

Aspectos generales sobre instalaciones para el engorde comercial de trucha arco iris

Bárbara Rojas¹
Daniel Antonio Perdomo²
Merbis Tesorero³

¹Ingeniero Agrónomo. Pasante del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Estación Experimental Trujillo, estado Trujillo, Venezuela.

²Técnico superior contratado. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Campo Experimental Truchícola de Boconó, estado Trujillo, Venezuela.

³Investigadora. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Campo Experimental Truchícola San José de Bolívar, estado Táchira, Venezuela.
 Correo electrónico: mtesorero@inia.gob.ve

Introducción

Aspectos más importantes a considerar para la construcción de instalaciones truchícolas

Características del terreno

Calidad y disponibilidad de agua

Instalaciones fundamentales para truchicultura de engorde

Toma o sistema de captación de agua

Canal principal

Desarenadores o filtro de decantación

Filtro

Canales de alimentación, distribución o de abastecimiento

Estanques

Canales de drenajes, de vaciado o desagüe

Estructuras anexas

Determinación de caudal

Bibliografía consultada

aspectos fundamentales: la determinación del número de unidades de producción (estanques) para cada una de las fases (alevinaje, pre-engorde y engorde) y el cálculo del caudal de agua necesario para mantener los niveles adecuados en cualquier fase de cultivo (Jover, 2002).

Aspectos más importantes a considerar para la construcción de instalaciones truchícolas

Características del terreno: deben seleccionarse terrenos con suelos impermeables (arcillosos) y con pendiente a fines de que el agua utilizada fluya por gravedad y mantenga una oxigenación permanente (Bastardo *et al.*, 1988).

Calidad y disponibilidad de agua: el área para la instalación de la producción truchícola debe disponer de fuentes de agua libres de contaminación y en cantidad suficiente para abastecer la demanda de las truchas arco iris, lo cual va a depender del área de los estanques. El caudal de agua disponible puede ser una limitante en los sistemas de producción, por lo cual una de las recomendaciones es determinar la biomasa máxima o capacidad de carga en función del caudal que se posea. Existe una reco-

Introducción

La trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) es una especie íctica (pesquera) perteneciente a la familia de los salmónidos, es nativa de la vertiente pacífica de América del Norte. El cultivo de ésta especie presenta ventajas comparativas como lo son su rápido crecimiento, tolerancia al alimento concentrado y adaptación a las condiciones climáticas de la región andina.

La piscicultura desde el punto de vista comercial representa

un cultivo relativamente nuevo en nuestro país y al igual que en otros sistemas de producción se pueden presentar inconvenientes derivados de una mala planeación que pudieran desanimar el interés de los productores. La adecuada construcción de área para el engorde de peces es uno de los factores de mayor importancia en el desarrollo de una granja truchícola y a menudo garantiza el éxito de la producción.

El diseño de instalaciones para el engorde comercial de trucha arco iris debe comprender dos

mendación muy general para la producción de truchas arco iris, donde se puede mantener entre 1 y 1,5 kg por cada litro/minuto de agua disponible.

Los requerimientos del caudal de agua dependen, además, de la carga de peces (cantidad de peces por metro cúbico) con la que se piense trabajar, así en sistemas extensivos (con menor carga de peces) el aporte de agua es mínimo y en muchos casos solamente para reponer el agua perdida por infiltración y evaporación, mientras que en sistemas semi-intensivos e intensivos (con mayor carga de peces) se requieren cambios de agua que oscilan entre el 10 a 50% del volumen total (Jover *et al.*, 2003).

Al respecto, Alvarado y Bastardo (1983) en el Cuadro 1, recomiendan las cantidades de agua requeridas en las distintas fases del cultivo de la trucha arco iris.

Ono y Kubtiza (2002) recomiendan considerar lo siguiente:

- Variaciones del caudal a lo largo del año, principalmente en la época seca.
- Variaciones en la temperatura del agua y su relación con la temperatura del aire a lo largo del año.
- Presencia de vida (peces, crustáceos, plantas acuáticas y otros organismos).
- Concentración de gases como el oxígeno disuelto (OD) y el dióxido de carbono (CO₂).
- El pH, la alcalinidad total y la dureza total, parámetros importantes de estabilidad química del agua y que determinan

Cuadro 1. Cantidades de agua requeridas en las distintas fases del cultivo de la trucha arco iris.

