

MANUAL BÁSICO PARA EL CULTIVO DE TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*)

Manual de capacitación para la participación comunitaria



College
of Natural Resources



Universidad Autónoma
CHAPINGO



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE



GEM
TIES
Cuencas
Sanas
y Modos
de Vida
Sustentable
Series de
Manuales de
Capacitación

MANUAL BÁSICO PARA EL CULTIVO DE TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*)

Victor Phillips, GEM Director

Ron Tschida, GEM Coordinador de Comunicaciones

Marco Hernandez, Editor

Por Guillermo Aquino Martínez

CONTENIDO

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	4
CAPÍTULO II. LA TRUCHA ARCO IRIS	5
CAPÍTULO III. BIOLOGÍA DE LA TRUCHA ARCO IRIS	6
3.1. Hábitat	6
3.2. Alimento	6
3.3. Reproducción y ciclo de vida	6
CAPÍTULO IV. PARÁMETROS GENERALES PARA EL CULTIVO DE TRUCHA	9
4.1. Oxígeno	9
4.2. Temperatura	10
4.3. Ph	11
4.4. Turbidez	11
4.5. Amonio	11
CAPÍTULO V. VENTAJAS DEL CULTIVO DE LA TRUCHA ARCO IRIS	12
5.1. Biológicas y tecnológicas	12
5.2. Económicas	12
CAPÍTULO VI. SIEMBRA DE CRÍAS Y CAPACIDAD DE CARGA DE LOS ESTANQUES	13
CAPÍTULO VII. ALIMENTACIÓN	14
CAPÍTULO VIII. COSECHA	16
CAPÍTULO IX. ENFERMEDADES DE LA TRUCHA ARCO IRIS	17
9.1. Enfermedades ocasionadas por virus	18
9.2. Enfermedades ocasionadas por bacterias	19
9.3. Enfermedades ocasionadas por hongos	20
9.4. Enfermedades ocasionadas por protozoarios	21
9.5. Factores que estimulan la aparición de enfermedades	22
CAPÍTULO X. Bibliografía	23
Anexos	24

I. INTRODUCCIÓN

Las comunidades de la Sierra Norte de Oaxaca, tienen una amplia tradición en el aprovechamiento de sus recursos naturales, siendo la actividad forestal la más desarrollada en sus predios, hallando en ésta práctica una de las principales fuentes de empleo e ingresos económicos para sus pobladores; sin embargo, las actividades a través del tiempo se han ido diversificando, encontrando en actividades como el ecoturismo ya la acuacultura nuevas formas de generar empleos que se manifiestan en ingresos económicos para las comunidades. La acuacultura es una actividad que en los últimos años ha cobrado mucha importancia en la región de la Sierra Norte, pues hasta hace más de diez años parecía una actividad olvidada de la cual no se podrían obtener mayores beneficios, fue entonces cuando inició el cultivo de trucha arco iris en la región, principalmente en la comunidad de Ixtlán de Juárez, después de transcurridos algunos años, poco a poco se fueron observando los buenos resultados que esta actividad brinda. Esto originó que al pasar del tiempo, muchas comunidades emprendieran nuevas granjas de trucha arco iris, pues las condiciones naturales que la región tiene para realizar esta actividad son las adecuadas.

Hasta la fecha, aun se siguen estableciendo nuevos criaderos, pues la demanda de trucha arco iris por parte de turistas que visitan la región es demasiada, desafortunadamente, muchos de los novatos productores aún no cuentan con la suficiente experiencia o conocimiento para obtener los mejores resultados en el corto plazo, esto aunado con las dificultades que se les pueden presentar, como lo son: ataque de enfermedades, mala calidad del agua, deficiencias en la alimentación, etc., podría desanimarlos. De manera que cualquier perturbación sobre los criaderos de truchas es motivo de preocupación suficiente y merece su atención debido al riesgo que esto representa en el buen funcionamiento y productividad de la granja. Dada la importancia que el cultivo de trucha ha tomado en las comunidades de la región, resalta la necesidad de realizar un escrito que permita conocer los factores más fundamentales que se deben contemplar para el buen funcionamiento y producción de un criadero de truchas arco iris.

El presente escrito es un manual básico que pretende servir de guía y referencia para aquellas comunidades que apenas comienzan a adentrarse en el cultivo de la trucha arco iris. No hace énfasis en los métodos e infraestructuras de cultivo, pues la mayoría de las granjas ya cuenta con sus instalaciones, sin embargo, sí pone especial interés en la calidad del agua, la siembra de crías, capacidad de carga de los estanques, alimentación, cosecha, y sobre todo, de las principales enfermedades de la trucha arco iris así como los factores que estimulan su aparición. El manual pretende ser la pauta para encontrar la solución a algunos de los problemas que se le pueden suscitar a los acuacultores, pues del buen funcionamiento dependerá la permanencia y productividad de los criaderos de trucha.

II. LA TRUCHA ARCO IRIS

La llamada trucha arco iris, cuyo nombre científico es *Oncorhynchus mykiss*, es un pez que pertenece al grupo de los salmónidos originarios de América del Norte, en nuestro país, su distribución natural abarca las corrientes de aguas frías y cristalinas de las zonas montañosas más altas de los estados de Durango, Chihuahua, Baja California, Sinaloa y Sonora; en otras regiones del país, como es el caso de Oaxaca, la trucha arco iris se encuentra debido a que ha sido introducida.

El nombre de este pez deriva de la peculiar coloración que posee (figura 1), misma que varía en función del medio, de la talla, del sexo, del tipo de alimentación, y del grado de maduración sexual.



Figura 1. Coloración característica de la trucha arco iris.

En el siguiente cuadro se presenta la clasificación taxonómica de la trucha arco iris de acuerdo a Camacho *et al.*, (2000).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la trucha arco iris.

