, la capacidad de selección de éste y el autocontrol de la población-

mediante la formación de un orden jerárquico en el que los individuos sumisos o más débiles pueden ser obligados a dejar su localidad o forzados a morir de hambre, aún cuando haya buena disponibilidad de espacio o de alimento.

Es de especial importancia el comportamiento durante la época de reproducción, que incluye el reconocimiento del sexo, la elección del compañero, la construcción del nido por parte de las hembras y - la secuencia en las actividades del cortejo nupcial.

(24)

C. Biotecnología y Cultivo.

1. Selección del Sitio.

Este punto es de suma importancia, ya que es uno de los factores necesarios en el establecimiento de -- una piscifactoría, como es claro está relacionado - con el espacio donde se deba ubicar.

Con el objeto de realizar una buena selección, es necesario tener en mente algunas consideraciones, - que serán de importancia en el balance final de rendimiento.

En términos generales, la selección del sitio estará determinada a tres aspectos básicos, como son: - topografía del terreno, tipo de suelo y área disponible.

La topografía del terreno nos condiciona para determinar el tipo de estanquería que se pueda proyectar.

En los terrenos muy accidentados en donde las pendientes sean muy pronunciadas, se recomienda la construcción de estanques por medio de bordos o diques, aprovechando el curso del agua; éstos estanques son difícilmente controlables en lo que se refiere a la cantidad de agua y a la producción, por lo que es mejor construir los estanques en terrenos con pendiente suave.

En cuanto a los terrenos planos no son recomendables por más de una razón: el abastecimiento del agua tiene que hacerse por bombeo, lo cual repercute en los costos de producción, hay dificultad en el llenado y vaciado de los estanques, en la construcción, en el diseño del canal de alimentación, el cual deberá estar arriba del nivel de llenado del estanque y en el canal de desagüe, que deberá-

estar por debajo del nivel del fondo del estanque.

En cuanto al tipo de suelo, se presentan básicamente los permeables y los impermeables. En los proyectos de estanquería rústica adquiere gran importancia la impermeabilidad del suelo, entre otras causas porque los canales de alimentación y desagüe serán calculados de manera que la corriente no sobrepase el esfuerzo cortante del terreno, evitando erosión, transporte de material y depósito del mismo en los estanques.

El tercer factor o sea la disponibilidad del terreno influirá también en la selección y el tipo de estanques; esto nos permite decidir el tipo de piscifactoría que se va a diseñar. (1) (4) (12) -- (19)

2. Calidad en el abastecimiento de Agua.

Las características del agua deberán ser cuidadosamente analizadas antes de establecer la piscifactoría, ya que es un factor determinante en el desarrollo de la trucha, y aún después de construída la piscifactoría será necesario seguir registrando pe

riódicamente estos parámetros a fin de mantenerlos siempre constantes.

El flujo y la cantidad de agua necesarios varía según la temperatura, su calidad físico-química y la carga de organismos.

Así pues, tenemos los siguientes valores por etapa de crecimiento:

<u>Concepto</u>	<u>Flujo o Cantidad</u>
Incubación	0.5 litros/min. por c/1000 huevos .
Alevinaje y cría de 2 a 3 meses.	1 a 20 l/min. por c/100 crías .
Juveniles de 6 a 12 meses	6 a 20 l/min. por c/1000 juveniles.
Tamaños mayores	- un litro/kg/min. a 15°C. -960-1440 m ³ /dfa para producir una tonelada a 15°C. - 300-500 l/seg./Ha. a 9-16°C para mantener 100 a 150 tm. (12) (24)

La calidad del agua es fundamental para el cultivo de truchas. Las aguas ligeramente ácidas, por ejemplo, provocan disminución del apetito, retardo del crecimiento y aumentan las posibilidades de parasitosis y enfermedades de carácter epidémico.

Los requerimientos óptimos de la calidad del agua para cultivo son:

Temperatura	de 7.2 a 17.0°C para crecimiento y de 7.2 a 12.8°C para reproducción e incubación.
Oxígeno disuelto	6.0mg/l o mayor
P. H.	6.8 a 8.4 óptimo 7.2
Alcalinidad	20 a 200 mg/l (como Ca CO ₃)
Dióxido de carbono	menor de 2 mg/l
Calcio	mayor de 52 mg/l
Zinc	menor de 0.04 mg/l a Ph. de 7.6
Cobre	menor de 0.006 mg/l en aguas blandas mayor de 0.3 mg/l en aguas duras

Fierro	menor 1.0 mg/1
Amonio	menor de 0.012 mg/1 como NH ₃
Nitrito	menor de 0.55 mg/1
Nitrógeno	menor de 110% de saturación total
Sólidos suspendidos	menor de 80 mg/1
Sólidos disueltos	menor de 400 mg/1
Acido sulfhídrico	menor de 0.002 mg/1

(1) (4) (19) (23) (24) (25)

Las aguas de ríos de áreas limosas contienen calcio y magnesio, elementos indispensables para la estructura ósea de la trucha. Estas aguas tienden a la alcalinidad, lo cual amortigua y ayuda a resistir los efectos de sustancias contaminantes, además de fomentar el alimento natural, condiciones indispensables cuando se producen truchas sin alimento artificial.

Las aguas de manantial son las más adecuadas por su limpieza y sobre todo la constancia de temperatura que no está influenciada directamente sino en mínima parte por las variaciones estacionales del ambiente.

te exterior; como la uniformidad del abastecimiento.

Tiene bajo contenido de oxígeno pero una buena aereación es suficiente para capturarlo, esto se logra a base de "caídas" naturales del agua.

Las aguas de río o arroyo están casi siempre saturadas de oxígeno, pero siempre sujetas a graves inconvenientes para el desarrollo de la trucha, como turbidez estacional, variaciones de temperatura que influyen notablemente el crecimiento y vitalidad de la misma.

El enturbiamiento excesivo por materias en suspensión puede ir en detrimento para el cultivo por someter al animal a condiciones de stress. (4) (11) - (12)

3. Alternativas en el cultivo de la trucha.

En función de la calidad y disponibilidad del agua, las instalaciones, la capacidad económica y la finalidad, pueden distinguirse diferentes tipos de cultivo de los cuales daremos una clasificación arbitraria.

- Granjas de iniciación y repoblación

En México, generalmente son de propiedad estatal y están destinadas a la producción de huevos, -- alevines y crías para el abastecimiento de granjas de engorda y repoblación de cuerpos de agua en sistemas abiertos. También sirven como centros de experimentación e investigación.

- Granjas de Cultivo de ciclo completo.

Abarcan la producción de todas las fases de desarrollo, a veces se auxilian con abastecimiento de huevos o de pios de cría.

- Cultivo extensivo.

Se hace con base en la repoblación periódica de cuerpos de agua en sistemas abiertos, con alimentación natural.

- Cultivo Semi-intensivo.

Se hace en estanquería rústica y semirústica, -- con el auxilio de alimentación artificial.

- Cultivo Intensivo.

Se hace en sistemas de estanquerfa de concreto u otros materiales y alimentación artificial procurando el mayor número de individuos por unidad de espacio. (24)

4. Densidad de Carga.

El cultivo de la trucha se realiza principalmente - en forma intensiva a fin de obtener la máxima eficiencia en la producción.

Anteriormente se manejaba en estanques con poco intercambio de agua, pero debido a que los rendimientos en estos sistemas son muy bajos (raramente mayores de 1 tonelada/ha), en la actualidad se utilizan métodos de intercambio intensivo de agua y alimentación controlada. En éstos sistemas pueden cargarse hasta 30 kg/m^3 .

Hay una gran variedad de factores que influyen en - la densidad de carga óptima y en consecuencia muy - diversos criterios al respecto; pero en todos los - casos se toman en cuenta los factores como el flujo

del agua, recambio de la misma por hora, temperatura, volumen del reservorio, oxígeno disuelto, longitud y peso promedio de los peces; demanda de oxígeno, tasa de alimentación y tasa de crecimiento.

El exceso de densidad de carga, afecta a las condiciones bióticas de desarrollo y de comportamiento de los organismos. La carga demasiado baja afecta la eficiencia económica del cultivo.

Así pues, tenemos como ejemplo que la densidad de carga de la trucha bajo cultivo en estanques de corriente rápida (race ways), depende principalmente de la talla del pez. (5) (23)

La densidad de carga se expresa en términos generales, como kilogramos de peces por metro cúbico de agua, como ya se consideró antes, la densidad de carga es difícil de calcular y uno de los parámetros básicos a determinar será la concentración de oxígeno, la cual no deberá ser menor de 5 mg/l.

A continuación daremos un ejemplo en el cual indicaremos los Kg. de peces que se pueden tener en un metro cúbico de agua, (según fórmula de Klontz. 1978)

considerando que se efectúen tres recambios de agua por hora en el estanque.

Densidad de carga en Kg. de peces por metro cúbico, según la altitud y temperatura del agua.

T°C	A L T I T U D				
	600 m	900m	1 200 m	2,000m	3 000 m
	Kg/m ³				
8.0	11.83	11.25	11.01	10.77	10.53
9.0	10.92	10.53	10.19	9.96	9.71
10.0	10.00	9.71	9.30	9.14	8.85
11.0	9.43	9.04	8.70	8.46	8.22
12.0	8.80	8.51	8.18	7.98	7.79
13.0	8.22	7.98	7.69	7.45	7.21
14.0	7.84	7.55	7.26	6.97	6.73
15.0	7.45	7.18	6.92	6.73	6.54

(1) (12)

Los valores indicados demuestran que la concentración de oxígeno en el agua depende de factores ambientales así como la altitud, encontrándose mayor concentra---

ción de oxígeno en el agua a menor altitud. La temperatura del agua influye directamente en la saturación de oxígeno, siendo los alevines los de mayores necesidades vitales.

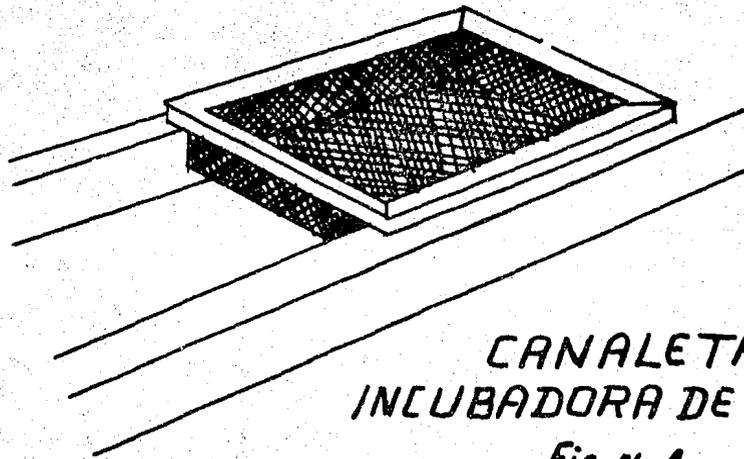
El consumo de oxígeno varía de acuerdo con la actividad del pez, tamaño y consumo de alimento. (11) - (25)

Debemos de poner en claro también, la relación existente entre el tamaño de la trucha y la densidad de carga permisible que va de 10 kg/m^3 para peces pequeños de 5 cm. hasta 20 kg/m^3 para peces mayores de 12 cm. (12)

La densidad de carga recomendada en sistemas intensivos para reproductores es de 20 a 30 kg/m^3 , ya que con estos valores se han obtenido buenos resultados. (11)

Para huevecillo en canastillas, hasta 4320 gr. de huevecillo por canastilla de 61 cm. de largo, 37 cm. de ancho y 15 cm. de profundidad (1.9 gr. de huevo/ cm^2 max.). (Fig. No. 4)

En incubadora vertical Heat-Techna hasta 2880 gr. -



CANALETA CON
INCUBADORA DE CANASTILLA

Fig. No 4

de huevo por charola de 50 por 50cm. (1.15 gr. de -
huevo/cm² máx.) (11) (Fig. No. 5)

5. Reproducción.

La reproducción artificial de estos peces básicamente consiste en la obtención de sus huevos (ovulos) y esperma (licor espermático) su unión o fertilización, la posterior incubación de los huevos; finalmente el cuidado y mantención de las crías resultantes hasta el momento en que son sembradas en ríos, lagos o bien, vendidas a personas interesadas en su cultivo. (26)

Selección de Reproductores.

