



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



[Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
EVALUACION DE ORIGINALIDAD

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

TECNOLOGIA DE CULTIVO DE LA TRUCHA ARCOÍRIS (*Oncorhynchus mykiss*)

Presentado por:

JAYRO, ATUNCAR PACHAS

Bachiller del nivel PREGRADO de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos. El resultado obtenido es 17 % de porcentaje de similitud por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Observaciones:

APROBADO OBTUVO EL 17% (MENOR AL 20% REQUERIDO)

Ica, 18 de agosto de 2021

.....
JUAN MARINO ALVA FAJARDO
DIRECTOR DE UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE
ALIMENTOS

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA

FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y ALIMENTOS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA



**“TECNOLOGIA DE CULTIVO DE LA TRUCHA ARCOÍRIS
(*Oncorhynchus mykiss*)”**

**MONOGRAFÍA PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO PESQUERO
POR LA MODALIDAD DE SUFICIENCIA ACADEMICA**

ÁREA DE INVESTIGACIÓN:

Pesca Marítima, Transformación y Acuicultura

AUTOR

BACH. JAYRO ATUNCAR PACHAS

PISCO - PERU

2020

ÍNDICE	pág.
INTRODUCCIÓN	6
CONTENIDO TEMÁTICO	6
CAPITULO I: TRUCHA (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	7
1.1. Biología de la especie.....	7
1.2. Etapas de desarrollo de la trucha.....	7
1.3. Taxonomía.....	8
1.4. Partes de la trucha	8
1.5. Aspectos ecológicos	8
1.5.1. Hábitat.	8
1.5.2. Distribución.....	9
1.5.3. Predadores.	9
1.5.4. Alimentación.	9
1.5.5. Competidores.	9
1.6. Tipos de crianza	10
1.7. Parámetros de cultivo	10
1.7.1. Recurso Hídrico.	10
1.7.2. Niveles de oxígeno en el agua.....	12
1.7.3. Caudal del agua.	13
1.7.4. Terreno.	13
1.7.5. Alimentación.	13
1.8. Requerimientos nutricionales de la trucha	14
1.8.1. Proteínas.....	14
1.8.2. Carbohidratos.	14
1.8.3. Lípidos.....	15
1.8.4. Vitaminas.	15
1.8.5. Minerales.....	16

1.9. Instalaciones para el cultivo de trucha	16
1.9.1. Estanques.....	16
1.9.2. Tipos de estanques	16
CAPITULO II: TECNOLOGIA DE CULTIVO DE LA TRUCHA ARCOIRIS	
<i>(Oncorhynchus mykiss)</i>	19
2.1. Desove.....	19
2.2. Fertilización.....	20
2.3. Incubación	21
2.3.1. Cuidados durante la incubación	22
2.4.2. Reglas de alimentación	24
2.4.3. Técnicas de alimentación	24
2.5. Selección	26
2.5.1. Proceso de selección	27
2.6. Sanidad acuícola.....	28
2.6.1. Enfermedades más comunes en truchas	29
2.7. Calculo de producción.....	29
CONCLUSIONES	33
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ovas embrionadas de trucha.	7
Figura 2. Partes de la Trucha.....	8
Figura 3. Estanque rectangular para cultivo de trucha.....	18
Figura 4. Estanque Circular para cultivo de trucha.....	19
Figura 5. Fertilización de ovas de trucha.	21
Figura 6. Selección de truchas.	27
Figura 7. Caja seleccionadora de truchas.	28

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Taxonomía.	8
Tabla 2. Parámetros de calidad de agua.	12
Tabla 3. Diferencias entre trucha macho y hembra.....	199
Tabla 4. Frecuencia de alimentación según peso unitario.....	25
Tabla 5. Calidad de alimento por estadio.....	255
Tabla 6. Tipo de alimento para cada estadio.....	25
Tabla 7. Enfermedades más comunes.	299
Tabla 8. Caudal requerido.	290

INTRODUCCIÓN

La trucha arco iris, es una especie que pertenece a la familia Salmonidae, proviene de América del Norte, su cultivo ha sido muy difundido en varias partes del mundo porque se adapta muy bien al cautiverio. En Sudamérica, se distribuye en Brasil, Argentina, Chile, Bolivia, Ecuador, Colombia, Venezuela y Perú, también manifiesta que la acuicultura en aguas frías se desarrolla desde la antigüedad, pero su desarrollo recién ha tomado auge por las ventajas económicas que tiene, en el Perú la trucha arcoíris es la especie más cultivada y fue introducida en el año 1928, por una minera en Cerro de Pasco que sembró esta especie en varios cuerpos de agua para realizar pesca deportiva, adaptándose esta especie a las condiciones fisicoquímicas de lagunas, lagos y ríos desde los 2000 metros sobre el nivel del mar.