Reino	Animal
Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Superclase	Pisces
Clase	Osteichthyes
Subclase	Actinopterygii
Orden	Salmoniformes
Familia	Salmonidae
Género	Oncorhynchus
Especie	mykiss
Nombre científico	Oncorhynchus mykiss
Nombre común	Trucha arco iris

III. BIOLOGÍA DE LA TRUCHA ARCO IRIS

Al momento de establecer un criadero de trucha arco iris, es necesario tomar en consideración diversos aspectos biológicos de la especie en su ambiente natural, esto nos ayudará a comprender muchas cosas sobre el cultivo de esta especie.

3.1. Hábitat

La trucha arco iris en su ambiente natural, es un pez que habita espacios acuáticos con aguas puras y cristalinas, con cauces que presentan marcados desniveles topográficos que originan rápidos, saltos y cascadas que son muy comunes en los ríos de alta montaña, son estos rápidos con una pronunciada velocidad de corriente y suelo pedregoso los más frecuentados por las truchas. De manera que las truchas son peces nativos de regiones elevadas y montañosas donde existen aguas frías y claras, siendo en general la Sierra Norte una región apropiada para el cultivo de este pez, puesto que cuenta con aguas cristalinas y bien oxigenadas.

3.2. Alimento

Por otra parte, la trucha es un pez carnívoro que en la naturaleza se alimenta de las presas que captura vivas, siendo la mayoría de ellas organismos acuáticos y algunos terrestres, como son los insectos que en primavera y verano revolotean sobre el agua. Los moluscos como los caracoles también son presas habituales, así como los crustáceos (cangrejos, etc.), gusanos, renacuajos y peces pequeños de la misma u otras especies.

3.3. Reproducción y ciclo de vida

Los machos de la trucha arco iris siempre son de mayor tamaño y durante la etapa de reproducción suelen desarrollar dimorfismo sexual, la trucha tiene un ciclo reproductor anual, siendo una condición indispensable que el macho y la hembra sean adultos y sexualmente maduros. Los machos pueden adquirir la madurez sexual a los 15 o 18 meses, mientras que en las hembras es un poco más tardado, ya que necesitan un mínimo de dos años (figura 2). Durante el proceso de maduración sexual, las truchas van sufriendo una serie de cambios morfológicos en su aspecto, los cuales hacen que uno pueda distinguir fácilmente los machos de las hembras, dos de los cambios mas notorios sucede en el macho, uno de ellos es en el maxilar inferior debido a que este sufre un proceso de prolongación, así como una ligera curvatura dorsal del cuerpo.



Figura 2. Hembra de trucha arco iris sexualmente madura.

La reproducción de las truchas al igual que la de los demás salmónidos es sexual y externa, esto quiere decir que la hembra como el macho, depositan libremente en el agua sus productos sexuales (espermatozoides y óvulos). En los ríos o arroyos, los óvulos procedentes de las hembras son depositados en el fondo en un nicho o nido previamente preparado por la hembra, donde inmediatamente después el macho deposita el esperma, dando lugar con esto a la fecundación. Al proceso natural de emisión de los productos sexuales al exterior comúnmente se le da el nombre de desove.

Es importante mencionar que la reproducción de los salmónidos es cíclica, esto significa que tiene lugar una vez al año y en una época determinada. Blanco (1994), menciona que el desove en la trucha arco iris se da en el periodo comprendido entre los meses de noviembre a febrero, pero que este fenómeno esta condicionado por la influencia de las condiciones climáticas ambientales.

En el ciclo de vida de la trucha arco iris se describen generalmente cinco etapas que son:

- Huevo: una vez que se ha llevado la fertilización de los huevos, estos son incubados en el nido construido por la hembra; la velocidad de desarrollo de los huevos depende en gran medida de la temperatura del agua, la óptima se sitúa entre los 8 y 12 °C. A una temperatura de 10 °C la eclosión del alevín será a los 31 días, mientras que a 15.6 °C la eclosión será a los 19 días. En la figura 3 se pueden observar los huevecillos de la trucha arco iris.

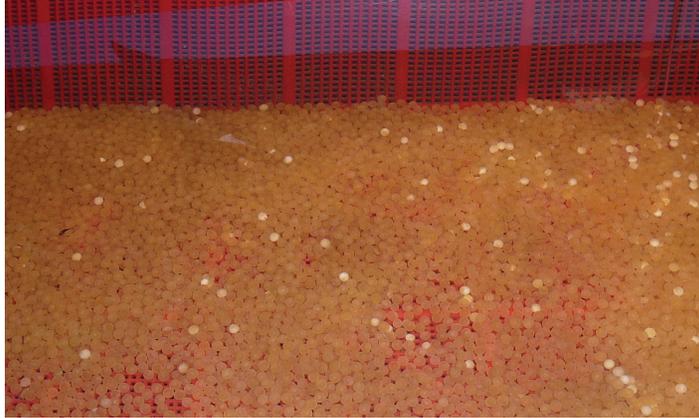


Figura 3. Huevos de trucha arco iris en incubación artificial.

- **Alevín:** al concluir el desarrollo embrionario, el alevín eclosiona y se alimenta de las reservas nutricionales contenidas en el saco vitelino durante dos o cuatro semanas dependiendo de la temperatura. Una vez que estas reservas han sido agotadas y el saco vitelino ha sido absorbido, el alevín se transforma en cría y asciende a la superficie; esta fase dura entre 14 y 20 días.
- **Cría:** en esta fase empiezan a nadar mas libremente y procurarse el alimento por si mismos. Conforme crecen y sobreviven, las crías continúan su desarrollo, cuyo ritmo depende de una serie de factores, tales como la duración del día, la temperatura y la abundancia de alimento. Figura 4.



Figura 4. Cría de trucha arco iris.

- **Juvenil:** en esta etapa los organismos tienen todas las características de los adultos (figura 5), es decir, ya tienen hábitos propios de la especie, como ser activos y nadar contra la corriente, atrapar sus presas para alimentarse, haciéndolo con pequeños peces de otras especies, ranas, etc. Se diferencian de los adultos en que aún no han madurado sexualmente.