Los reproductores obtenidos en la naturaleza o en criaderos previamente existentes son seleccionados de acuerdo con las características de su desarrollo y crecimiento, estado de salud, forma y color de las branquias, constitución, aspecto general, resistencia a las enfermedades, precocidad sexual, fecundidad, alto índice de conversión alimenticia, alta resistencia al manejo y a los cambios bruscos del medio ambiente. (1) (21) (25)

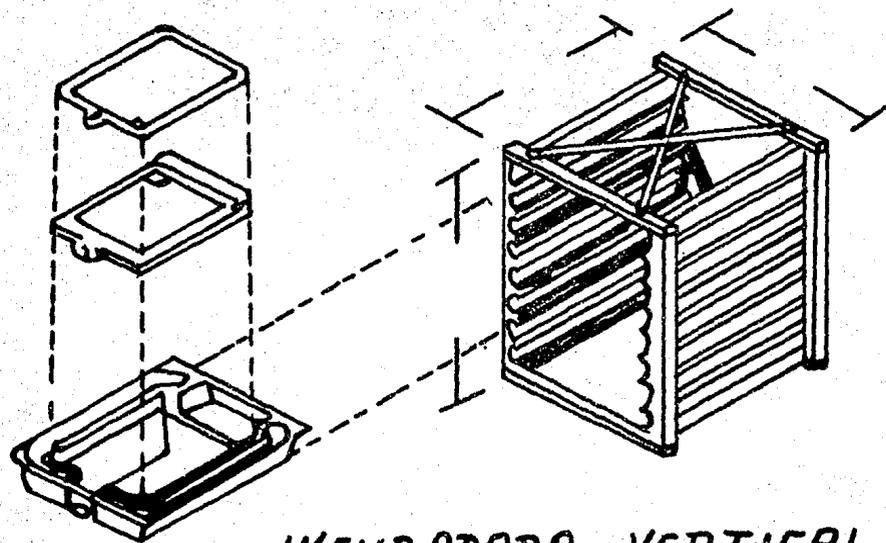


Fig. No 5

**INCUBADORA VERTICAL
CON CHAROLAS**

Algunos reproductores se obtienen en depósitos naturales durante la época reproductiva, aprovechando los hábitos peculiares de esta especie; las truchas se capturan cuando emigran hacia los arroyos a fines de otoño y principios de invierno. Las estaciones trutícolas más avanzadas mantienen a sus reproductores y los alimentan especialmente. (13)

Es claro que los mejores reproductores son aquellos que han sido colectados en depósitos y corrientes naturales, debido a que se han sometido a una fuerte competencia y selección natural, sobreviviendo generalmente los mejores ejemplares. (21)

Los reproductores se seleccionan durante todo el año, formando un lote con los que presentan la mayoría de las características antes mencionadas y tienen entre dos y cinco años.

Los reproductores generalmente maduran a los dos años, aunque de las hembras se obtienen óvulos pequeños y la mayoría de ellos inmaduros por lo que es preferible reproducirlas a partir de los tres años. Una hembra de 1 kg. pone de 1 500 a 3 000 óvulos, dependiendo de la edad y el estado de salud del pez; esta ovoposición se lleva a cabo una sola

vez en la época de la reproducción, sin embargo, de los machos puede obtenerse semen varias veces durante la época del celo.

La maduración de los peces es a través de los meses de fríos, lo que beneficia las actividades en la piscifactoría, ya que de esta manera se calendarizan las actividades y la producción para tener peces de talla comercial durante todo el año.

Se recomienda separar a hembras y machos en la época de celo, revisándose hasta dos y tres veces por semana a fin de detectar organismos maduros; los mismos son fácilmente detectables por la inquietud que denotan, a la palpación presentan el abdomen blando y una leve presión sobre el abdomen basta para que expulsen los productos sexuales. (1) (13) (21)

Obtención de los productos sexuales y fecundación artificial.

Los reproductores seleccionados se llevan a un lugar en el cual no haya penetración directa de luz solar, éste sitio generalmente se encuentra dentro de la sala de incubación (piletas y mesas de desove),

aunque se puede hacer en el mismo estanque techado.

Para efectuar el desove y fecundación artificial, se procede de la siguiente manera: con ayuda de una fra-
nela se sujeta al pez por el pedúnculo caudal, una
vez sujeto el animal, se procede a ejercer presión-
en el abdomen con el dedo pulgar e índice, siguien-
do un movimiento paralelo y continuo de la cabeza a
la cola; debe tenerse cuidado en que esta operación
sea más bien realizando una leve presión, no una --
"exprimida". La manipulación es la misma para las
hembras que para los machos y se recomienda primero
el manejo de la hembra y después el del macho.

Fertilización de Huevecillos mediante el Método Seco (Urasski).

Los productos sexuales colectados en un recipiente-
de plástico sin agua, son mezclados cuidadosamente-
con una pluma de ave. Se dejan reposar los huevos
un corto tiempo, que no pasa de cinco minutos a fin
de asegurar su fecundación; posteriormente se lavan
los huevos con agua para eliminar el exceso de esper-
ma y la sustancia pegajosa que en el medio ambiente
natural les permite adherirse a las plantas. La ven

taja de este método es que se obtienen altos índices de fertilidad (90-95%) (1) (7) (13) (18) (21)

Los huevos tienen un diámetro promedio de 4mm. Un método para el conteo de huevos consiste en contar mil o más huevos y colocarlos escurridos en una probeta con agua, anotando los centímetros cúbicos de agua que se desplazan, enseguida el resto de los -- huevos se introducen en la probeta y se ve cuantos centímetros en total desplazaron el agua, teniendo éstos resultados se procede a hacer una regla de -- tres para obtener la cantidad total de huevos. En un litro caben 18 000 huevos, cuando éstos tienen - 4mm de diámetro.

Otro método en el conteo de huevo consiste en tener una paleta de madera que tiene 500 orificios, cada - uno dá cabida a dos huevos. (1) (26)

Incubación.

Ya obtenidos los huevos, éstos deberán incubarse, - es decir, tendrán que pasar un período de tiempo con agua corriente hasta que originen el alevín (se llama alevín a los pecesillos menores de 2.5cm). (18)

Las incubadoras se describirán en el capítulo de instalaciones, aquí solo las mencionaremos.

Dentro de ellas tenemos a la incubadora de canastilla, incubadora vertical también llamada Heat-Techna, la tipo Mc. Donald y a la tipo California.

Los alevines no nacen al mismo tiempo sino con diferencia de horas o días, desde que aparecen los primeros hasta los últimos.

Durante este período es necesario revisar diariamente los huevos para extraer con unas pinzas de disección, o con tubos de succión, los que tornan a un color blanco, debido a que han dejado de ser viables, con esto se evita el crecimiento de hongos. Para evitar la aparición de hongos y como medida profiláctica, se tratan los huevos con una solución de verde de malaquita, que se prepara disolviendo 10-gramos de esta sustancia en un litro de agua. De esta solución se aplican 60 cm^3 por cada 100 litros de agua que entran a la incubadora, el tratamiento es por 30 minutos diariamente.

En esta fase del desarrollo del pez, hay que evitar la luz directa del sol. Como ya se hizo notar, los

huevos permanecen en las incubadoras por un periodo de tiempo variable, según la temperatura del agua, - así por ejemplo: a 10°C en 30 días, nacerá el alevín, a 12°C serán 24 días y a 15°C serán 20 días, - es decir a mayor temperatura, menor el tiempo de incubación; aunque ya anteriormente se mencionó las temperaturas óptimas de incubación y éstas oscilan entre 7.2 y 12.8°C; los límites máximos y mínimos están entre 15.5 y 4.4 respectivamente, ya que fuera de éstos rangos el desarrollo del embrión es anormal, obteniéndose crías no viables.

En los primeros días de la incubación, los huevos no deben moverse bruscamente ya que son muy delicados, sin embargo, después de algunos días cuando ya se han formado los ojos, que se ven como puntos negros, es entonces cuando se pueden manejar con más confianza e incluso pueden transportarse. (1) (6)

Alevinaje

Se toma como tiempo de inicio del alevinaje, cuando ha eclosionado el 80% de los huevos y dura hasta que se ha absorbido completamente el saco vitelino y se inicia la dependencia de alimentación externa --- (aproximadamente hasta los 2.5. cm.), en este momento se pasa de las incubadoras a las tinajas de alevinaje.

Los alevines como ya se dijo tienen un saco vitelino que es una bolsa que contiene sustancias nutritivas, de las que se alimentará el pez, aproximadamente un mes (dependiendo también de la temperatura).

Durante los primeros días, los peces permanecen en el fondo en grupos y poco a poco van adquiriendo mayor movimiento hasta que comienzan a nadar y el saco vitelino se reduce, es entonces cuando se inicia el suministro de alimento balanceado, proporcionándolo en forma de gránulos finos, seis veces al día. (ver alimentación)

En esta fase de desarrollo es necesario realizar la limpieza periódica de las canaletas y evitar la luz directa del sol.

Crecimiento

Después del alevinaje, las crías (peces que miden de 2.5 a 7 cm.) se pasan a tinas o estanques de crecimiento.

Durante el crecimiento de las crías es necesario hacer selección de tamaños periódicamente, es decir, separar las grandes de las pequeñas para evi-

tar el canibalismo y propiciar el buen aprovechamiento del alimento.

En esta etapa, como en las anteriores, la limpieza es fundamental para el buen desarrollo de los peces. Al alcanzar los peces la talla de 7 cm. se pasan a estanques mayores para su engorda.

Si los estanques son rústicos pueden contener de 1 a 5 truchas por 1 a 3 metros cuadrados, por supuesto dependiendo del oxígeno disuelto, la temperatura y la alimentación. Si los estanques son pequeños y tienen agua corriente pueden contener hasta 20 kgs. de peces por metro cúbico de agua. Dependiendo de la temperatura del agua y la calidad del alimento, los peces a los doce meses en estos estanques llegan a pesar 150 grs. o más de 250 grs. (1)

6. Instalaciones y equipo.

Las instalaciones no necesariamente deben ser de un alto costo, también pueden llevarse a cabo rústicamente (Fig. No. 6) y reducirse a estanques y caseta de vigilancia. Describiremos la totalidad del equipo e instalaciones, las variantes pueden darse según los recursos y las necesidades.

Sala de Incubación

En este sitio se encuentran las incubadoras, las tinas de alevinaje, dos pequeños estanques de manejo para los reproductores (también llamados piletas para desove), mesa para desove y en ocasiones también se encuentran las tinas de crecimiento. (Fig. No.7)

Incubadoras

Incubadora de canastilla en canaleta.

Las medidas regulares de la canastilla de incubación, son de 60 cm. de largo, 42 de ancho y 15 cm. de profundidad, aunque pueden variar ligeramente de acuerdo a las medidas de la canaleta de incubación en que se coloquen. El material de fabricación de la canastilla puede ser: marcos de madera, aluminio o fierro inoxidable o pintado y mallas de acero o tela de nylon. La abertura de la malla varía de acuerdo al tamaño del huevo a incubar basándose a la siguiente relación.