El presente trabajo monográfico describe la descripción de la especie, formas de crianza, etapas de crecimiento, así como la tecnología de cultivo, con el objetivo de servir de información para futuros trabajos e investigaciones.

CONTENIDO TEMÁTICO

CAPITULO I: TRUCHA (*Oncorhynchus mykiss*)

1.1. Biología de la especie

Gonzales (2012) menciona que la trucha arcoíris tiene un cuerpo de forma fusiforme y con finas escamas que lo cubren, su color es según el ambiente donde se desarrolla, tienen un color plomo cuando viven en riachuelos y una tonalidad más clara cuando se crían en estanques ya que están expuestos a los rayos del sol y un verde oliva en la parte superior y una franja de color rojizo y el abdomen de color blanco, también presenta en su piel unas maculas negras como lunares, se le denomina con el de trucha arco iris por lo que presenta una franja de diferentes colores en varias tonalidades, predominando una línea rojiza a ambos lados de su cuerpo.

1.2. Etapas de desarrollo de la trucha

La especie trucha arcoíris tiene las siguientes etapas:

- **Ova.** - Son huevos que produce la hembra y que después de ser fecundados por el esperma del macho eclosionan después de 30 días convirtiéndose en larva.

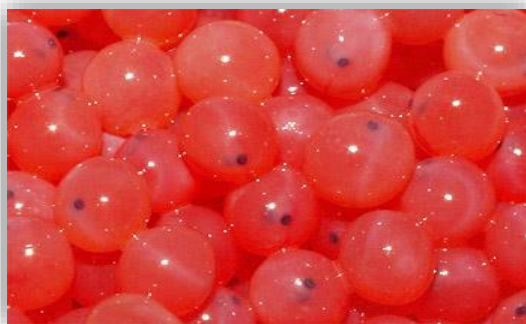


Figura 1. Ovas embrionadas de trucha.
Fuente: Salmonexpert.

- **Alevino:** Son los peces con peso de 1.5 a 20 gramos y talla de 3 a 10 centímetros
- **Juvenil:** Son los peces con talla de 10 a 18 centímetros y peso de 20 a 100 gramos.

La etapa juvenil está comprendida desde los 6 meses hasta los 12 meses.

- **Engorde:** En esta etapa las truchas tienen una talla entre 18 y 24 centímetros con pesos de 100 a 200 gramos.

- **Comercial:** En esta etapa donde los peces obtienen el peso y talla comercial con tallas de 15 a 24 centímetros y pesos de 100 a 250 gramos.

1.3. Taxonomía

Tabla 1.

Taxonomía.

Reino	Animal
Sub Reino	Metazoa
Phylum	Chordata
Sub Phylum	Vertebrata
Clase	Osteichtyes
Sub Clase	Actinopterygii
Orden	Isospondyli
Sub Orden	Salmoneidei
Familia	Salmonidae
Género	Oncorhynchus
Especie	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
Nombre Vulgar	“Trucha arco iris”

Fuente: extraído de <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcQJvIXMybUjApaLwUaAGsxvrHTo90ScQEIgxXgCfM353P4hjZ0U>