Figura 5. Juveniles de trucha arco iris.

- Adulto: dependiendo de las condiciones físicas del hábitat, una buena parte de las truchas de una determinada población maduran entre los 15 y 18 meses de edad, sin embargo, la mayoría alcanza su madurez dos meses después. Cuando ocurre la maduración, los peces cambian de coloración, de tal manera que adquiere las características típicas de la trucha adulta.

IV. PARÁMETROS GENERALES PARA EL CULTIVO DE TRUCHA

La calidad del agua es fundamental en un criadero de truchas, pues es el medio donde los peces se desarrollaran, así que conocer y mantener los parámetros del agua como: temperatura, oxígeno, turbidez, pH y amonio es de suma importancia para que el criadero tenga una buena producción acuícola, y que las truchas cosechados de nuestra granja sean de las características deseadas.

4.1. Oxígeno

Dentro de la acuicultura, el cultivo de la trucha arco iris es una de las prácticas que demandan de mayor cantidad de oxígeno disuelto en el agua (figura 6). Dentro de la truticultura (cultivo de trucha) se estima que los peces en crecimiento deben de tener continuamente tasas mínimas de oxígeno de 5 a 5.5 mg/l (miligramos/litro), mientras que los huevos y alevines son más exigentes, demandando de 6 a 7 mg/l; con cifras muy inferiores a las mencionadas, las truchas presentan dificultades para extraer el oxígeno del agua y transportarlo a través de sus branquias.



Figura 6. Recambio continuo de agua para una buena oxigenación.

Existen diversos factores físicos, químicos y biológicos que determinan la cantidad de oxígeno presente en el agua, uno de los factores es la temperatura, puesto que cuanto más alta sea, menor será la cantidad de oxígeno disuelto en el agua y mayor las exigencias de oxígeno de las truchas. Este aspecto es muy importante y debe de considerarse en la época de secas, puesto que la temperatura ambiental incrementa y la disposición de agua es menor, esto hará que el oxígeno sea insuficiente y se deberán tomar medidas al respecto. Las acciones más comunes es disminuir la carga de los estanques, recurrir a aportes suplementarios de agua, oxigenar el agua a través de bombas de aire, y una práctica muy común dentro de las granjas de la región de la Sierra Norte que ha dado buenos resultados, es colocar un techo de maya sombra sobre los estanques para disminuir la incidencia de los rayos solares sobre el agua, y con ello evitar que la temperatura aumente bruscamente.

4.2. Temperatura

La trucha arco iris al igual que todos los peces, no tiene capacidad propia para regular su temperatura corporal, y ésta depende totalmente del medio acuático en que vive. La temperatura del agua tiene una incidencia directa sobre los aspectos reproductivos de las truchas, el ritmo de crecimiento de los alevines y adultos, y especialmente sobre el grado de actividad metabólica. Indirectamente como ya se mencionó con anterioridad, la temperatura del agua influye en la concentración de oxígeno disuelto en ella, la concentración de productos metabólicos (amoníaco), así como el tiempo y grado de descomposición de los materiales depositados en el fondo de los estanques.

Como ya se indicó, la trucha en condiciones naturales puede vivir en aguas con temperaturas de entre 0° y 25° C; sin embargo, es necesario mencionar que en términos de cría artificial de trucha, los límites de la temperatura del agua en los cuales su crecimiento y desarrollo son los adecuados es entre los 9° y 17°C, siendo en la etapa de alevín entre 10°-12°C la temperatura adecuada, y para los juveniles en pleno crecimiento 16°C. A pesar de que el rango de temperatura del agua en que las truchas pueden sobrevivir es amplio, a partir de temperaturas por arriba de los 21°C las concentraciones de oxígeno en el agua son muy bajas y las aguas no son adecuadas para utilizarlas en el cultivo de trucha.

4.3. pH

Conocer los valores de pH o potencial de hidrógeno es de gran importancia al igual que la temperatura y el oxígeno, esto debido a que si los valores en el pH del agua son demasiado bajos o elevados, causaran estrés en las truchas.

El valor del pH viene determinado por la presencia de hidrógeno en el agua y se expresa en una escala que va de 0 a 14, dentro de esta escala, un valor de 7 indica que el agua es neutra, un valor inferior a 7 indica que el agua es ácida y si es superior a 7 el agua se considera alcalina.

Para la cría de la trucha arco iris los valores deseables del pH deben estar en un rango de 6.5 a 9, estos son los más apropiados para la producción. Con valores inferiores a 6.5 o mayores a 9.5 la reproducción disminuye. Con un pH por debajo de 4 se presenta la muerte ácida de los peces, y por arriba de 11 la muerte alcalina.

4.4. Turbidez

Como ya se ha mencionado, la trucha gusta de aguas cristalinas y puras, siendo la turbidez del agua un factor negativo en la cría de estos peces. La turbidez es causada por partículas suspendidas generalmente arrastradas desde el suelo o de la vegetación adyacente, así como de organismos planctónicos, que pueden generar una disminución en la absorción de oxígeno por parte de las truchas, puesto que sus branquias se ven afectadas, en el caso de los alevines, los problemas branquiales son mas notorios y pueden dar origen a infecciones, debido a que cuando las branquias de los pequeños peces son expuestas al contacto con las partículas suspendidas, se irritan fácilmente ya que se dificulta el pasó del oxígeno a través de ellas. En términos de productividad, la turbidez causa una reducción en la tasa de crecimiento de las truchas.

Este es un factor sobre el cual se debe poner especial atención en la época de lluvias, pues es cuando más partículas son arrastradas del suelo y de la vegetación a causa de las fuertes lluvias que caen en esa temporada, aspecto que en la Sierra Norte es muy notorio debido a su marcada topografía con pendientes pronunciadas, lo cual hace que los escurrimientos provocados por las lluvias tomen fuerza, fenómeno al que generalmente se han enfrentado muchas de las granjas de truchas de la región, y que les ha ocasionado pérdidas debido a la muerte de muchos de sus organismos.