Tamaño del Huevo

Abertura de la Malla

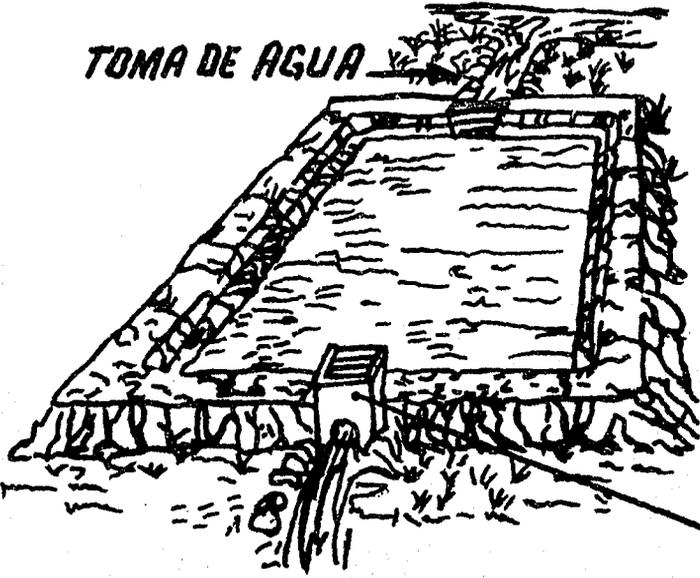
14 000-25 000 por kg.

9 aberturas por pulgada.

8 500-13 900 por kg.

7 aberturas por pulgada.

TOMA DE AGUA



MONJE

Vo. 6 ESTANQUE RUSTICO



Vo. 7

SALA DE INCUBACION

Las aberturas son rectangulares con el propósito de que al eclosionar el huevo el alevín con saco pueda desplazarse y caer al fondo de la canaleta. Las medidas indicadas son en la parte más angosta. Las canaletas de incubación se fabrican de concreto, madera, metal o fibra de vidrio, de forma rectangular, con dimensiones variables, por ejemplo de 2.80 m. - de largo X 60 cm. de ancho y 40 de profundidad. En el interior de las canaletas se colocarán las canastillas, dejando una separación de por lo menos 30 - cm. para las caídas de agua. En la caída del agua, deberá colocarse una lámina a manera de barrera, -- con un espacio libre en la parte inferior, para que el agua fluya por debajo y los huevos tengan cons-- tantemente agua circulante. La capacidad de cada - una de las canastillas es de 2.8 Kg. de huevo. ----
(Fig. No. 4)

Incubadora Vertical

También llamadas Heat-Techna tienen capacidad para ocho charolas y el agua cae de una charola a otra.- Con este sistema de incubación se logra un gran ahorro en el espacio destinado para este objetivo, ya- que las incubadoras miden individualmente 60 cm. X- 52 cm. y 80 cm. de altura, pudiendo colocarse una- encima de otra.

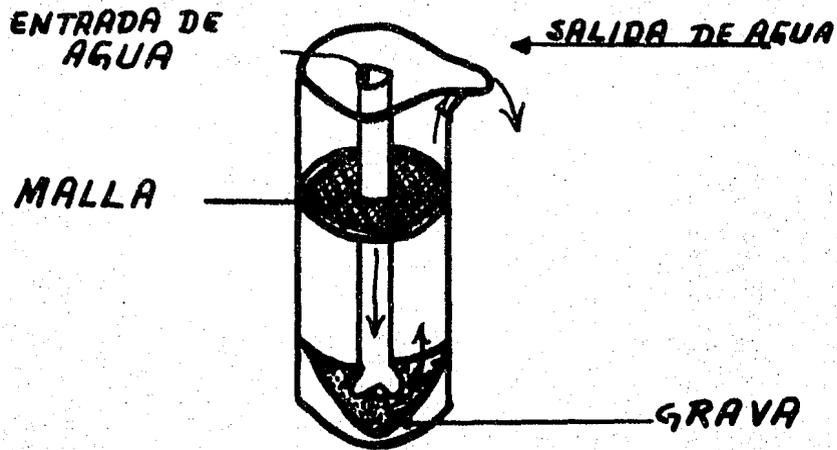
Estas incubadoras tienen una alta eficiencia que se traduce como una capacidad de incubación elevada; - el control de enfermedades y temperatura del agua - es relativamente fácil . Están construídas enteramente de fibra de vidrio. Cada charola de ésta incubadora puede contener de 15 a 40 mil huevos; se recomienda poner la menor cantidad posible para lograr una mayor supervivencia. (Fig. No. 5)

Incubadora Tipo McDonald.

Estas son recipientes cilíndricos de diferentes tamaños; constan de una entrada de agua que va a desembocar a un filtro de grava, una malla que sirve como sostén a los huevos evitando también su arrastre y una salida de agua. Las incubadoras de tipo McDonald pueden contener 20 mil huevos con un flujo de 7.5 lts. por minuto. (Fig. No. 8)

Incubadora California

Son cajas de incubación portátiles, especialmente adecuadas para colocarse sobre el curso de los arroyos, en los casos más simples de truticultura rústica, cuando se suprimen al máximo las instalaciones complicadas. Están cerradas por todos lados a



INCUBADORA TIPO
MAC DONALD

Fig. No 8

excepción de los lugares de entrada y salida del agua. (Fig. No. 9)

Esta clase de incubadoras se usan cuando la dotación de agua es limitada. Entre los inconvenientes que presenta, puede mencionarse como principal la fácil difusión de las enfermedades infecciosas, el azolvamiento y como consecuencia una mortalidad elevada. (1) (8) (11) (21)

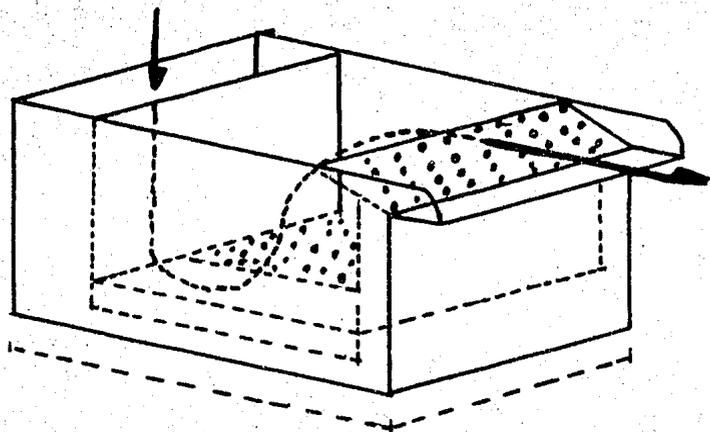
Estanques para alevinaje

En el alevinaje se usan generalmente canaletas como las mencionadas para incubación, (Fig. No. 10) aunque las dimensiones de éstas pueden ser mayores, -- por ejemplo: 6 m. de longitud, 80 cm. de ancho y 60 cm. de profundidad. Los materiales usados son: -- aluminio, fibra de vidrio, concreto y madera.

Las canaletas Danesas de concreto tienden a ser mayores de 6 m. de longitud, 80cm. de ancho y 60cm. de profundidad.

Estanques para cría

Después del alevinaje se utilizan tinas circulares o rectangulares para las crías que tienen tamaños -



INCUBADORA TIPO
CALIFORNIA

Fig. No 9

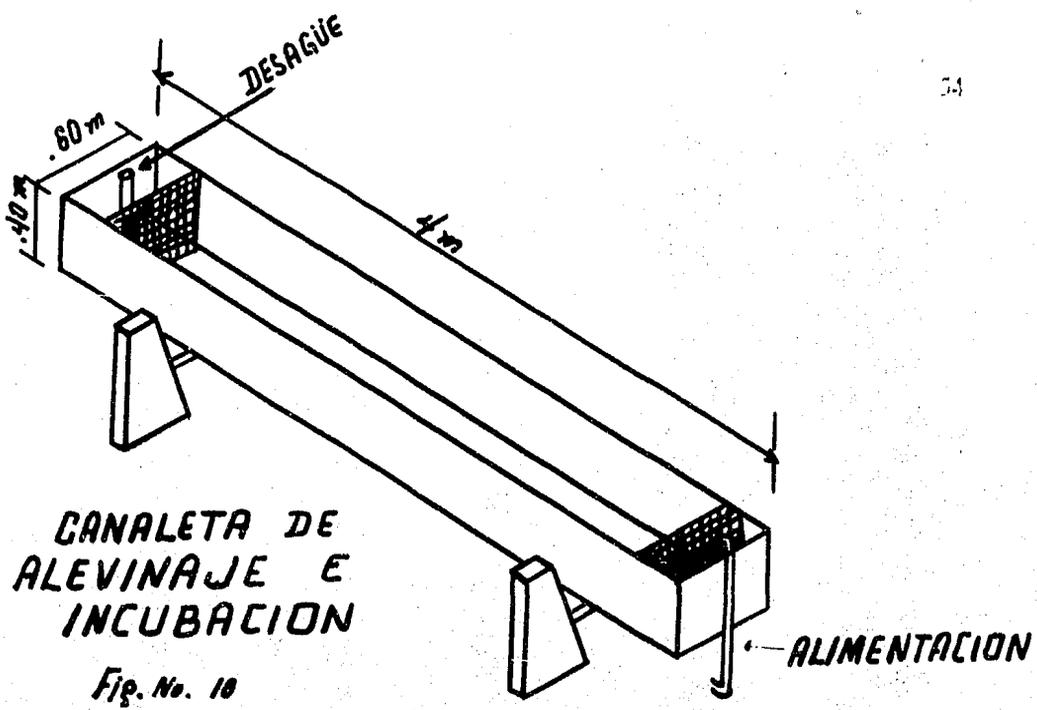
variables, las circulares pueden ser de 4m. de diámetro y 75 cm. de altura (Fig. No. 11) y las rectangulares pueden tener 4m. de largo por 60cm. de ancho y 30 cm. de profundidad y 10 cm. de bordo libre.

Estanques para crecimiento

Pueden ser rústicos (de tierra), de concreto o de materiales sintéticos, según se juzge conveniente. Su forma y tamaño es variable, se recomiendan los rectangulares que facilitan la captura de los peces, con superficie de media hectárea ($5\ 000\ m^2$) o menores. La profundidad puede ser de 1m. a 1.5 m. en la parte más profunda, con 30 cm. de bordo libre y una pendiente de .5 a 1 por ciento, a fin de que el vaciado sea por gravedad.

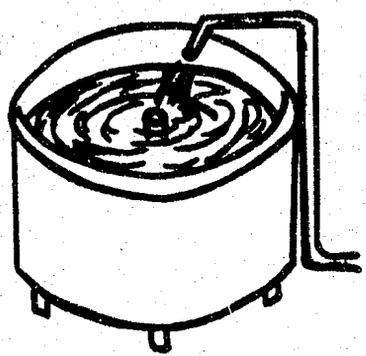
La inclinación de las paredes del estanque, dependen del tipo de suelo que se trabaje, así en uno arcilloso la relación será $1/2:1$, en un limoso éstas pueden estar en relación de $1:1$ y si son limosos arenosos, la relación será $1\ 1/2:1$. Estos estanques de grandes dimensiones generalmente son rústicos; por lo que es necesario tener un terreno impermeable, ya que el revestimiento sería muy costoso.