Fases del cultivo de la trucha arco iris	Cantidad de agua requerida
Incubación (opcional)	0,5 litros/min/1.000 ovas
0-3 meses.	1 – 3 litros/min/1.000 alevines
Alevines: 4 – 7 cm.	4 – 8 litros/min/1.000 alevines
Alevines: 7 – 10 cm.	20 litros/min/1.000 alevines
Truchas de 10 – 30 cm.	4 litros/min/ Kg de trucha

- la necesidad de mitigarlos con algunas prácticas de manejo.
- El riesgo de contaminación de la fuente de agua con productos químicos de origen agropecuario, urbano o industrial.
- Las condiciones de turbidez, principalmente durante los períodos lluviosos.

- Filtros.
- Canales de alimentación o distribución.
- Estanques.
- Canales de drenajes.
- Estructuras anexas.

Toma o sistema de captación de agua: se recomienda que esta sección sea construida por un ingeniero hidráulico o por una persona con experiencia, ya que de esta área depende el abastecimiento de agua de toda la granja truchícola. Es importante tomar previsiones en cuanto a la posible erosión hídrica que se pueda ocasionar durante la crecida de quebradas y ríos en la toma para evitar fallas en el suministro de agua (Bastardo *et al.*, 1988) (Foto 1).

Para mantener el agua más limpia, se puede instalar rejillas entre el punto de captación y el canal de alimentación, éstas pueden ser de dos tipos: **rejilla horizontal** la cual mantiene el agua más limpia; y la **rejilla vertical** que es menos costosa y es más sencilla de construir con tabillas correderas. Generalmente una rejilla de un metro cuadrado puede permitir el paso de hasta un metro cúbico de agua por minuto (Alvarado y Bastardo 1983).

Es sumamente importante destacar que se deben solicitar los permisos correspondientes ante el Ministerio del Ambiente para el uso, aprovechamiento y manejo de los recursos hídricos por la posible afectación que pueda generar la actividad truchícola en los ambientes naturales, especialmente al momento del drenaje.

Instalaciones fundamentales para truchicultura de engorde

- Toma o sistema de captación de agua.
- Canal principal.
- Desarenadores.



Foto 1. Toma o sistema de captación de agua del Campo Experimental Truchícola de Boconó.

Canal principal: el diseño de esta instalación debe permitir el incremento de la concentración de oxígeno disuelto (OD) en el agua durante su trayecto, para lo cual se recomienda la colocación de obstáculos o escalones en el canal (Alvarado y Bastardo 1983). Además de ello debe permitir la fácil llegada y circulación del agua para los estanques y el vertido al cauce original. Sus dimensiones deben tener la capacidad para

transportar el caudal establecido y mantenerlo durante todo el recorrido. Es necesario destacar que el canal debe ser abierto y ubicarse al aire libre (Bastardo *et al.*, 1988).

Desarenadores o filtro de decantación: su función es descartar todo los sedimentos que son arrastrados durante la captación del agua, permitiendo que el agua en su recorrido hacia las instala-

ciones truchícolas pase por esta estructura, donde se retenga la mayor parte de estos sedimentos (Bastardo *et al.*, 1988). Éste debe poseer una pendiente interna (entre 4-6%) para que se depositen los sedimentos que de otra forma provocarían efectos perjudiciales en el engorde de truchas. En la salida es importante colocar una compuerta que permita una rápida eliminación del material acumulado (arena y lodo) (Foto 2).



Foto 2. Desarenador del Campo Experimental Truchícola de Boconó.

Filtro: en aquellas granjas donde se realice incubación, la instalación de filtros es imprescindible ya que tanto ovas embrionadas, como alevines de corta edad requieren de aguas limpias sin sedimentos ni impurezas.