4.5. Amonio

La composición química de las aguas de un criadero de truchas se puede ver afectada por el metabolismo de los mismos peces que en ellos habitan o por la degradación de la materia orgánica presente en el agua. De especial importancia es el contenido de amoníaco, pues su toxicidad y efectos sobre el organismo varían con el pH y la temperatura del agua. Los efectos tóxicos son debidos esencialmente a la forma no ionizada del amoníaco, que es perjudicial para los peces. El pH, la temperatura y la salinidad del agua determinan la toxicidad del amoníaco no ionizado, el pH es el más importante, cuando el pH aumenta una unidad causa que se incremente 10 veces la producción de amonio tóxico.

Las sustancias amoniacaes son producto de la excreción de los peces, de manera que hay que tener muy en cuenta la carga de peces que se tendrán por estanque, puesto que una alta concentración de truchas puede traer consecuencias negativas en los niveles de amonio

presentes en el agua, así como en los peces, pues ocasionará daños en las branquias y retardo en su crecimiento.

A continuación se presenta un cuadro con los requerimientos esenciales de la trucha en cuanto a la calidad del agua se refiere.

Cuadro 2. Requerimientos del agua para el cultivo de trucha.

Temperatura	De 7.2 a 17.0 °C para crecimiento De 7.2 a 12.8 °C para reproducción e incubación.
Oxígeno disuelto	Mayor a 5 mg/l
pH	6.7 a 9.0
Dióxido de carbono	Menor a 2 mg/l
Calcio	Mayor a 52 mg/l
Zinc	Menor a 0.04mg/l a pH de 7.6
Amonio	Menor a 0.012 mg/l como NH ₃
Nitrito	Menor a 0.55 mg/l
Nitrógeno	Menor a 110 % de saturación total
Sólidos suspendidos	Menor a 80 mg/l
Sólidos disueltos	Menor a 400 mg/l
Ácido sulfhídrico	Menor a 0.002mg/l

Fuente: Camacho *et al.*, (2000).

V. VENTAJAS DEL CULTIVO DE LA TRUCHA ARCO IRIS

5.1. Biológicas y tecnológicas.

- Es una especie que se puede cultivar con éxito en la mayor parte de las montañas del centro y sur del país.
- La trucha arco iris cuenta con índices de crecimiento alto que permiten obtener en algunos casos hasta dos cosechas anuales en tallas comerciales.
- La tecnología diseñada y adaptada para el cultivo de trucha arco iris está plenamente dominada en todas sus fases, lo que asegura el éxito de las operaciones y una alta rentabilidad de las inversiones.

5.2. Económicas.

- El cultivo de la trucha no demanda necesariamente la construcción de estanquería o instalaciones costosas, se pueden emplear estanques rústicos que producen altos rendimientos y una alta rentabilidad de las inversiones.

- Es importante el cultivo de esta especie, debido a su facilidad de cultivo y del impacto que puede tener en la economía de los inversionistas y los productores.
- En la región de la Sierra Norte, existe una amplia demanda de trucha arco iris preparada en diversos platillos por parte de la gente que se traslada desde las ciudades.
- La uniformidad en tallas y alta calidad de su carne hace de la trucha un producto muy atractivo para el mercado nacional e internacional.

VI. SIEMBRA DE CRÍAS Y CAPACIDAD DE CARGA DE LOS ESTANQUES

Para una granja que apenas empieza a adentrarse en el cultivo de la trucha arco iris, es recomendable que introduzca en sus estanques truchas en la etapa de cría. Al momento de realizar la compra de las pequeñas truchas es necesario establecer el contacto con un proveedor que garantice organismos saludables y libres de enfermedades, además de contar con el equipo especial para el traslado de las crías de una granja a otra. Al llevar a cabo la siembra de las crías, ésta se debe realizar cuidadosamente para evitar lastimarlas; generalmente el traslado se realiza en bolsas de plástico, antes de liberar a los peces en el estanque, se recomienda sumergir las bolsas en las cuales se encuentran las crías en los estanques, esto con la finalidad de que la temperatura del agua de la bolsa y estanques sean las mismas, cuando esto suceda las truchas pueden ser liberadas en su nuevo hogar.

La cantidad de peces (kg/m^2) que es posible colocar en un estanque está en relación con el peso individual de las truchas, con el oxígeno aportado por el caudal y en base a las instalaciones y condiciones de la granja. La carga de los estanques se expresa en kilogramos de peces por metro cuadrado de estanque.

Blanco (1994), indica que para el cálculo de la densidad se utiliza como medida patrón de partida y de máximo aprovechamiento, el número de truchas de 200g que es posible colocar en un metro cuadrado a una temperatura de $10\text{ }^\circ\text{C}$; bajo estas circunstancias se aconsejan densidades de 20 a $25\text{ kg}/\text{m}^2$, siendo esta densidad de peces muy adecuada para aquellos piscicultores que aún no tienen una gran experiencia en el cultivo de trucha y que no quieren correr riesgos.

Es necesario que el encargado de la granja de truchas esté muy pendiente del comportamiento de los peces, pues si existe una sobre carga de individuos en los estanques, las truchas comenzarán a competir por el alimento, a mantener luchas por espacio, lo que puede ocasionar lesiones físicas, además, el continuo rozamiento entre peces da como resultado descamación, lesiones corporales, desarrollo de hongos, incomodidad e intranquilidad que en muchos casos se traduce en retraso del ritmo de crecimiento.

Otro aspecto fundamental a tomar en cuenta es la clasificación de las truchas en los estanques, esto debido a que en un lote de peces se establece un dominio social natural, con marcada jerarquía de los grandes sobre los pequeños. Los peces dominantes generalmente son quienes tienden a ocupar aquellos espacios del estanque que les ofrecen las mejores condiciones, como son las áreas situadas en las proximidades de la caída de agua, donde la velocidad de la corriente del agua y la concentración de oxígeno es mayor; de esta manera es frecuente observar que los peces más pequeño o rezagados en crecimiento, se encuentren en la parte final de los estanques.