En la construcción de estanques pequeños se reco---



GANALETA DE
ALEVINAJE E
INCUBACION

Fig. No. 10



TINA DE CRECIMIENTO

Fig. No. 11

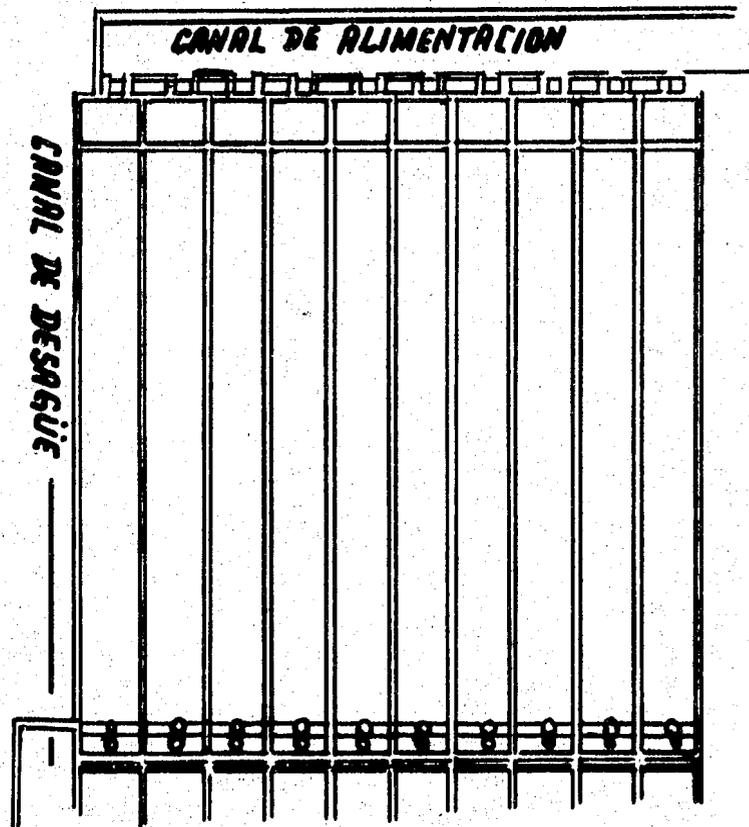
mienda que éstos sean rectangulares, y que el agua esté corriendo continuamente.

Estos estanques pueden ser rústicos, cuando el flujo de agua no es muy fuerte; cuando es fuerte es recomendable revestirlos para evitar la erosión del fondo y los taludes. La ventaja que presentan éstos últimos es que su mantenimiento es más barato y el manejo de la especie es más fácil. Las dimensiones pueden variar de 10m. X 2 m. X 1.2 m. a 24m X 2.40m. X 75cm. o de 15m. X 1.80 m X 45cm.

En este caso la variación en cuanto a tamaño puede ser múltiple, recordando que estarán en función directa de la topografía y la disponibilidad del terreno. (1) (13) (18) (19)

Estanques de engorda intensiva

En este tipo de explotación, uno de los modelos más recomendables son los canales de corriente rápida (raceways); este dispositivo, como su nombre lo indica, permite poner un gran volumen de agua en contacto con los peces, asegurando una gran producción en una superficie relativamente pequeña. ---- (Fig. No. 12) Estos tienen como medida regular 30m. X 1.2, uno al lado de otro y uno a continuación



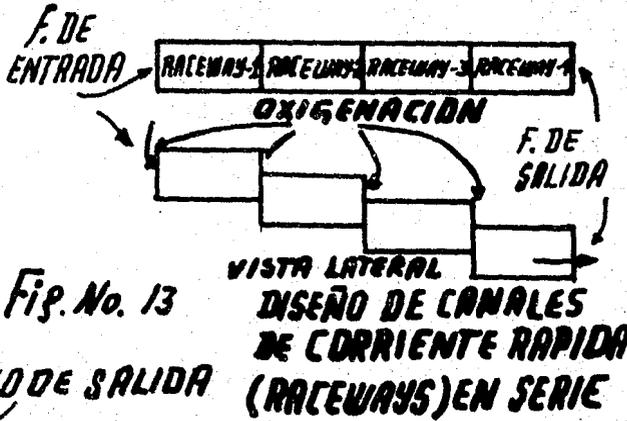
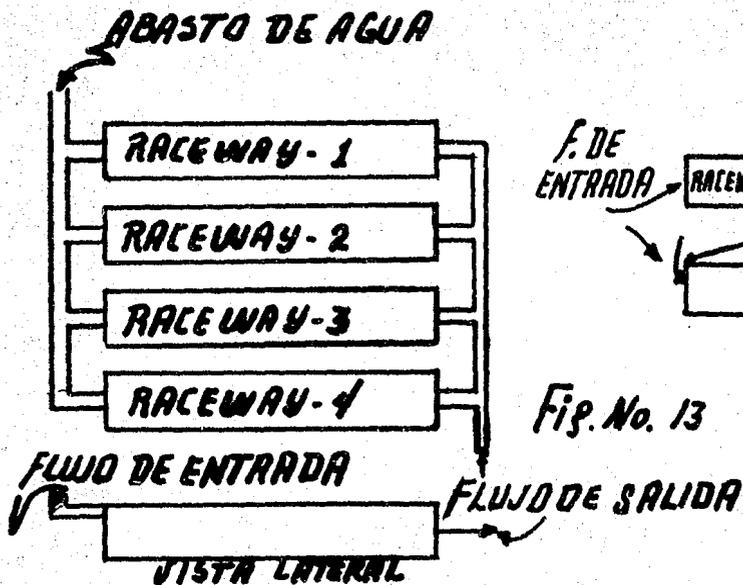
CANALES DE CORRIENTE RAPIDA

Fig. No 12

de otro, es decir en líneas paralelas, dejando entre ellos caídas o desniveles de 50cm. a 1 m. con el objeto de recuperar el oxígeno consumido, (Fig. No. 13 y 14) así como también liberar amoníaco y bióxido de carbono, ambos casos debidos al efecto de turbulencia, que se provocará con la caída directa del agua. Al final del canal deberá ubicarse un retén, que obligue al agua a fluir sólo por la parte inferior, con lo cual conseguiremos por una parte poner en movimiento el agua con menos contenido de oxígeno, por otra esta ascenderá para caer en el siguiente canal de corriente rápida (raceways), regenerando el oxígeno perdido. (Fig. No. 15) Antes del retén es conveniente construir en el canal ranuras, en las que se colocarán mallas, con el propósito de impedir el paso de los peces. (Fig. No. 16)

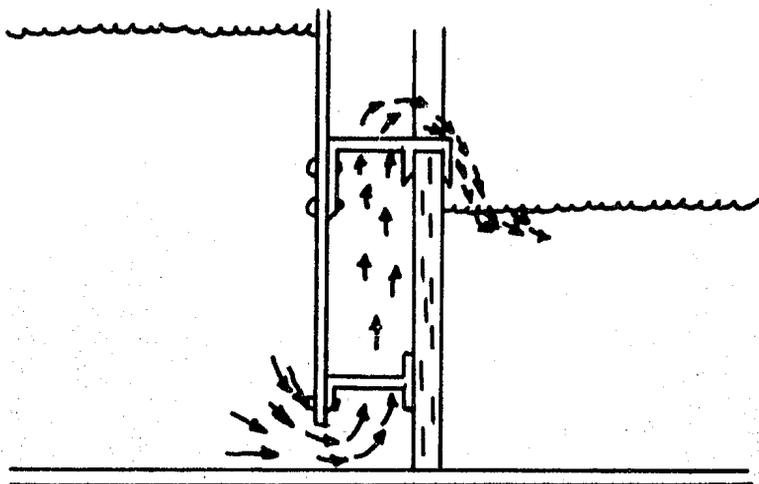
El canal de distribución estará conectado a cada uno de los canales de corriente rápida, descargando en cada uno de ellos a través de un vertedero que ocupa todo lo ancho del canal. El desagüe se construirá a todo lo ancho del canal, lo anterior es con el objeto de que la circulación a lo largo del canal sea homogénea y no presente zonas o puntos de turbulencia.

En los estanques, como en los canales de corriente



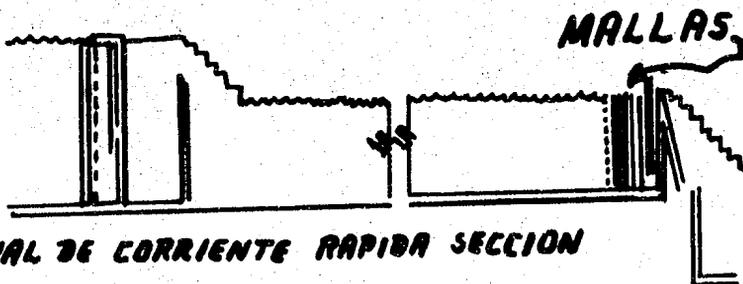
DISEÑO DE CANALES DE CORRIENTE RAPIDA (RACEWAYS) EN PARALELO

Fig. No. 14



**DISEÑO DE LA SALIDA DE AGUA DE UN
CANAL Y ENTRADA AL SIGUIENTE**

Fig. No. 15



**CANAL DE CORRIENTE RAPIDA SECCION
LONGITUDINAL**

Fig. No 16

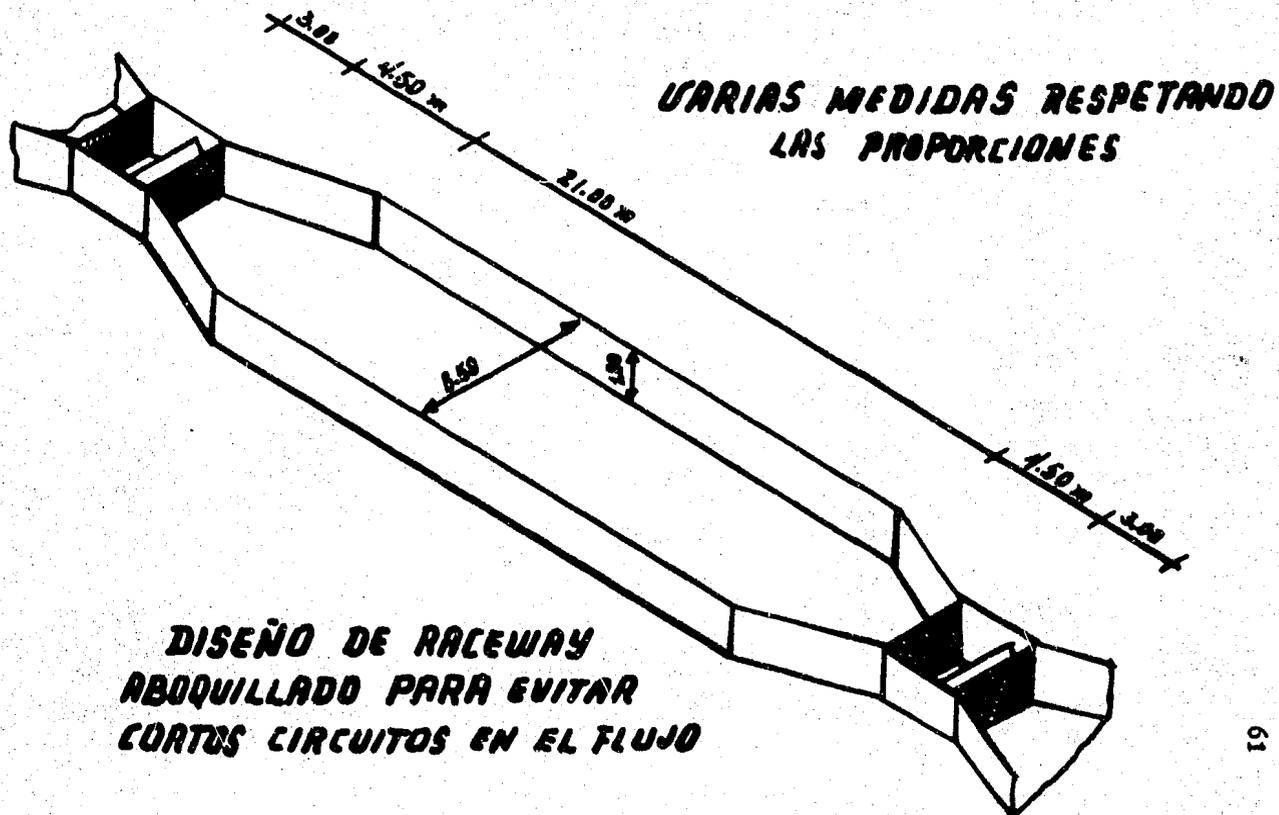
rápida la pendiente del fondo será como mínimo del .5% para asegurar un buen desagüe; el material usado en estos estanques es el concreto. (Fig. No. 17)

Estanques ovalados también llamados Foster-Lucas, en estos la circulación del agua se impulsa por -- chiflones localizados arriba del nivel del agua en la parte media de los lados rectos. El divisor -- central es construido de dos piezas separadas una de otra, con una descarga localizada en la parte -- central de las secciones divisorias. Se construyen de concreto armado. (11)

Estanques de Reproductores

En los reproductores, generalmente se utilizan estanques circulares, que pueden ser de 4.20m. de diámetro por 90cm. de profundidad; los materiales que se usan pueden ser cualquiera de los antes -- mencionados.