1.4. Partes de la trucha

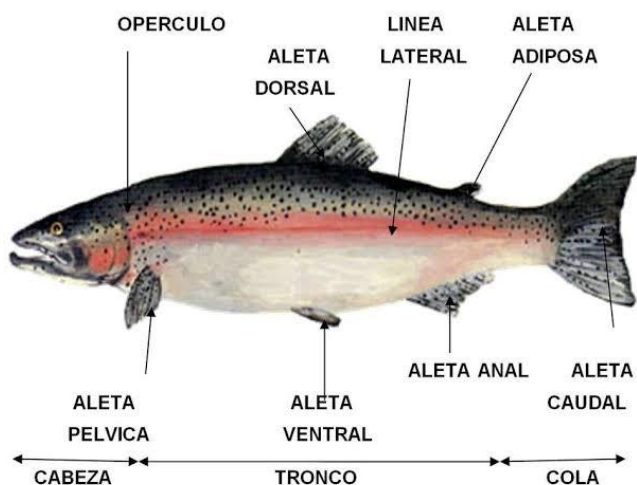


Figura 2. Partes de la Trucha

Fuente: extraído de https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcS7-FwYgtTRLXi2qJAGnl9D0U7K_oZ9GWuL5J_xE6VDVSzHlcyw

1.5. Aspectos ecológicos

1.5.1. Hábitat.

Blanco (1995) citado por Canales (2015) menciona que la trucha arcoíris se desarrolla en un ambiente natural como lagos, ríos y lagunas cristalinas, limpias y a bajas temperaturas también menciona que prefiere fondos pedregosos, corrientes moderadas y una buena vegetación, son peces que viven en aguas frías, pero tienen una tolerancia de temperatura moderada pudiendo soportar hasta 25 ° c varios días y también pueden resistir temperaturas muy cerca de la congelación.

1.5.2. Distribución.

Blanco (1995) citado por Canales (2015) manifiesta que la distribución de esta especie se da en la sierra del Perú en ambientes con agua dulce teniendo una buena adaptación a las lagunas, lagos y ríos de las zonas andinas, por la gran movilidad que tiene esta especie su distribución se ve alterada por las migraciones que realiza de una zona a otra según su estado biológico, estaciones del año, las horas del día, por su alimento y su tiempo de reproducción.

1.5.3. Predadores.

Según De la oliva (2011) menciona que en las etapas de sus primeros estadios esta especie tiene predadores como son peces de tamaño mayor y aves como son la garza gris y la gaviota, así como el hombre en su estado adulto.

1.5.4. Alimentación.

La Trucha arcoíris tiene un hábito carnívoro alimentándose de presas vivas en su medio natural también se alimenta de gusanos, crustáceos, moluscos renacuajos y otros peces en su estado larvario.

1.5.5. Competidores.

De la Oliva (2011) manifiesta que, los principales competidores de los alevines de trucha arcoíris en su ambiente natural son los peces nativos, pero a medida que la trucha se desarrolla este se vuelve predador de estos peces nativos por su comportamiento voraz. La trucha arcoíris es territorial, defiende el área donde vive desde su etapa de alevín hasta que empieza a comer, a medida que crece se vuelve más agresivo y obliga a otros peces de menor tamaño a emigrar a otras partes del río por tratar de expandir su territorio, siempre está en posición contraria a la corriente y solo sale de ahí por alimento o por expulsar a otros peces.

1.6. Tipos de crianza

Según De la Oliva (2011) los tipos de crianza son los siguientes:

- **Extensiva:** se realiza en un cuerpo de agua y usando como alimento la misma productividad del medio natural, pudiendo hacer acondicionamientos al medio.
- **Semi intensiva:** se realiza en ambientes artificiales o naturales, se utiliza alimento balanceado y alimentación natural, tiene un mayor acondicionamiento y manejo del medio.
- **Intensiva:** se realiza utilizando tecnología con un mayor control y manejo permitiendo un rendimiento elevado del área de producción, se utiliza alimentación balanceada.

1.7. Parámetros de cultivo

1.7.1. Recurso Hídrico.

Fao (2014) citado por Eguía (2017) menciona que el recurso hídrico que se usa debe tener características como calidad y un buen caudal, las propiedades físicas, como oxígeno, temperatura, pH, turbidez, transparencia y pueden variar por factores externos como factores climáticos y atmosféricos, también menciona que las variaciones de las propiedades químicas son mínimas, salvo que una contaminación produzca algún efecto irreversible, desde un punto de vista biológico la calidad del agua se condiciona por la

presencia o ausencia de organismos vivos en el medio acuático, así como la presencia de organismos patógenos.