El filtro puede estar conformado por capas superpuestas de canto rodado, grava, arena y carbón mineral, a través de las cuales circula el agua (Bastardo *et al.*, 1988). Se recomienda instalar un desagüe al fondo del filtro para eliminar el material sedimentado. Para garantizar el filtrado del agua y facilitar el manejo en la limpieza se pueden construir dos filtros, a los cuales se le debe reemplazar la capa de arena (Figura 1).

Canales de alimentación, distribución o de abastecimiento: deben partir desde el desarenador. Las tuberías deben estar provistas de llaves o válvulas dobles y los canales deben poseer compuertas verticales (Alvarado y Bastardo, 1983), estos últimos son muy prácticos, económicos y movilizan grandes cantidades de agua, a la vez que permiten que esta se oxigene en el recorrido antes de llegar al estanque; deben poseer una pendiente mínima de 4% para que el agua circule con facilidad, se debe procurar que el agua al momento de entrar produzca burbujas lo cual incrementa los niveles del oxígeno.

Estanques: las dimensiones del estanque (largo, ancho y profundidad) dependen de la corriente que se desee alcanzar, al igual que la forma y el desnivel del fondo. Otro aspecto a considerar es la disposición y ubicación de las entradas y salidas del agua en cada estanque, en tal sentido

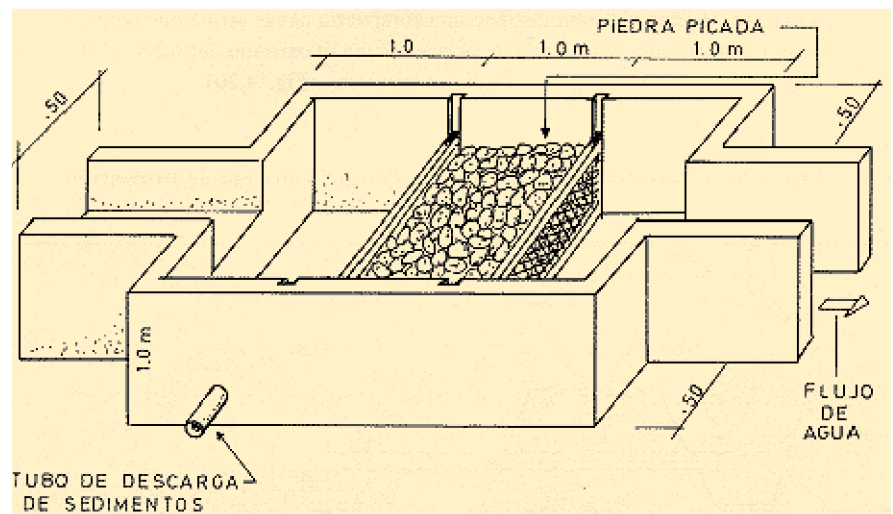


Figura 1. Modelo de filtro.

Jover *et al.* (2003) consideran que la disposición de estos se debe adecuar en función de la topografía del terreno para facilitar la circulación del agua por gravedad.

En cuanto a la forma, las más generalizadas son **rectangulares**: donde las truchas, por tratarse de salmónidos van a preferir estar nadando en contra corriente, por lo cual se da esta configuración para que el agua recorra el estanque en su mayor dimensión, se recomienda una longitud de 12

veces con respecto a la anchura, en el drenaje se debe colocar un cedazo, rejilla o filtro para evitar la fuga de truchas, y **redondos**: donde se crean corrientes circulares lo cual se asimila a la condición anterior, en estos se puede aumentar la densidad de la población y el mantenimiento de limpieza es más fácil, estos poseen fondos inclinados para su drenaje en el centro. En el drenaje del estanque es recomendable colocar un cedazo, rejilla o filtro para evitar la fuga de truchas. (figuras 2 y 3)