Las ventajas de estos estanques son: aprovechar el efecto de vórtice que se presenta en el hemisferio norte, el cual ocasiona que el agua gire en un sentido dentro del estanque, arrastrando todos los materiales en suspensión, hacia el centro del estanque, lo que produce un efecto de autolimpieza, --



aprovechando esto, se instala el tubo de salida en posición central; hay un menor requerimiento de agua el flujo es casi uniforme en todo el estanque y se lleva a cabo una distribución más esparcida de las truchas.

Almacén de Alimento.

Para el almacén se deben manejar dos alternativas, con alimento seco o húmedo y quizá una tercera, ambas a la vez; se recomiendan áreas separadas para cada uno de los tipos. Para el caso de alimento seco se determinará el tamaño de acuerdo a la cantidad de alimento por almacenar; en grandes piscifactorías incluso se debe considerar el uso de silos metálicos y alimentadores automáticos.

El almacén debe diseñarse para contener un cuarto del alimento seco, que deberá utilizarse durante el año, así como las medidas pertinentes para prevenir la humedad y los organismos indeseables, a partir de la ventilación y control de la temperatura.

El almacén general es recomendable anexarlo a las proximidades de los estanques.

La oficina o edificio de la administración puede ser de 16 a 20 m², según las necesidades que se tengan.

El laboratorio variará de tamaño, dependiendo de la importancia de la piscifactoría, sin embargo puede ser de $16m^2$ y se recomienda anexarlo al edificio de la administración. (1) (19)

7. ALIMENTACION

Uno de los aspectos más relevantes en la cría de trucha como en cualquier organismo, es la alimentación, la cual deberá ser balanceada para cubrir los requerimientos nutricionales del pez. En apariencia el factor alimentación es fácilmente manejable e incluso se llega a pensar que entre más alimento se le proporcione a un pez, este debiera crecer más, pero esto no siempre sucede, el crecimiento de un pez está determinado por la calidad del alimento, calidad del agua y su rango metabólico. Así pues, si alimentamos más de lo necesario, obtendremos un aumento de costos y de desechos.

Hay que considerar el hecho de que la trucha es un animal de sangre fría (poiquiloterms), es decir, la temperatura de su cuerpo es la misma que la del agua circundante, así su capacidad para asimilar alimentos bajo condiciones variantes debe tomarse en cuenta.

El tracto digestivo de la trucha como ya describimos anteriormente es el de un típico carnívoro, tanto el

intestino delgado como el intestino grueso son muy cortos y la longitud total del aparato digestivo no es suficientemente grande para permitir síntesis importante de vitaminas por parte de las bacterias intestinales. La mayor parte de éstos requerimientos deben ser suplementados en la dieta en forma digerible.

La comprobación de éstas características del tracto digestivo de las truchas es un gran paso adelante en la comprensión de las necesidades alimenticias de la misma.

El alimento de la trucha debe contener los cinco principales grupos de nutrientes: Carbohidratos, Proteínas, Grasas, minerales y vitaminas. (22)

Carbohidratos.

Los carbohidratos están compuestos de hidrógeno, carbono y oxígeno, a diferencia de las proteínas, no contienen nitrógeno. Sirven para obtener energía; temporalmente se almacenan como glucógeno o para formar grasa.

Los carbohidratos compuestos son digeridos y transformados en azúcares simples antes de ser absorbi-

dos, su disponibilidad depende de la capacidad del pez para digerirlos.

Los carbohidratos en el cuerpo se encuentran en forma de glucosa y glucógeno. La glucosa se deposita en los fluidos y células del cuerpo, y el glucógeno en el hígado y tejidos musculares. (20)

El exceso de carbohidratos en la dieta causará hinchazón del cuerpo y depósito de glucógeno en exceso en el hígado lo que resulta que este órgano se agranda y se ponga de color claro. La mortalidad será elevada.

No se debe incluir más de 8 o 9% de carbohidratos en la dieta. Las fuentes principales de carbohidratos son los granos.

Las carnes contienen solamente pequeñas cantidades de carbohidratos.

Proteínas

El principal componente de los órganos del cuerpo, tejidos blandos y fluidos son las proteínas. Estas están formadas de aminoácidos que contienen carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. El nivel de nitró-

geno es muy constante, aproximadamente del 16%. Los aminoácidos están presentes en cantidades muy variables en las diferentes proteínas.

Los aminoácidos probablemente esenciales (no elaborados por el pez) para la trucha son: arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano y valina. Los demás aminoácidos pueden formarse en el cuerpo o no ser requeridos. El nivel de proteínas en la dieta deberá ser entre el 35 y el 80%. Cabe hacer mención que las necesidades de proteína son mayores para peces pequeños y menores para los peces grandes. La utilización de proteínas vegetales en la dieta no debe pasar del 10% del total de proteína.

Las deficiencias de proteínas causarán la falta de apetito, disminuirán la actividad y el crecimiento— además los peces nadarán cerca de la superficie del agua.

Los concentrados de animales, las carnes frescas y el pescado son fuentes excelentes de proteína. (1)
(11) (20)

Grasas

El cuerpo utiliza las grasas para producir energía,

aislante de las temperaturas, para protección de los órganos vitales y como lubricante interno.

Las grasas ayudan en la absorción de algunas vitaminas que son necesarias para la salud y crecimiento normales. Hay dos tipos de depósito de grasa en el cuerpo, uno es la grasa natural del animal elaborada a partir de las proteínas y los carbohidratos -- contenidos en la dieta; la otra se deposita procedente de la grasa de la dieta.

Un exceso de grasa en la dieta puede causar daño al cuerpo, que origine la muerte. La acumulación de grasa en el hígado puede causar anemia, el daño causado a los riñones desemboca en edema, éste es acumulación de agua en el cuerpo.

Las fuentes principales de grasa son la harina y -- aceite de pescado, harina de algodón, pescado fresco, desperdicios de carne y huesos. Las grasas contenidas en el alimento de la trucha estarán en el rango de 8 a 15% de la dieta. (22)

Minerales

Estos se consideran generalmente de importancia en la formación de la estructura ósea, la circulación-

de la sangre, respiración, digestión y asimilación de alimento, así como la excreción; dependen de la presencia de minerales en compuestos adecuados.

Son de especial importancia en el desarrollo de -- huesos y dientes, el calcio y el fósforo, el calcio interviene además en la coagulación de la sangre. - También son necesarios en pequeñas cantidades el cobalto, cobre, cloro, fluor, hierro, manganeso, magnesio, potasio, sodio y yodo.

La trucha tiene la facultad de absorber calcio, cobalto y fósforo del agua; la cantidad que absorbe - depende de la concentración de los elementos en el agua. Se recomienda que el agua de cultivo contenga más de 50mg/l de sólidos disueltos.

Harinas de pescado y carne, huesos y algas marinas - son buenas fuentes de minerales. (11) (20)

Vitaminas

Las vitaminas son importantes para evitar enfermedades, debidas a las deficiencias de éstas, entre las necesarias se encuentran: A, D, E, K, Tiamina, Riboflavina, Acido pantoténico, Piridoxina, Inositol, Biotina, Acido Fólico, Niacina, Acido ascórbico, -

B-12, Acido paraminobenzoico y Colina. Todas ellas son necesarias en pequeñas cantidades y actúan haciendo posible que el cuerpo utilice los otros componentes de la dieta.

Relaciones entre los diferentes componentes de la dieta.

Hasta este momento, la nutrición no parece muy complicada; uno administra una dieta que contiene las cantidades adecuadas de grasas, proteínas, minerales, carbohidratos y vitaminas. Si una deficiencia aparece, se añade el componente que falta y la deficiencia se corrige. Hasta cierto punto esto es cierto, sin embargo cabe aclarar que la falta de algún componente muchas veces puede ir en perjuicio de la presencia de otro; en otros casos el nivel alto de un elemento de la dieta afecta los valores de otro.

En la actualidad lo más usual para alimentar a la trucha son alimentos balanceados, que cubren los requerimientos descritos anteriormente, suministrándose en una proporción del 3 al 5% del peso de los peces por día. Estos alimentos se fabrican de varios tamaños, generalmente ocho tipos, que van desde gránulos finos hasta trozos de 6mm. Las truchas de 10 cm

cm. aceptan gránulos de 2.5 mm. de diámetro, las de 15 cm. gránulos de 4 mm. de diámetro y las de 20 cm en adelante, gránulos de 6mm. El alimento elaborado debe almacenarse en un lugar fresco y seco, por no más de tres meses para evitar el deterioro de sus componentes.

Además existe la alternativa del alimento llamado "fresco" como son vísceras de animales y peces "forrajeros" (de bajo valor comercial). Esta última opción es inconveniente por los problemas que causa su almacenamiento, fácil descomposición, bajo rendimiento en el desarrollo de los peces (baja conversión); además de predisponer a enfermedades.

En Europa es común el alimentar a las truchas con una variante de alimento fresco denominado "basura marina", que no es otra cosa que desechos de empacadoras de peces y crustáceos. (13)

La cantidad de alimento a dar depende principalmente de la temperatura del agua y tamaño del pez. (11) (22) En base a esto se han elaborado tablas de alimentación para determinar las cantidades que se deben proporcionar a los peces.

NIVELES DE ALIMENTO SUGERIDO PARA LA TRUCHA ARCOIRIS (Alimento seco).

Temperatura del Agua en °C

Longitud del Pez
en cm.