Arrington (1984) menciona que la sobrevivencia y la tasa de crecimiento y que sea elevada depende de la calidad del agua.

Ramírez (1989) manifiesta que el agua para el cultivo de trucha debe tener algunos aspectos como las cartas del Instituto Geográfico Nacional ubicando la cuenca hidrográfica tipificando las características de la zona. También análisis físicos, biológicos y químicos (Ramírez, 1989 citado por Perez, 2011).

La temperatura del agua para cultivo no debe sobrepasar los 22 a 23 ° c y no superar los 21° c solo en breves periodos de tiempo, en la práctica se recomienda tener un suministro de agua con una temperatura continua entre los 10 a 15 ° c (Drummond, 1988).

Stevenson (1985) manifiesta que la temperatura que más favorece el crecimiento de la trucha es de 15 ° c, aunque pueden soportar temperaturas de 25 ° c durante periodos cortos de tiempo no es recomendable y la temperatura que pueden soportar durante tiempos prolongados es de 20 ° c.

La temperatura para el crecimiento de los alevines es de 17° C, necesitando un consumo de oxígeno alto por lo que se necesita un buen caudal de agua y trabajar con densidades pequeñas (Blanco, 1995).

Sedgwick (1976) citado por Tomas (2013) dice que el pH del agua debe ser de 7 a 7.5 y que deben evitarse aguas con un pH menor a 6. Un agua de buena calidad de son las que tienen un pH estable y que su contenido de bicarbonatos y carbonato formen un buffer conservativo (Sedgwick, 1976).

Cuando el pH del agua es mayor a 9, el cultivo intensivo se debe descartar ya que no es compatible con la vida del pez también hay que evitar aguas acidas con pH menor a 6 (Bedriñana, 2001 citado por Poma, 2013).

Tabla 2.

Parámetros de calidad de agua.

Parámetro	Rango	Óptimo
Oxígeno	7.5-12	8.5
Temperatura	9-18	14
PH	6.5-8.5	7

Fuente: FAO, 2014

1.7.2. Niveles de oxígeno en el agua.

Cuellar (1976) manifiesta que en los salmónidos la necesidad de oxígeno crece con la densidad de población y la alimentación. Una deficiencia de oxígeno provoca trastornos patológicos como son inapetencia y el incremento de la frecuencia respiratoria por lo que nadan en la superficie y boquean.

La falta de oxígeno provoca muerte por anoxia el pez muerto presenta las membranas de las branquias y opérculos dilatados, la boca abierta. También una baja concentración de oxígeno provoca estrés y enfermedades como forunculosis y septicemia viral (Cuellar, 1976).

El oxígeno es el elemento importante para la vida de los peces, en especial los salmónidos que es una especie muy exigente, presenta signos de asfixia cuando la concentración de oxígeno es menor a 5 mg/l y hay mortandad cuando el oxígeno es menor a 3 mg/l, para alevinos de 0.1 gramo se necesitan de 1.200 a 1.800 mg de O₂/kg/hora y

cuando llegan a un peso 10 veces superior necesitan 1.000 mg de O₂/kg/hora (Bedriñana, 2001).

1.7.3. Caudal del agua

El agua que se necesita debe ser abundante y de renovación continua, con una concentración de oxígeno adecuada, los flujos del caudal del agua según Martin (1976) menciona que para una cantidad de mil peces: se necesitan de 1 a 3 litros por minuto para alevines de 0 a 3 meses y para alevines de 4 a 8 meses de 4 a 8 litros de agua por minuto.

1.7.4. Terreno

Fao (2014) citado por Eguía (2017), dice que el terreno debe tener una extensión suficiente con una consistencia arcillosa para evitar pérdida de agua por las filtraciones, este terreno debe tener de 2 a 3 % de pendiente y estar cerca al recurso hídrico.

1.7.5. Alimentación

Halver (1972) citado por Blanco (1995), manifiesta que los peces salmónidos son carnívoros y se alimentan presas vivas en su medio natural por lo su sistema digestivo y su funcionamiento está orientados de forma natural al alimento que consumen.