La dominancia se hace muy notoria a la hora de la alimentación, pues las truchas dominantes con actitudes agresivas excluyen a los peces más pequeños de las áreas de alimentación, lo que hace que exista una desigualdad en el crecimiento de los peces. Para evitar tener en un lote marcadas diferencias en el tamaño de los peces, es necesario realizar una clasificación para separar o seleccionar los distintos tamaños de peces que se han producido en un estanque después de un determinado tiempo de cría, al cabo del cual las diferencias en tamaño son evidentes a simple vista. Por lo tanto, la finalidad de la clasificación es conseguir una cierta uniformidad de tamaños en todos los individuos que se van a colocar de nuevo en un estanque, y de esta forma ir consiguiendo lotes homogéneos, hasta alcanzar el tamaño comercial. De esta manera se va estableciendo una serie de lotes uniformes y escalonados por tamaños.

Otra ventaja de la clasificación, es que permite utilizar un mismo tamaño de gránulo de alimento en el estanque, y conocer a su vez, el peso de los distintos lotes obtenidos procedentes del estanque original. Es conveniente realizar la separación cuando existen ya en el estanque tres o cuatro tamaños bien definidos en las truchas y se hace coincidir, además, cuando la carga acumulada en el estanque es máxima.

Es importante indicar que las maniobras para clasificar y separar a los peces produce un cierto nivel de estrés, cuyas consecuencias pueden ser un número de bajas inmediatas o en las siguientes horas, disminución de resistencia e infecciones bacterianas secundarias, así como retrasos de crecimiento. Por lo tanto, las maniobras y procedimientos de clasificación deben ser lo más cuidadosas y lo menos agresivas, realizándose en condiciones ambientales óptimas y en un estado físico de los peces excelente.

VII. ALIMENTACIÓN

Los alimentos proporcionados a las truchas deben ser de alta calidad nutritiva, esto con la finalidad de que satisfagan los requerimientos de los peces y gocen de una buena salud. El alimento suministrado debe ser el adecuado con relación al tamaño de los peces, existen en el mercado diversas marcas de alimentos peletizados con una amplia variedad de tamaños de los gránulos (figura 7), con el fin de promover la alimentación adecuada en relación con el tamaño del pez.



Figura 7. Alimento comercial para trucha arco iris.

Camacho *et al.*, (2000) menciona que los principios fundamentales que se deben de tomar en cuenta en las prácticas de alimentación son las siguientes:

- Seleccionar el tamaño del pellet apropiado en función del pez más chico de la población.
- Administrar el alimento al estanque de tal manera que todos los peces puedan comer al mismo tiempo.

A continuación se presenta un cuadro con el tipo y tamaño de alimento más adecuado con relación al peso de la trucha, así como la ración administrada por día.

Cuadro 3. Programa de alimentación para trucha arco iris.

Tipo de Alimento	Granulometría (mm)	Peso de la trucha (g)	Dimensión de la trucha (cm)	Ración por día (kg)
Migaja gruesa	2.00-3.00	4.8-10.8	6-10	8
Engorda 3/32	2.4	10.8-27.7	10-13	6
Engorda 1/8	3.2	27.7-62.38	13-17	4
Engorda 5/32	4.0	62.38-168	17-24	4
Engorda 3/16	4.8	168-465	24-30	2

Fuente: El Pedregal Silver Cup (1999).

A pesar de que existen alimentadores automáticos en el mercado, realizar la alimentación a mano es el mejor método (figura 8), pues la persona que realiza esta actividad puede observar el comportamiento de los peces, distribuyendo uniformemente el alimento para que todos los peces presentes en el estanque puedan comer su ración correspondiente correctamente, además el encargado podrá darse cuenta inmediatamente cuando las truchas estén satisfechas, cesando el aporte de alimento a los estanques.



Figura 8. Alimentación manual de la trucha arco iris.

Al momento de elegir el alimento comercial que proporcionaremos a las truchas se deben tomar en cuenta que cumplan con los siguientes requerimientos nutricionales:

- Carbohidratos: el porcentaje en la dieta debe de ser menor al 12%.
- Grasas: los niveles deben de ser del 10 al 12% ya que así cubrirán las necesidades energéticas sin que utilicen las proteínas para ello.

- Proteínas: los alimentos naturales que en general consumen las truchas tienen una composición del 50 a 60% de proteína; sin embargo, en alimentos balanceados se compone de 35 a 50%.

VIII. COSECHA

La cosecha y los métodos para realizarla, naturalmente dependerán del sistema e infraestructura de cultivo, y sobre todo cuando los peces hayan alcanzado la talla deseada para su comercialización, esta se puede realizar total o parcialmente.

Generalmente en las granjas de truchas de la región, los productores realizan la cosecha cuando las truchas tienen la edad de entre 8 y 9 meses, que es cuando han alcanzado el peso aproximado de 500 gramos (Figura 9), generalmente cuando tiene esta edad y peso se le llama comúnmente trucha para platillo, pues en toda la región las granjas cuentan con un comedor para la comercialización de la trucha en diversas recetas.



Figura 9. Truchas de nueve meses de edad listas para platillo.

Para la cosecha en estanques rectangulares, por lo general se emplean redes de arrastre, con una luz de malla de 7 a 12 centímetros, para estanques circulares se emplea una red en forma de cucharón, la cual puede ser construida en la misma granja con un pedazo de la red de arrastre, ambos tipos de redes se muestran en la figura 10.



a) Red de arrastre

b) Red en forma de cucharón

Figura 10. Redes utilizadas para la cosecha de la trucha arco iris.

IX. ENFERMEDADES DE LA TRUCHA ARCO IRIS

Las enfermedades suelen ser un factor silencioso de perturbación y pérdidas en las granjas trutícolas, que desafortunadamente suelen pasar desapercibidas hasta que han adquirido niveles difíciles de controlar o remediar. Generalmente las enfermedades de las truchas son ocasionadas principalmente por contagios directos o indirectos, frecuentemente ocasionadas por microorganismos como: bacterias, virus, protozoarios, hongos y gusanos.