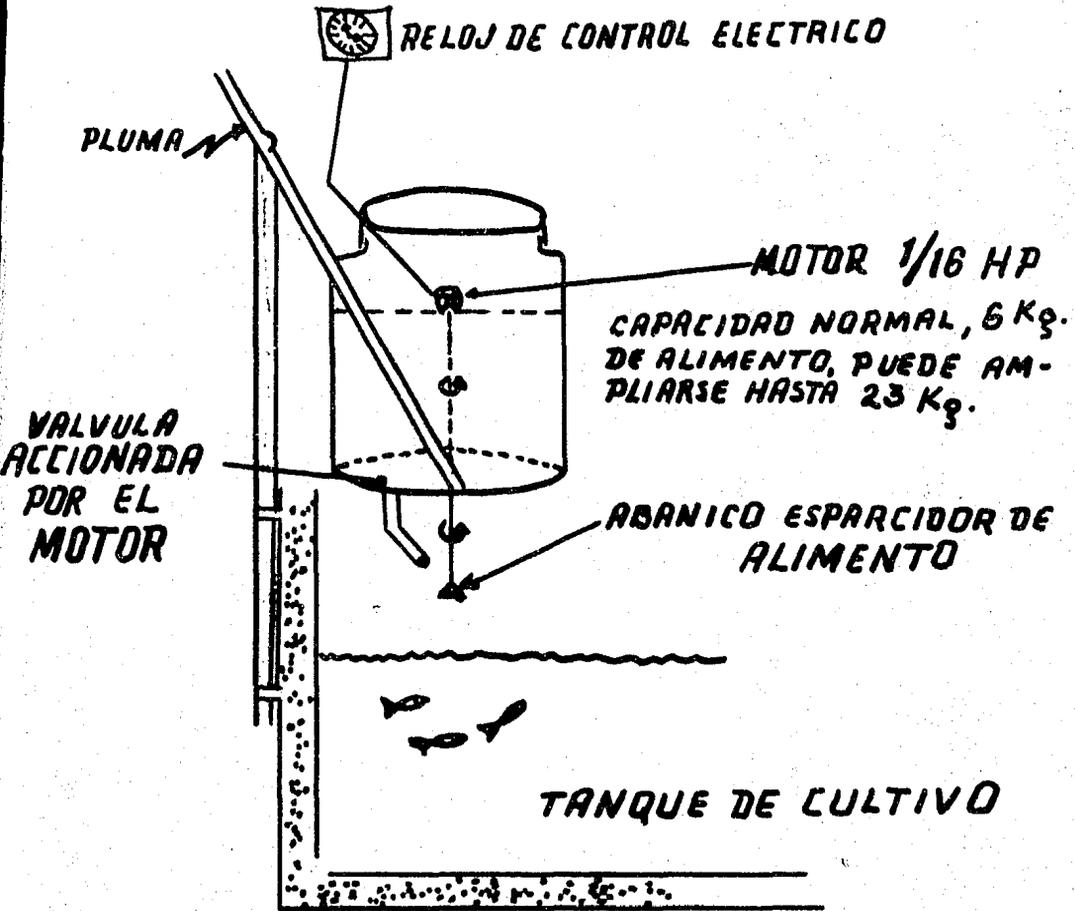
	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
1-2.3	2.7	2.9	3.2	3.5	3.8	4.1	4.5	4.7	5.4	5.4	5.8	6.3	7.0	7.5.
2.5-5.0	2.2.	2.4	2.6	2.8	3.1	3.4	3.8	3.9	4.5	4.5	4.9	5.3	5.8	6.3
5.0-7.5	1.7	2.0	2.2	2.4	2.5	2.8	3.0	3.2	3.5	3.6	3.9	4.3	4.8	5.1
7.5-10.0	1.3	1.5	1.7	1.8	2.0	2.2	2.4	2.5	2.8	2.8	3.0	3.3	3.6	3.9
10.0-12.5	1.0	1.2	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8	1.9	2.1	2.1.	2.3	2.5	2.7	3.0
15.0	0.7	0.8	0.9	0.9	1.0	1.2	1.3	1.3	1.5	1.5	1.6	1.7	1.9	2.0
17.5	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	1.0	1.1	1.1	1.3	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7
20.0	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	1.0	1.0	1.1.	1.1	1.3	1.3	1.4	1.5
22.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4
25.0	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.2	1.3

Para calcular el rango de alimento diario se multiplica el peso total de peces en el estanque por el factor de alimento correspondiente a la temperatura y longitud. (1) (11)

Métodos de Alimentación.

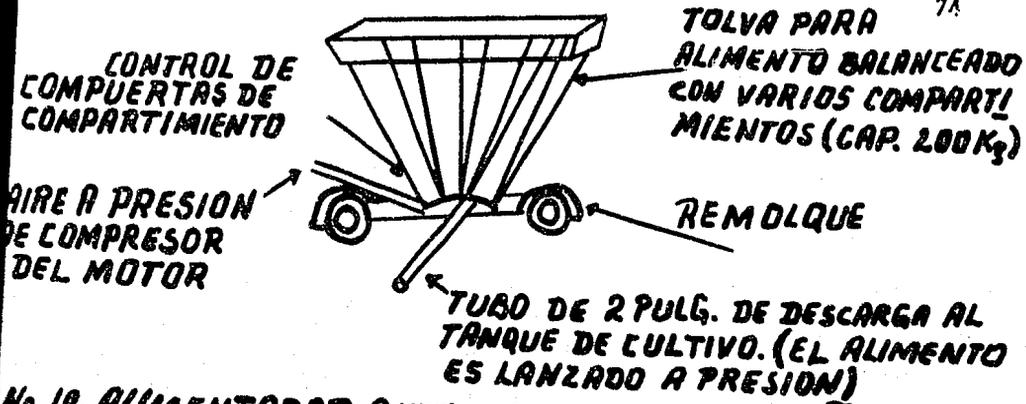
La alimentación debe de ser de preferencia en forma manual, "alimentando a las truchas y no a los estanques de cultivo".

Se han utilizado sistemas de alimentación automáticos por medio de reloj. Estos métodos no son tan efectivos como el manual, sin embargo ahorran mano de obra. Los alimentadores automáticos más comunes son los de tipo Allen, Nielsen y de tipo Cañón. (Fig. No. 18, 19 y 20) Cuando se utilizan alimentadores automáticos, a veces es conveniente utilizar alimento flotante peletizado para una mejor utilización.

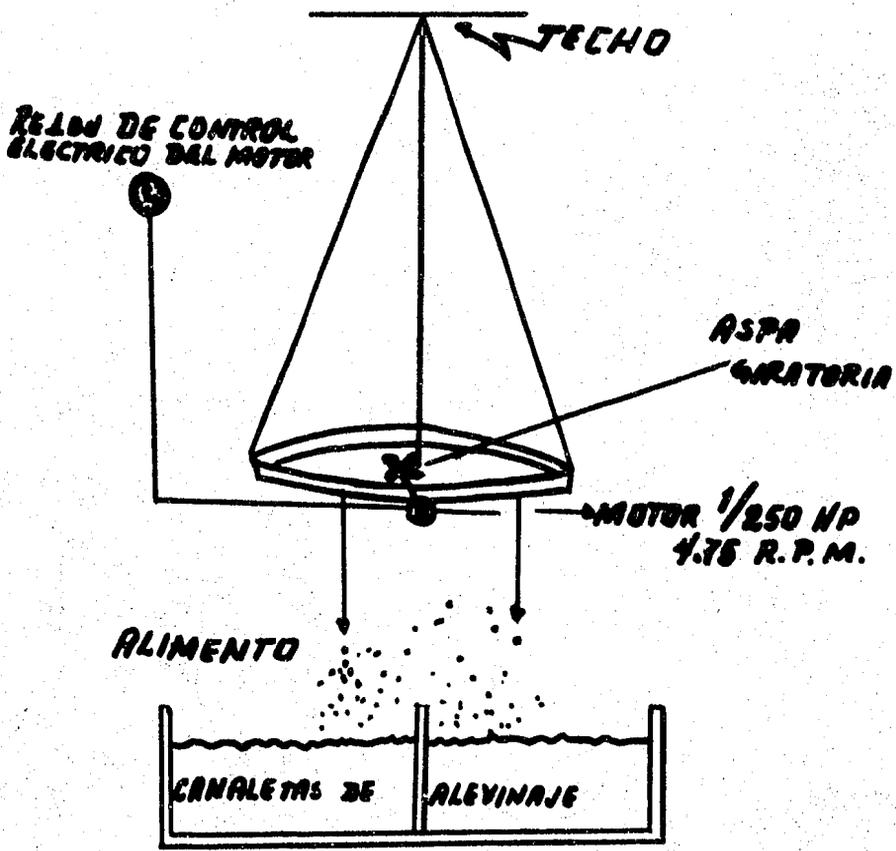


**ALIMENTADOR AUTOMATICO TIPO
NIELSEN**

Fig. No. 18



No 19.-ALIMENTADOR AUTOMATICO TIPO CAÑON



No 20.-ALIMENTADOR AUTOMATICO TIPO ALLEN PARA LAS CANALETAS CON CAPACIDAD HASTA 100 Kg DE ALIMENTO

NIVELES DE ALIMENTO SUGERIDO PARA TRUCHA ARCOIRIS (Alimento húmedo)

Temperatura del Agua en °C

Longitud del Pez
en cm.

	2.2	3.3	4.4	5.6	6.7	7.8	8.3	8.9	9.4	10.0	10.6	11.7	13.9	15.0
-2.5	5.3	5.8	6.3	6.9	7.5	8.2	8.6	9.0	9.4	9.9	10.3	11.2	13.4	14.5
2.5-5	4.4	4.8	5.2	5.7	6.2	6.7	7.1	7.5	7.8	8.1	8.5	9.3	11.0	12.0
5-7.6	3.5	3.9	4.2	4.6	5.0	5.5	5.8	6.0	6.3	6.5	6.8	7.5	8.9	9.7
7.6-10.1	2.6	2.9	3.1	3.5	3.8	4.1	4.3	4.5	4.7	4.9	5.1	5.6	6.7	7.2
10.1-12.7	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.1	3.2	3.4	3.5	3.7	3.8	4.2	5.0	5.4
12.7-15.2	1.6	1.7	1.9	2.1	2.3	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.1	3.4	4.0	4.4
15.2-17.8	1.3	1.4	1.6	1.7	1.9	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.8	3.3	3.6
17.8-20.3	1.1	1.2	1.4	1.5	1.6	1.8	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.4	2.8	3.1
20.3-22.8	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.9	2.1	2.5	2.7
22.8-25.4	0.9	1.0	1.0	1.1	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5	1.6	1.7	1.9	2.2	2.4

Para calcular el rango de alimento diario se multiplica el peso total de peces en el estanque por el factor de alimento correspondiente a la temperatura y longitud. (1) (11)

Frecuencia de Alimentación.

Las crías deberán alimentarse más frecuentemente, - mientras más pequeñas sean, esto es de 8 a 9 veces - por día al empezar su crecimiento, este número de - veces se irá disminuyendo a medida que el pez crece - pero no demasiado. Así a un pez de 10 cm. deberá - alimentársele 6 veces al día, si se quiere tener una - población más uniforme, evitándose el canibalismo - y con más eficiencia en el aprovechamiento del ali - mento.

Hay que tener cuidado de no excederse en la alimen - tación, ya que el alimento en descomposición consu - me oxígeno y puede ocasionar mermas en la población de peces, además de aumentarnos grandemente los cog - tos, los cuales se hallan arriba del 60% del total - de los costos de producción. (12)

D. SANIDAD

En los peces, como en cualquier organismo es mejor -

prevenir las enfermedades que curarlas.

La trucha arcoiris puede sufrir diversas afecciones que alteren su salud, su desarrollo y su producción, cuyas causas pueden ser parásitos, bacterias, virus, hongos o problemas nutricionales y los que pueden transmitirse por herencia, por contacto o por alimento descompuesto o contaminado.

Las causas externas de las enfermedades pueden ser:

1. Mal manejo
2. Densidad de población excesiva
3. Inadecuada oxigenación
4. Alta temperatura del agua
5. Ph inestable.
6. Mala limpieza de los lugares de cultivo
7. Inadecuada alimentación
8. Depredadores y competidores

Las causas internas se encuentran principalmente en deficiencias orgánicas; en el hígado, páncreas, riñones y otros órganos internos. Los efectos son diversos y dependen del órgano o el sitio de afección, la edad de los peces, su estado nutricional o las condiciones en que viven, de manera que pueden afectar la piel, los órganos de los sentidos, el funcio

namiento de los órganos internos, los músculos (la carne) y pueden causar problemas en el crecimiento, la conducta y otras funciones vitales hasta provocar la muerte.

Los tratamientos, por tanto, deben ser específicos para cada caso. (1) (11)(21) (24)

A continuación describiremos las enfermedades más comunes que atacan a la trucha arcoiris. Las enfermedades por las que ocasionalmente hay problemas - las mencionaremos en el Anexo.