La alimentación de las truchas cuando recién se iniciaba la acuicultura estaba basada en el uso de alimentos naturales, ahora en la actualidad por las investigaciones sobre la alimentación de truchas ha hecho que se elaboren de forma industrial alimentos artificiales consiguiendo un crecimiento óptimo de la trucha de acuerdo a las necesidades de la especie y el mercado (Halver, 1972 citado por Blanco, 1995).

La acuicultura en las últimas décadas ha tenido un desarrollo favorable, el cultivo en sistemas intensivos ha tenido un mayor auge, donde la alimentación es un factor importante porque de eso dependerá una buena producción, como buen tiempo de crecimiento, buena calidad de la carne y buen estado sanitario de la trucha (Incagro.com, 2013). Para que se de este efecto hay que tener en cuenta la fisiología de la trucha,

requerimientos de nutrientes, hábitos alimenticios y la relación energía -proteína, para lograr un aprovechamiento del alimento con un costo menor. (Incagro.com, 2013).

Novell (1985) citado por Vega (1989) manifiesta que la deficiencia de los requerimientos nutricionales como vitaminas, minerales, proteínas y fuentes de energía, puede ocasionar enfermedades, crecimiento lento y pueden llevar a la muerte.

1.8. Requerimientos nutricionales de la trucha

1.8.1. Proteínas

Hepher (1993) citado por Miguel (2008) menciona que un componente básico en la formación de tejidos es la proteína esencial para mantener y hacer crecer los músculos, el requerimiento de proteína para la mayoría de peces es de 35 a 50 % en su alimento.

Blanco (1995) citado por Miguel (2008) menciona que para las truchas la proteína que se requiere es según a su edad y crecimiento ya que cuando comienza su alimentación necesitan alrededor de 50 % de proteína a las 2 semanas 40 % y 35% al año de edad.

Luna (1989) citado por Miguel (2008) manifiesta que la trucha necesita 140 aminoácidos como los animales superiores, ellos son: Histidina, Arginina, Leucina, Isoleucina, Metionina, Lisina, Treonina, Fenilalanina, Triptofano, Valina. El alimento en pellet, tiene de 40% a 45% de proteína y hasta 55% en el caso de alevinos (Luna, 1989).

Otros afirman que, para conseguir el máximo crecimiento, se necesita alimentar con dietas que tengan altos niveles de proteína de 35 a 50% (Blanco, 1995).

El alimento para la crianza comercial de la trucha debe tener proteína entre 45 a 50% para alevinos, 40 a 45% para juveniles, 35 a 40 % para post juveniles y más de 40% para los reproductores, señala también que el nivel óptimo está influenciado por la temperatura del agua, tamaño de la trucha, la calidad de las proteínas y la tasa de alimentación (Pérez, 2011).

1.8.2. Carbohidratos

Imaki (1987) citado por Miguel (2008) manifiesta que se debe balancear los carbohidratos con relación a los minerales y vitaminas y poder evitar el daño por un exceso, la proporción optima es de 9 a 12% y según Blanco (1995) la cantidad de glúcidos debe ser menor a 12 %.

1.8.3. Lípidos

Salazar (1994) citado por Miguel (2008) menciona que los principales componentes que brindan energía son los lípidos, su exceso se almacena como grasa.

Según Vega (1989) manifiesta que el requerimiento de grasa y su tolerancia, dependen del tamaño y edad del pez, las truchas jóvenes crecen rápido y toleran niveles de grasas altos de 12 a 16%, pero las truchas en la etapa adulta toleran un nivel menor de 8 a 12%. Un pienso normal tiene de 5 a 8% de grasa, si la grasa es muy elevada produce bajas por la degeneración de los riñones y el hígado (Drummond, 1988).

1.8.4. Vitaminas.

Salazar (1994) citado por Miguel (2008) menciona que la trucha arcoíris necesita vitaminas en su alimentación y una deficiencia de estas produciría enfermedades ocasionando una elevada tasa de mortandad hay que resaltar que estas deficiencias producen pérdidas económicas obteniéndose una conversión de alimento muy baja que son difíciles de detectar en el momento.