Una alta densidad de cultivo, deficiencias en el recambio de agua, acumulación de alimento y excretas en los estanques pueden hacer que estos microorganismos encuentren las condiciones adecuadas para multiplicarse y atacar a las truchas, de igual manera una deficiencia nutricional y lesiones pueden debilitar a los peces y hacerlos presa fácil de estos organismos agresores.

A continuación se describen las enfermedades más comunes y su control de acuerdo a Camacho *et al.*, (2000) y Pillay (2002).

9.1. Enfermedades ocasionadas por virus

Para las distintas especies de truchas que desde hace ya varios años se han cultivado, solo se han descubierto tres tipos de infecciones virales, a las cuales se les ha denominado, necrosis pancreática, necrosis infecciosa hematopoyética y septicemia hemorrágica, éstas son enfermedades de muy baja incidencia y que invaden la sangre de los peces. Enseguida se mencionan los principales síntomas y causas de estas enfermedades, así como los métodos de control o tratamientos más favorables.

Necrosis pancreática infecciosa (NPI): La necrosis es una enfermedad viral de las truchas y salmones, el periodo de incubación del virus depende de la temperatura, y varía de seis días a 12.5°C hasta varias semanas a 4°C; los peces que sobreviven a la infección son portadores por el resto de su vida, liberando cantidades del virus por largos periodos a través de la orina, heces, semen y huevecillos, ocasionando la transmisión del virus a organismos sanos o a la descendencia.

Síntomas: en los individuos afectados provoca que éstos tengan un movimiento lento y aletargado, nadando sobre sus costados con movimientos en espiral, hundiéndose con frecuencia hacia el fondo de los estanques, cuando los peces presentan estos síntomas es un signo terminal y la muerte ocurre en un par de horas. Otro síntoma característico de la enfermedad es la presencia de mucosidad transparente o lechosa en el estómago.

Prevención: evitar la introducción de peces que ya presenten la enfermedad a nuestra granja, así como la entrada de peces silvestres, para ello las crías o los huevos deben de ser solicitados certificados sanitariamente.

Tratamiento. Desafortunadamente no existe un tratamiento, lo más recomendable es sacrificar a los peces que padezcan la enfermedad antes de que toda la granja se vea infectada.

Necrosis infecciosa hematopoyética (NHI): esta es una enfermedad viral, transmitiéndose de un pez a otro y de progenitores a descendientes por medio de fluidos seminales o huevecillos infectados; generalmente se observa en alevines y juveniles, para el caso de la trucha arco iris, los peces adultos infectados raras veces mueren. El periodo de incubación de la enfermedad depende de la temperatura, y fluctúa entre 5.5 días a 21°C y unos 16 días a 3°C.

Síntomas: Los peces afectados presentan distensión del abdomen, oscurecimiento del cuerpo y anemia. El riñón, bazo, hígado y vísceras se observan necrosadas.

Prevención: al igual que con la enfermedad anterior, se debe evitar la introducción de peces ya infectados y realizar continuamente inspecciones para ver el estado de salud de las truchas.

Tratamiento: no existen fármacos o productos químicos que controlen los brotes de esta enfermedad, también se aconseja sacrificar y retirar los lotes de peces infectados.

Septicemia hemorrágica viral (SHV): es una enfermedad de los salmónidos cultivados, especialmente de la trucha arco iris, produce elevados índices de mortalidad en truchas juveniles, la transmisión ocurre por contacto y de un pez a otro en el agua, a medida que la temperatura del agua aumenta, las pérdidas disminuyen, esto ocurre principalmente en la primavera. Los peces jóvenes son los más susceptibles a esta enfermedad.

Síntomas: las truchas infectadas presentan branquias pálidas y sangrado, las aletas pectorales se enrojecen de la base, a medida que la enfermedad avanza, el pez se torna de un color negro y llega a un estado de anemia aguda.

Prevención: debe evitarse la introducción de peces o huevecillos ya infectados.

Tratamiento: no existe un remedio conocido contra esta enfermedad, los peces enfermos deben ser eliminados de los estanques para evitar contagios.

9.2. Enfermedades ocasionadas por bacterias

Furunculosis: la bacteria causante de esta enfermedad es *Aeromonas salmonicida*, siendo el periodo de incubación para casos agudos de dos a cuatro días, pero en casos crónicos el periodo puede ampliarse a varias semanas a bajas temperaturas. La furunculosis es una enfermedad habitualmente estacional, con frecuencia aparece entre los meses de julio y agosto.

Síntomas: Los peces enfermos presentan ampollas en su piel (figura 11), aislamiento del grupo, pérdida del apetito, inflamación del intestino y pequeñas hemorragias en el hígado.



Figura 11. Trucha con los síntomas característicos de la furunculosis.

Prevención: se debe de aislar a los peces enfermos de los estanques para someterlos a tratamiento, los animales muertos deben ser retirados de los estanques.

Tratamiento: Esta enfermedad puede tratarse con alimentos medicados, para ello se puede suministrar diariamente durante 10 días terramicina (oxitetraciclina) en el alimento a razón de 3g por cada 45 kg de pez.

Enfermedad columnar: es causada por la bacteria *Flexibacter columnaris*, se han detectado cepas de alta y baja virulencia, la forma muy virulenta ataca el tejido branquial y la menos virulenta causa generalmente infecciones cutáneas. La infección ocasionada por la cepa virulenta causa el trastorno llamado pudrición de las agallas.

Síntomas: el primer signo de la enfermedad suele ser la aparición de placas grises en la zona de la aleta dorsal, estas lesiones aumentan de tamaño exponiendo el tejido muscular. Son notables en las regiones de boca y cabeza, tornándose amarillas y adquiriendo forma de cráter.

Prevención: los animales enfermos deben ser aislados para ser sometidos a tratamiento, los peces muertos deben ser retirados de los estanques.