Enfermedades causadas por bacterias

Furunculosis.- causada por Aeromona salmonicida - con los siguientes signos: Aislamiento y pérdida del apetito, abscesos sanguinolentos en la piel, prolapso (hinchamiento del ano hacia afuera), inflamación del intestino y pequeñas hemorragias en el hígado.

Tratamiento y control. Destrucción de los animales que mueren y aislamiento de los enfermos con el siguiente tratamiento: oxitetraciclina (Terramicina - (R)), 3.5 a 7.5 gr. por kilogramo de alimento que se proporcionará de acuerdo al 3 % del peso corporal del pez, por 7 días.

Enfermedad columnar.- Agente causal *Flexibacter columnaris*, con los siguientes signos: pérdida del -- apetito, branquias congestionadas y necrosadas, pla-- cas blanquecinas rodeadas de una zona rojiza que -- después se tornan en úlceras hemorrágicas, tejido -- necrosado sobre cabeza, dorso y aletas.

Tratamiento de control.- Destrucción de los anima-- les muertos y aislamiento de los enfermos, con el siguiente tratamiento: Oxitetraciclina (Terramicina R), 3.5 a 7.5 gr. por kilogramo de alimento que se proporcionará de acuerdo al 3 % del peso corpo-- ral del pez, por 7 días.

Enfermedades causadas por hongos.

Saprolegniasis o Micosis.- Agente causal *Saprolegnia* sp, signos: manchas algodonosas que pueden ser desde blanco grisáceas hasta marrón sobre el cuerpo, cabeza, aletas y branquias.

Tratamiento y control.- Destrucción de los animales-- muertos, así como el aislamiento de los enfermos para aplicar tratamiento de Verde de Malaquita (libre de Zinc en polvo), baño de una hora a una concentración de 0.15 ppm o baño de 6 horas a una concentración de 1.1 ppm por 3 días consecutivos, o bien, vig

leta de genciana, aplicando toques con hisopo sobre las heridas.

Enfermedades causadas por protozoarios.

Tricodiniasis.- Agente causal, *Trichodina* sp; *Trichodinella* sp, signos: pústulas sobre cabeza, branquias y dorso del cuerpo, exceso de mucosidad en cuerpo y branquias y, en casos avanzados, aletas deshilachadas.

Tratamiento y control.- Verde de Malaquita, aplicar en el estanque 1.5 a 3 gr. por cada 10 m³ de agua, - repitiendo semanalmente hasta su erradicación, o bien aplicar Masotén o Dipterex, en el estanque para obtener una concentración final de 0.25 ppm. repetir esta operación una semana después.

Quilodoneliasis. Agente causal *Chilodonella* sp, signos: exceso de mucosidad sobre cabeza, cuerpo y branquias, así como irritación o pústulas blancas sobre la cabeza, cuerpo y branquias.

Tratamiento y Control. Verde de Malaquita, aplicar en el estanque 1.5 a 3 gr. por cada 10 m³ de agua, - repitiendo semanalmente hasta su erradicación, o --- bién, aplicar Masotén o Dipterex en el estanque para obtener una concentración final de 0.25 ppm. repetir esta operación una semana después.

Costiasis. Agente causal *Costia* sp. signos: los peces se aglomeran en la entrada del agua y boquean rápidamente, pierden el apetito y presentan un exceso de mucosidad sobre piel y branquias.

Tratamiento y Control. Formol, baños con una solución de 25 ml/100 l. de agua, durante 30 minutos. -- Aplicar 2 tratamientos con intervalo de una semana, -- o bien, Verde de Malaquita (Libre de Zinc en polvo), baño con una solución de 1 ppm durante una hora, --- aplicar 3 dosis con intervalo de 3 días.

Punto blanco (ICH). Agente causal *Ichthyophthirius multifiliis*. Signos: presentan pequeñas manchas prominentes blanquecinas, así como irritación sobre la piel, los animales se frotan en el fondo y a los lados del estanque.

Tratamiento y Control. Formol, baños con una solución de 1 ml/9 litros de agua durante una hora, utilizando aereación, aplicar de 1 a 3 tratamientos con intervalos de 2 días, o bien, obtener en el estanque 0.5 ml/38.00 litros de agua, de uno a 3 tratamientos con intervalo de 2 días.

Enfermedades causadas por helmintos.

Dactilogirosis. Agente causal *Dactilogyrus* sp. sig-

nos: exceso de mucosidad sobre cuerpo y branquias, - boquean rápidamente, los operculos abiertos, presentándose la asfixia en casos extremos.

Tratamiento y Control. Formol, baño en una solución de 20 a 25 ml/100 litros de agua durante 30 minutos. 2 a 3 aplicaciones con intervalo de una semana, o -- bién, Masotén o Dipterex. Obtener en el estanque una concentración final de 1 gr./1.5 a 3 m³ de agua cada 2 o 3 semanas.

Enfermedades causadas por crustáceos.

Lerneasis. Agente causal Lernaea sp, signos: el -- crustáceo puede verse a simple vista, los peces se frotan en el fondo y lados del estanque, presentan - retardo en el crecimiento y pérdida de peso, así como nado errático.

Tratamiento y Control. Masotén o Dipterex, obtener en el estanque una concentración final de 0.25 ppm.- Aplicar dos veces con intervalo de una semana.

Enfermedades de tipo nutricional.

La deficiencia de nutrientes también causa pérdida - de peso y crecimiento lento, así como la sobrealimen

tación produce degeneraciones hepáticas.

Hepatoma. signos: gran cantidad de tumores en el hígado y degeneración, grasa alrededor de las vísceras, externamente se tornan oscuras.

Control y prevención: Aislar a los animales enfermos, evitar la contaminación del alimento por hongos y si éste ya está contaminado, desecharlo.

E. Manejo

Dentro de las prácticas de Manejo, básicamente incluiremos las relacionadas al transporte, ya que las actividades de "Manejo reproductivo" las incluyamos cuando hablamos de la reproducción en la trucha.

Los cuidados y los equipos para el transporte varían según lo que se va a transportar (huevos, crías o adultos), las cantidades, las condiciones del camino, el clima, etcétera.

Transporte de Huevo

Debe realizarse cuando hayan aparecido los ojos del embrión (huevo oculado), en cajas de poliuretano --

con bastidores en donde se colocan los huevos en seco; los bastidores podrán tener 38 X 38 cm. con 9 - cm. de altura, las cajas tienen una altura de 58 cm. o sea que podemos apilar hasta 5 bastidores dentro de ellas, siendo el superior (el más próximo a la tapadera) en el cual se pondrán trocitos de hielo - para que proporcione humedad a los huevos y conserve baja la temperatura. El bastidor inferior (el - del fondo) funciona como receptor del agua que gotea, cada bastidor carga 5.6 a 7.0 kg. de huevo que son aproximadamente 20 000 a 25 000 huevos de buen tamaño.

De esta manera, los huevos pueden transportarse por horas o hasta 2 ó 3 días. Al llegar a su destino - deben depositarse en las incubadoras y mojarlos poco a poco con el agua de donde van a ser colocados. Recientemente se han desarrollado procedimientos pa - ra mantener y transportar huevos no oculados (huevos verdes") hasta durante tres días.

Transporte de crías

Debe hacerse de preferencia de los 2.5 cm. en adelante; no es recomendable transportar alevines. Se utilizan bolsas de polietileno (plástico) de 1 m. X 60 cm. en recipientes metálicos, de plástico o en -

transportadores especiales para este fin.

En los casos más sencillos se puede transportar un kilogramo de truchas en 8 litros de agua a 10°C con tres litros de oxígeno, para mantener el nivel adecuado de este gas en las bolsas durante aproximadamente 3 horas. El período de transportación depende principalmente de la tasa de producción de amoníaco, ya que el oxígeno y bióxido de carbono pueden controlarse mediante los métodos indicados. (1) (11) (24) Cabe hacer la aclaración que la bolsa debe cerrarse herméticamente.

Otras medidas que complementan el manejo total de esta especie son:

- Checar diariamente parámetros fisicoquímicos del agua en cada estanque, o en aquellos que se consideren críticos.
- Temperatura.
- Oxígeno disuelto en el agua.
- Ph.
- Mortalidad

Semanalmente:

- Dureza y alcalinidad del agua

Quincenalmente:

Las tallas y peso de los peces, ya que con esto se previene el canibalismo.

Cuarentena. Se dispondrá de un estanque revestido para cuarentena, que contará durante su funcionamiento con un gasto de 0.138 l X seg. (19)

F. ANEXO

ENFERMEDADES DE LA TRUCHA ARCOIRIS

<u>Por condiciones del Medio Ambiente</u>	<u>SINTOMAS Y CAUSAS</u>	<u>IMPORTANCIA EN CUANTO AL INDICE DE MORTALIDAD</u>	<u>TRATAMIENTO</u>	
1. Ph	a) Acido b) Alcalino	1. a) Movimientos natatorios irregulares. Daños del epitelio. b) Ulceraciones de los opérculos. Toxicidad por amoníaco.	poca regular	Corrección Corrección
2. Oxígeno	a) Bajo b) Sobresaturación	2. a) Asfixia b) Incremento en la presión interna	mucha poca	Aeración Corrección
3. Sales ferruginosas solubles		3. Intoxicación, muerte súbita-asfixia	poca	Selección del sitio.
4. Amoniaco		4. Intoxicación, muerte lenta, asfixia	regular	Control
5. Cianuro		5. Intoxicación, muerte súbita	poca	Selección del sitio.
6. Fenol		6. Intoxicación, muerte súbita	poca	Selección del sitio

ENFERMEDADES DE LA TRUCHA ARCOIRIS

<u>Nutricionales</u>	<u>SINTOMAS Y CAUSAS</u>	<u>IMPORTANCIA EN CUANTO AL INDICE DE MORTALIDAD</u>	<u>TRATAMIENTO</u>
7. Vitamina B1 a) Deficiencia	7. a) Inmóviles en el fondo del estanque	regular	Corrección
8. Acido pantoténico a) Deficiencia	8. a) Poco apetito y actividad reducida	regular	Corrección
9. Biotina a) Deficiencia	9. a) Formación de mucosidad en el epitelio, invasión de hongos.	poca	Corrección
10. Anemia por deficiencia de vitaminas del complejo B, ácido fólico y cobalamina.	10. Valor normal de glóbulos rojos es 15 000 000 por mm ³ , con anemia baja de 70 000 por mm ³ .	poca	Corrección
11. Degeneración lipóide del hígado.	11. Infiltración de grasa en el hígado por exceso de grasa o carbohidratos en el alimento.	poca	Corrección
<u>Del huevo y alevín</u>			
12. Hidropesía del saco vitelino (Blue-Sea)	12. Formación anormal de líquido dentro del saco vitelino por fallas en la calidad del agua de incubación o características de los reproductores.	regular	Corrección

ENFERMEDADES DE LA TRUCHA ARCOIRIS

	<u>SINTOMAS Y CAUSAS</u>	<u>IMPORTANCIA EN CUANTO AL INDICE DE MORTALIDAD</u>	<u>TRATAMIENTO</u>
13. Enfermedad del huevo de cáscara suave.	13. Cáscara del huevo muy suave, se cree que por infestación de una amiba.	poca	Violeta de Genciana 1/80 000 5 mns. repetir cada 48hs
14. Malformación	14. Alevinos anormales. Fallas en la calidad del agua como oxígeno y temperatura.	poca	Corrección
15. Raquitismo	15. Engrosamiento de los opérculos, desviación de la columna vertebral.	regular	Corrección
<u>Infecciosas-Kirales</u>			
16. Septicemia hemorrágica viral	16. Animales muy nerviosos. Anemia. Alta mortalidad	Alta	Agregar vitaminas en la dieta. Prevención.
17. Necrosis pancreática infecciosa	17. Nado horizontal. Mortalidad de 10 a 14 días después de la infección, y dura de 2 a 6 semanas después. Cirrosis y necrosis del páncreas.	Alta 20-85%	
18. Linfocistia	18. Formación de áreas aumentadas de tamaño en el tejido conjuntivo cutáneo hasta de 2 mm.	Regular en acuarios	Cloramfenicol en baños.