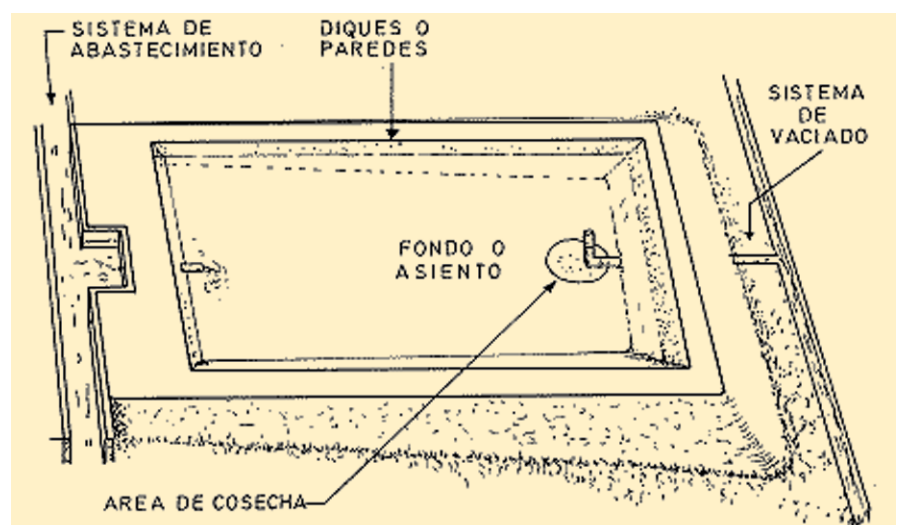


Figura 2. Forma típica de estanques.

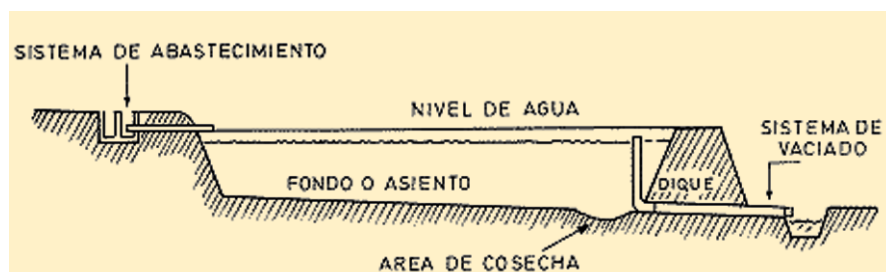


Figura 3. Vista de perfil de un estanque piscícola.

tiene entrada y salida independiente de agua, esto ayuda a evitar la propagación de enfermedades, pero resulta costosa y requiere mayor cantidad de agua; y estanques en **serie**: también llamados en rosario o comunicantes porque se busca utilizar el agua al máximo, para ello hay que establecer saltos de agua entre dos estanques continuos a fin de permitir la oxigenación de la misma, tienen como desventajas la escasa independencia para el manejo individual y la potencial trasmisión de enfermedades, por lo cual sólo se recomiendan para lugares con escasa disponibilidad de agua. Estos últimos son los que generalmente predominan en nuestras condiciones andinas, los cuales se ubican en “terrazza”, para el aprovechamiento hídrico. (Foto 3)

En resumen, el tamaño de los estanques y su forma está condicionado por:

- Las características topográficas del terreno.
- El uso del estanque: alevinaje o engorde.
- Sistema de producción.
- Recursos económicos.

Canales de drenajes, de vaciado o desagüe: deben ubicarse opuestos a la entrada de agua. Se

En el Cuadro 2, se muestran algunas recomendaciones con respecto a las formas y dimensiones de los estanques.

Ono y Kutbiza (2002), recomiendan al momento de construir estanques para piscicultura considerar lo siguiente:

- Estanques de forma cuadrada presentan menor perímetro del estanque.
- La construcción de varios estanques es más cara y necesita más área que la construcción de un solo y gran estanque.
- Dentro de un determinado sector conviene generalizar el ancho de los estanques para posibilitar el uso de redes del mismo tamaño y la práctica de iguales densidades de siembra.
- Estanques muy anchos demandan redes muy anchas y más pesadas, exigiendo un mayor número de personal.