Tratamiento: El antibiótico que suele usarse en el tratamiento de esta enfermedad es la terramicina a través del alimento a razón de 4g por 45 kg de pez.

Enfermedad entérica de la boca roja (EBR): el agente causal de esta enfermedad es la bacteria *Yersinia ruckeri*, que se transmite de un pez a otro por contacto y a través del agua.

Síntomas: Los peces afectados presentan oscurecimiento de la piel, letargo y dejan de comer, durante la fase aguda de la enfermedad se presentan pequeñas hemorragias e inflamación en la boca, que dan el aspecto general de boca roja (figura 12), también suelen presentarse pequeñas hemorragias en el vientre y en la base de las aletas.



Figura 12. Truchas con los síntomas de la enfermedad entérica de la boca roja.

Prevención: la susceptibilidad a la enfermedad está relacionada con el manejo y las condiciones de cultivo, así que se debe tener cuidado al manipular a las truchas. Un aspecto importante es que es difícil detectar a los peces portadores del agente patógeno, pues muchas veces aparentan estar sanos. Se recomienda realizar inspecciones sanitarias periódicas.

Tratamiento: Los productos recomendados para tratar esta enfermedad son: sulfameracina y terramicina.

9.3. Enfermedades ocasionadas por hongos

Saprolegniasis: es una enfermedad que afecta la piel y las branquias de peces y crustáceos de agua dulce. El estrés ambiental, sobrepoblación, manejo deficiente y debilidad causada por infecciones bacterianas y virales son los factores que hacen a los animales susceptibles a la saprolegniasis.

Síntomas: presencia de una masa algodonosa blancogrisácea en piel, aletas, ojos, boca y branquias provocada por el hongo.

Prevención: se debe evitar el exceso de materia orgánica en el agua, lesiones físicas en los peces, escasa sanidad de los estanques y mala calidad del agua.

Tratamiento: se recomienda el uso de baños de permanganato de potasio a razón de 1g por cada 100 litros de agua durante 60 a 90 minutos, sal común a razón de 10g por litro de agua durante 20 minutos para peces jóvenes, y 25g por litro de agua por 10 minutos en el caso de peces adultos, verde de malaquita en porción de 67 ppm en inmersiones durante 10 a 30 segundos.

9.4. Enfermedades ocasionadas por protozoarios y otros parásitos

Ictioftiriasis o punto blanco (ICH): es ocasionada por el protozoo parásito *ichthyophthirius multifiliis* y se considera una de las enfermedades más dañinas en el cultivo de peces de agua dulce y salobre. La temperatura óptima para el desarrollo de éste parásito es de 25 a 26°C.

Síntomas: los peces infectados manifiestan una intensa inquietud, se frotan contra el fondo y lados de los estanques, además, presentan pequeños puntitos de color blanco grisáceo sobre la superficie de la piel, aletas y sobre las branquias.

Prevención: la eliminación de los peces portadores del parásito es una de las medidas esenciales en la prevención, así como una excelente limpieza e higiene de los estanques.

Tratamiento: resulta eficaz el uso de formalina con verde de malaquita en dosis de 3.68g de verde de malaquita por litro de formol, así como baños de sal a razón de 15-30g por litro de agua durante 15 a 30 minutos.

Costiasis: la transmisión de esta enfermedad ocurre a través del agua, el protozoo causante de esta enfermedad es *Ictyobodo necator* que es capaz de vivir a temperaturas de 2 a 30 °C, y se multiplica con rapidez a temperaturas de 20 a 25 °C.

Síntomas: un síntoma característico de la enfermedad es la aparición de una capa blancoazulada o grisácea, la cual se extiende sobre el cuerpo, aletas y las branquias, los alevines afectados por esta enfermedad ascienden a la superficie y se congregan en la entrada de agua donde tragan aire.

Prevención: se debe evitar que la densidad de peces en los estanques sea elevada, que la alimentación sea deficiente o inadecuada.

Tratamiento: la enfermedad puede tratarse de manera eficaz con: formalina (15 a 50 ppm), permanganato de potasio (2 a 3 ppm) o verde de malaquita (0.1 ppm).

Chilodoneliasis: el protozoo causante de esta enfermedad es *Chilodonella cyprini*, afecta principalmente a truchas jóvenes, se multiplica con rapidez a una temperatura del agua de 5 a 10°C, pero temperaturas por arriba de 20°C son letales para este microorganismo. Los peces que son más susceptibles al ataque de este parásito son aquellos que presentan desnutrición.

Síntomas: Los peces infestados se muestran inquietos, ascienden a la superficie, pierden peso y se tornan letárgicos. En casos graves de infección, el cuerpo del pez se cubre con una película grisazulada que es muy notoria en el lado dorsal de la cabeza.

Prevención: como esta es una enfermedad que se presenta en invierno, se recomienda que todos los peces reciban un baño de 5 minutos en una solución de sal al 5%.

Tratamiento: se recomienda la aplicación de sal en concentraciones de apenas 0.15 a 0.2% durante dos días. También se recomienda la desecación y desinfección con cal viva, esto ayuda a eliminar los protozoarios enquistados que quedan en el fondo de los estanques.

Argulosis: la argulosis es causada por los comúnmente llamados piojos de agua (copépodos) del género *Argulus*, es una de las infestaciones externas más comunes y ampliamente distribuidas en varias especies de peces, entre ellas las truchas. Dependiendo de la temperatura, el desarrollo embrionario de éste parásito tarda de 15 a 55 días, los peces jóvenes son generalmente los más susceptibles al ataque de éste copépodo, mientras que los adultos no se ven afectados pero son portadores del parásito y pueden transmitirlo a los juveniles.

Síntomas: Abundante secreción de moco e inflamación, dando lugar a edemas, hemorragias e inflamaciones cutáneas, esto debido a que el agresor perfora la piel del pez e inyecta una secreción tóxica y succiona la sangre del hospedante.