ENFERMEDADES DE LA TRUCHA ARCOIRISSINTOMAS Y CAUSASIMPORTANCIA EN CUANTO AL INDICE DE MORTALIDADTRATAMIENTOInfeciosas-Bacterianas

19. Infección por <u>A. Liquefaciens</u>	19. Similar al anterior	regular	Similar al anterior.
20. Enfermedad de la Boca Roja (A. Liquefaciens)	20. Enrojecimiento de la parte interior de la boca (paladar) inflamación del intestino y ano.	Alta en E.U.	Similar a la anterior.
21. Podredumbre de la aleta (Fin-Rot) (Aeromonas ?)	21. Aparición de márgenes blancos en la aleta dorsal y pectoral, que avanza hasta llegar al cuerpo, carcomiendo todas las aletas. Aparece por sobre carga en los estanques de engorda.	poca	a) Sulfato de cobre 1:2000, 1-2 mins. b) Solución de Verde de Malaquita al 2.5% (1 lt) - más 1 lt. de formol. Aplicar en dilución de --- 1:4000 en baño - fluido. c) Cloruro de formal 1:10 000
22. Enfermedad bacteriana de las agallas. (Mixobacterias)	22. Peces letárgicos, poco apetito. Filamentos de las branquias muy rojos e hinchados. Ataca principalmente a las crías.	regular	a) Sulfato de Cobre 1:2000; 1-2 mins. b) Acetato piridil-mercurio 1:400000 -500 000; 1 hora.
23. Enfermedad bacteriana de los riñones.	23. Enfermedad crónica, causada por aguas calcáreas, principalmente en criaderos de huevo. Exoftalmia: En los flancos del pez hay repliegues cutáneos.	poca	a) Eritromicina 0.04-0.1 g/kg/dfa b) Sulfamerazina 40 mg/kg/dfa.

ENFERMEDADES DE LA TRUCHA ARCOIRIS

Infecciosas - Hongos

SINTOMAS Y CAUSAS

IMPORTANCIA EN CUANTO AL INDICE DE MORTALIDAD

TRATAMIENTO

Infecciosas-Hongos

24. Ichthyosporidium haerei
Aleman: Taumelkrankheit

24. Superficie rugosa en la piel, escoriaciones rojizas. Destrucción de la piel y ulceraciones. Deficiencia de vitamina B1.

poca

Corrección e igual al anterior.

25. Branchiomyces

25. Ulceraciones en las branquias, hemorragias y necrosis. Dificultades respiratorias.

poca

Sanidad principalmente.

26. Aphanomyces astaci

26. Ataca la piel entre las articulaciones de la membrana del epitelio. Movimientos anormales del pez.

poca

Cuarentena y sanidad.

Infecciosas-Protozoarios

27. Hexamitosis

Hexamita Truttae, flagelado

27. Alevinos principalmente. Ataca el intestino. Pérdida del equilibrio, debilidad, se van al fondo del estanque. Líquido amarillento en el intestino.

poca

a) Carbarsona 6xido
b) Nitramina 0.2% en el alimento.
c) Colomal 0.2% en la dieta 4 días.

ENFERMEDAD DE LA TRUCHA

SINTOMAS Y CAUSAS

IMPORTANCIA EN CUANTO AL INDICE DE MORTALIDAD

TRATAMIENTO

28. Enfermedad del Giro Whirling
Myxosoma cerebralis

28. Ataca el cerebro de las orfias de menos de 5 cm. antes de estar bien osificadas. Peces con parte negra, posteriormente y tienden a girar sin rumbo en el agua. el huevo está infectado de los reproductores.

Alta en orfias

Control, limpieza de estanques.
a) Cianuro de calcio 0.5-0.75kg/m² 8 horas.

Parasitosis - Metazoarios

29. Tremátodos digénicos
Diplostomus apateecum

29. Penetran por la boca y se fijan y se fijan en los músculos, uncaracol y un ave son vectores.- Dificil de erradicar.

regular

Limpieza de estanques con cyanamida calcica.
Mucho control.

30. Céstodos (tenias)
Nemátodos.

30. Atacan el intestino

poca

Limpieza de los estanques. Aplicación de vermífugos.

(1) (11) (14) (21) (24)

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Dentro de los peces de agua dulce se encuentra la trucha arcoiris (*Salmo gairdneri*), de la cual se conoce su biotecnología y cultivo; su cultivo se ve frenado, ya que predominan los cultivos sencillos, de las llamadas especies adaptables a los climas dominantes. Esta situación aunada a otras hace que no se produzca para alcanzar los niveles máximos de rendimiento. Consideramos que el cultivo de la trucha arcoiris (*Salmo gairdneri*) más que otra alternativa de producción, es una muy buena oportunidad de producir pescado de alta calidad, con buenos índices de conversión, bajos costos de operación (sobre todo para cultivos rústicos); y ya que las fuentes de alimento de origen animal "tradicionales" como la carne de res, cerdo, pollo y huevo de gallina se hallan en la encrucijada de una producción y mercado amañado y poco estable, ésta es como ya anteriormente mencionamos una muy buena oportunidad de producir.

La necesidad de complementar las técnicas acuaculturales a una capacitación constante de los campesinos, y de integrar el trabajo de diversos organismos al aprovechamiento de los recursos naturales, no se han cumplido cabalmente. Por ello a pesar de

ciertos logros es necesario motivar más a las poblaciones rurales que puedan de verdad beneficiarse -- con el cultivo de ésta especie. Además, el factor en donde radica el principal potencial económico de la trucha, la comercialización no se ha explotado como es debido. En algunos lugares la hay, pero nunca ha rebasado los límites de lo doméstico y no se puede hablar de que sea una actividad importante dentro de la economía del país. Esto se debe según algunos expertos a dos causas fundamentales: 1a. los ejidatarios y campesinos no están debidamente organizados como para emprender el tipo de tarea ni la clase de inversión que implica la comercialización de la trucha. 2a. Falta de información.

Es de capital importancia mencionar que todos y cada uno de los factores que intervienen en el cultivo de la trucha, están relacionados entre sí, al grado que el desequilibrio de uno de ellos puede hacer variar a los demás, así por ejemplo, tenemos que si aumentamos la alimentación originamos también un aumento en el metabolismo del pez, y éste puede crecer, lo que es positivo, pero también puede causarse un aumento en el nivel de amoníaco, -- bióxido de carbono y sólidos disueltos en el agua,

lo que hará que el pez reduzca su eficiencia alimenticia y por tanto su crecimiento. Otros de los factores limitantes serán la falta de higiene en los estanques de cultivo, producir stress a los peces, sobre todo a los juveniles o altas cargas de peces por estanques.

Es por tanto, que debemos de considerar todos los parámetros establecidos en éste trabajo para alcanzar un alto rendimiento en la producción de truchas.

VI. BIBLIOGRAFIA

1. Abrego Ayala, Octavio, et al
Gufa Práctica para el Cultivo de la Trucha (*Salmo gairdneri*)
México, Secretaría de Pesca. Dirección General de Acuacultura 1984.
2. Arredondo, J. L.
Especies Acuáticas de valor alimenticio introducidas en México, 99 pp, Tesis. Facultad de Ciencias de la UNAM. 1976.
3. Bardach, John E. et al
Acquaculture: The Farming and Husbandry of freshwater and marine organisms. A. Wiley-Interscience-publication. U.S.A. 1972.
4. Borell, Andrei E.
Truchas en estanques de granjas y ranchos. Departamento de Agricultura de E.U.A., Centro Regional de Ayuda Técnica. Agencia para el Desarrollo Internacional. México/Buenos Aires. 1972.
5. Burrows, R. E. & Combs, B. D.
Controlled environment for Salmon propagation. Progressive Fish Culturist. 1968. 30(3); 123-136.
6. Buss, Keen
Increase in egg size and egg volume of freshly spawned trout eggs.
Notes for fish culturists from the Benner Spring Fish Research Station. 1965.

7. Carrasco Meza, Sergio

La Xilocaína como auxiliar para el manejo durante el desove manual en trucha arcoiris (*Salmo gairdneri*).

Departamento de Acuicultura y Procesamiento de --
Productos de la Pesca. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. U.N.A.M. 1983.

8. Criadero Comercial de Truchas

Pesca Marina No. 5, Vol. 28
18-20 pp, 1976.

9. Edwards, David J.

Salmon and trout farming in Norway, Fishing News -
Books Limited.

Farnham, Surrey England. First edición, 1978.

10. García Marín, Ernesto

Criterio de Bioingeniería, para el cultivo de la
trucha.

Reporte Técnico No. 4, Departamento de Pesca, México.
1979.

11. García Marín, Ernesto

Descripción Física y Económica de la granja de trucha de Malinalco, Méx. Primer Simposio Internacional de Educación y Organización Pesqueras.

Gestión Tecnológica de las Pesquerías.

Vol. III; 1-10 pp. Cancún 1979.

12. González, Ma. Luisa

"Nueva Era en el Zarco"

Técnica Pesquera No. 111-112 34-38 pp 1977

13. Elamas Peña, Alicia

Estudio de las alteraciones oculares en los repro-

ductores de trucha arcoiris (*Salmo gairdneri*) de la estación piscícola "El Zarco" Edo. de México. México, UNAM 1969. 73 pp Tesis.

14. Marriage L. D.; et al
Trout ponds for recreation.
USDA. Farmers' Bulletin Reprint. Julio 1976 13 pp
15. México, Secretaría de Pesca
Trucha arcoiris (*Salmo gairdneri*)
Reporte Técnico No. 4, 1979
16. Mistikadis, Michael N.
Trucha arcoiris: ¿Especie barata para consumo?
Revista Latinoamericana de Acuicultura. No. 10
6 - 9 pp Diciembre 1981.
17. Montiel, Salvador
"El Segundo Aire del Zarco"
Técnica Pesquera No. 149, 13-16 pp Junio 1980
18. Orbe Mendoza, Araceli
Diseño y Establecimiento de una granja de producción de Trucha arcofris en Veracruz; Memorias; Segundo Simposio Latinoamericano de Acuicultura. 2936-2955 pp. México 1980
19. Paz Neri, Luz María
El cultivo de la trucha y el salmón.
Trabajo de divulgación. Vol. No. VIII No. 73 1963.
20. Ramirez Granados, Rodolfo
Instructivo para la crfa de trucha
2a. época No. 1; Secretaría de Industria y Comercio, Dirección General de Pesca y de Industrias Conexas.

21. Rodríguez G., Martha

Efectos de algunos alimentos sobre el crecimiento de crías juveniles de trucha arcoiris (*Salmo gairdneri*).

México, Secretaria de Industria y Comercio, Subsecretaría de Pesca. 92 pp, 1975.

22. Scheffer, Paul M.

Cría de la trucha.

Departamento de Agricultura de E.U.A. Centro Regional de Ayuda Técnica. Agencia para el desarrollo Internacional. México/Buenos Aires. Junio -- 1978.

23. Villalobos Zapata, Guillermo

Sinopsis sobre la biología y cultivo de la trucha arcoiris (*Salmo gairdneri*)

Subdirección de Economía. Dirección General de -- Acuicultura, Secretaría de Pesca. 1983

24. Wedemeyer, G. A. & Wood, J. W.

Stress as a predisposing factor in fish diseases. F.D.L. -38, U.S.F. W.S. 1974

25. Zeiss, Eduardo

Consideraciones sobre algunos aspectos del desove e incubación artificial de truchas del género -- *Salmo* en Chile.