Existen dos maneras de construir estanques normalmente utilizados en la producción de truchas, **estanques de tierra o excavados**: presentan una notable economía y son construidos en el suelo con niveles altos de arcilla y tienen entre sus ventajas ofrecer a las truchas un ambiente más afín a su hábitat natural y los de **concreto**: son más costosos, pero pueden limpiarse con facilidad a la vez que permiten un rápido llenado-vaciado y cosecha, además su diseño y construcción puede adaptarse al relieve de montaña. Estos últimos estanques han reportado mejores resultados en el crecimiento de truchas a diferentes densidades de siembra que los obtenidos en truchas cultivadas en estanques de tierra (Alvarado 1999).

Los estanques pueden estar ubicados de manera **paralela**: cuando estos se ubican uno al lado del otro y cada estanque

Cuadro 2. Tipos de estanques recomendados según las etapas del cultivo.

Etapa de cultivo	Piletas			Estanques Rectangulares			Estanques circulares	
	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Diámetro (m)	Altura (m)
Alevinaje	2,5 - 4	04	0,4	5	2,3	0,5 - 0,6	1,5 - 2,5	0,6 - 0,8
Juveniles y trucha porción				30	2,4	1-1,2	5-12	0,75-0,8
Reproductores*				30 - 50	5 - 10	1,5 - 2.		

Bastardo et al. (1988) *: opcional.



Foto 3. Formas típicas de estanques en paralelo (a) y en serie (b).

diseñan de forma tal que la circulación vaya de arriba hacia abajo, asegurando que el agua vaciada sea del fondo, el agua menos productiva, de menor calidad. Sin embargo, como en el cultivo de truchas se utiliza el recambio diario, esta agua de descarte puede pasar a alimentar otros tanques en serie. Esto se puede lograr con una pendiente interna que facilite la salida del agua (Alvarado y Bastardo 1983).

Estructuras anexas: existen además en todas las granjas truchícolas la necesidad de construir otras estructuras que permitan el buen funcionamiento. Entre las construcciones adicionales están: área de habitación; almacén de alimento; depósito de implementos, materiales y equipos; área de sacrificio y procesamiento; sala de conservación; oficina; área libre y vías de acceso a la granja.

Determinación de caudal

Uno de los métodos más sencillos y prácticos para calcular el caudal de un cuerpo de agua (pequeño

o mediano) es el método del flotador el cual usa un flotador de madera, corcho grande o pelota flotante y se emplea la siguiente fórmula:

$$Q: VC \times P \times A$$

Donde:

Q: caudal (metros cúbicos/segundos);

VC: velocidad media de la corriente del agua (metros/segundos);

P: profundidad (metros);

A: Anchura del cuerpo de aforo (del río o quebrada) (metros).

Sin embargo es necesario determinar la VC mediante la siguiente fórmula:

$$VC: L / T * 0,85$$

Donde:

L: distancia entre dos puntos (metros);

T: tiempo transcurrido (segundos);

0,85: constante cuando el aforo no tiene obstáculos.

Bibliografía consultada

- Alvarado, H. 1999. Crecimiento y sobrevivencia de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) cultivada en diferentes tipos de estanques y densidades. *Veterinaria Tropical*, 24(2): 122-129.
- Alvarado, H. y Bastardo, H. 1983. Producción de truchas en Venezuela. FONAIAP Divulga, 9: 19-25.
- Bastardo, H., Coché, Z. y Alvarado, H. 1988. Manual técnico para el cultivo de truchas en Venezuela. FONAIAP. Caracas, Venezuela. 169 pp.
- Jover, M. 2002. Diseño y gestión de granjas acuícolas. Memorias del Curso pre-congreso "VI Congreso Venezolano de Acuicultura". San Cristóbal, Venezuela. 61 pp.
- Jover, M., Martínez, S., Tomás, A., y Pérez, L. 2003. Propuesta metodológica para el diseño de instalaciones piscícolas. *Revista Aquatic*, 19: 17-26.
- Ono E. A. y Kubitzka, F. 2002. Construcción de estanques y de estructuras hidráulicas para el cultivo de peces. Parte 1: planificación, selección de sitio, fuentes de agua, demanda hídrica y propiedad de los suelos. *Panorama da Aquicultura*, 12: 1-14.