Prevención: evitar ingresar a la granja peces ya infestados con el parásito, lavar y secar los estanques después de cada generación.

Tratamiento: se recomiendan compuestos químicos como malatión y dipterex a 0.25 ppm, también son recomendables los baños de inmersión de lisol (1ml por cada l de agua durante 40 segundos).

Indispensablemente toda granja acuícola debe contar con una persona adiestrada para realizar las actividades de inspección para conseguir una buena salud de la granja, esto ocasionara que con tiempo se pueda dar un diagnóstico de las enfermedades que puedan estar ocurriendo en los estanques, permitiendo tomar las acciones preventivas y los tratamientos correspondientes a tiempo. Si no existe una persona capacitada se debe recurrir a un experto en enfermedades para que inspeccione las instalaciones mínimo 2 veces por año.

9.5. Factores que estimulan la aparición de enfermedades

Dentro de los factores más comunes que facilitan y estimulan la propagación y dispersión de organismos causantes de enfermedades tenemos los siguientes:

- Adquisición de pies de cría o reproductores enfermos.
- Suministro de aguas contaminadas.
- Acumulación de restos de alimento y excremento en los estanques.
- Deficiencias en la cantidad, calidad y frecuencia del alimento.
- Falta o inadecuada limpieza de los estanques.
- Deficiencia en el recambio del agua de los estanques.
- Estrés por condiciones hidrológicas inadecuadas.
- Presencia de animales silvestres transmisores de enfermedades.

De este grupo de factores hay que tener especial cuidado con la adquisición de los pies de cría, pues estos deben estar libres de cualquier enfermedad que pueda propagarse y afectar a peces sanos que se encuentran en la granja; de igual manera, debe ponerse atención en la

alimentación de las truchas, el alimento debe de cumplir con los requerimientos nutricionales, ya que de lo contrario los peces presentarían desnutrición y serían presa fácil de organismos agresores, la cantidad proporcionada debe de ser la adecuada, pues un exceso de alimento provocará una acumulación en el fondo del estanque, brindando condiciones de higiene inadecuadas.

X. BIBLIOGRAFÍA

Blanco C., M. 1994. La Trucha, cría industrial. 2ª edición. Ediciones Mundi-Prensa. España. 503p.

Camacho B., E., M. Moreno R., M. Rodríguez G., C. Luna Romo y M. Vásquez. 2000. Guía para el cultivo de trucha. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México D.F. 135p.

Pillay T. V. 2002. Acuicultura principios y prácticas. Editorial Limusa. México D.F. 699p.

El pedregal Silver Cup. 1999. Tabla de alimentación.

ANEXOS

Anexo 1. Precios actuales de trucha arco iris para cría por parte de la Granja Raa Betutdha de Ixtlán de Juárez. Los precios son a pie de granja.

Edad de la trucha	Tamaño aproximado	Costo unitario
2 meses	5cm	\$1.00
2 ½ meses	6-7cm	\$1.40
3 meses	8 cm	\$ 2.50
4 meses	15 cm	\$ 10.00
		Costo por kilogramo
6 meses	20-24 cm	\$ 60.00
1 año	30 cm	\$ 60.00
1 año	33-37 cm	\$60.00

El hecho de que actualmente exista en la región una granja que venda truchas para pie de cría es de gran importancia, pues esto representa un menor tiempo de transportación hacia las granjas vecinas, ya que anteriormente las truchas eran traídas desde granjas de otros estados, como lo son: Veracruz y Estado de México, lo que representaba demasiado tiempo en el traslado, ocasionando que al llegar a la granja destino muchas de las truchas llegaran muertas, representando este hecho pérdidas económicas para los acuicultores, aspecto que hoy en día se ve disminuido notablemente debido a que las horas de traslado se han acortado, aunado a esto, la granja Raa Betutdha cuenta con el equipo necesario para realizar el traslado.

El costo de una granja puede variar dependiendo del tamaño y los materiales de construcción. Una experiencia reciente en la Sierra Norte es el caso de Yatuni, donde con apoyo de la CONEFOR se inició una pequeña granja con estanques de concreto; el costo estimado fue 90,000.00 pesos y el apoyo recibido fue del 70%. Es posible que algunas otras dependencias apoyen el establecimiento de granjas con diferentes porcentajes, pero la inversión inicial es fuerte y esto tiene que ser considerado por los grupos o individuos que desean incursionar en esta actividad

Anexo 2. Distribuidoras de alimento

Aqua Desarrollo

Dirección en la ciudad de Oaxaca: Guelaguetza No. 110, San Martín Mexicapán.

Dirección en Ixtlán de Juárez: Benito Juárez No. 2, Barrio la Asunción.

Productos:

- Alimento
- Termómetros
- Medicamentos
- Kit para análisis de agua
- Bombas y aereadores
- Y todo lo relacionado con el cultivo de peces.

Alimentos Purina (Distribuidora el tío)

Dirección: Camino Rancho Sangre de Cristo No. 601, Colonia Reforma Agraria, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca.

Teléfono: (951) 51 64961

Correo electrónico: distribuidoraeltio@prodigy.net.mx

Productos:

- Alimento trucha desarrollo
- Alimento trucha finalizador
- Alimento trucha finalizador alta eficiencia
- Alimento trucha finalizador con pigmento

Anexo 3. Sitios de interés para obtención de apoyos económicos y asesoría técnica para el cultivo de trucha arco iris.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

Página de Internet: www.sagarpa.gob.mx

Delegación estatal en Oaxaca

Delegado estatal: Ing. Edgar Guzmán Corral

Dirección: Riveras del Río Atoyac No. 38-A, Colonia Vicente Suárez, C.P. 68030, San Jacinto Amilpas, Oaxaca, Oax.

Teléfono: 01 (951) 514 90 43

01 (951) 514 5299

Correo electrónico: oax_delg@sagarpa.gob.mx

Página de Internet: www.oax.sagarpa.gob.mx

Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca

Página de Internet: www.conapesca.sagarpa.gob.mx