Lagler et al. (1990) citado por Miguel (2008) manifiestan que las vitaminas se encuentran en cantidad suficiente en la dieta natural de los animales satisfaciendo sus necesidades y así realizar sus funciones metabólicas de manera normal, pero las dietas artificiales pueden presentar algunas deficiencias en sus constituyentes como perdida de vitalidad en un tiempo muy corto. También menciona que la trucha arcoíris requiere complejo B entre ellos tenemos: B2 riboflavina, B12 cobalamina, B6 piridoxina, B1

tiamina, biotina, ácido fólico, colina, ácido pantoténico, niacina, inositol y las vitaminas A, E, D, K Y C.

1.8.5. Minerales.

Hepher (1993) citado por Miguel (2008) menciona que los elementos necesarios para el crecimiento y metabolismo de los peces están clasificados en: respiratorios, metabólicos y estructurales. También manifiesta que los peces pueden absorber iones minerales por medio de su piel y branquias completando con la alimentación los minerales que necesitan.

Los minerales esenciales son el fósforo, zinc, magnesio, selenio, cobre, manganeso, y hierro (Blanco, 1995).

1.9. Instalaciones para el cultivo de trucha

1.9.1. Estanques

Recinto cerrado donde se almacena y circula una determinada cantidad del recurso hídrico, a fin de permitir el confinamiento de los peces para lograr su crianza y desarrollo, a expensas de una alimentación ofrecida por el piscicultor. Un estanque hace las veces de un hábitat artificial capaz de satisfacer las exigencias biológicas del animal en su medio natural, siendo de responsabilidad del piscicultor a su vez, la atención de las necesidades alimenticias y de protección sanitaria de los peces en cultivo, a fin de obtener resultados favorables en los niveles de producción esperados.

1.9.2. Tipos de estanques

- a) **Estanque semi-natural.** Cuerpo de agua confinado que sufren cierto acondicionamiento por parte del hombre y se utiliza de preferencia aquel que se encuentran sobre terreno arcilloso, a fin de evitar filtraciones.

- b) Estanque artificial.** Diseñado y construido especialmente con fines piscícolas, puede ser a tajo abierto o con material de concreto armado (cemento, ladrillo, refuerzo de piedras, etc.).
- c) Estanque de presa.** Puede construirse a manera de un embalse y también como una secuencia de estanques aprovechando un declive del terreno, también es conocido como estanque con dique o de interceptación, generalmente se instala en la parte más baja de un valle, construyéndose un muro transversal que forma una pequeña presa de contención. El agua para este estanque proviene generalmente de un manantial o pequeños cursos de agua.
- d) Estanques de derivación.** Se construyen aprovechando las características topográficas del terreno, de tal manera que el agua que los abastece es derivada del río, riachuelo o manantial hacia los estanques mediante un canal. Según la topografía del terreno y la cantidad de agua a utilizar dentro de los estanques de derivación, se pueden clasificar en:
- **Estanques en rosario o serie.** Se encuentran uno a continuación de otro, unidos por un solo canal, el abastecimiento del agua se produce mediante la llegada del canal al primer estanque, y el agua que sale de éste ingresa al siguiente y así sucesivamente.
 - **Estanques en paralelo.** Se construye uno al costado del otro en forma paralela presentando cada uno de ellos abastecimiento y desagüe independiente que facilita la limpieza.
 - **Estanques mixtos.** Son estanques en paralelo y continuo.

Forma y tamaño de estanques. Depende de la topografía del terreno y de las etapas de crianza, pueden ser rectangulares o circulares, prefiriéndose los primeros. Los estanques de menor dimensión se utilizan para la fase de alevinaje, medianos para los

juveniles y mayores para adultos y reproductores. Los estanques de tierra pueden tener cualquier tamaño, pero deben ser manejables y frecuentemente tiene dimensiones de 30 m. de largo por 10 m. de ancho. Una vez que se elige el recurso hídrico y el terreno a utilizar, se selecciona el tipo de estanques, determinando la forma y tamaño, los puntos de llegada del agua, nivel de agua en los estanques y el punto de vaciado. Para la crianza intensiva de truchas, se debe diseñar y construir estanques con características adecuadas a las etapas de crianza o biológicas de la especie, puede emplearse cualquier forma o tamaño de estanques para cualquier etapa de crianza, pero con ciertas limitaciones de manejo, sin embargo una adecuada distribución de estanques para cada etapa biológica podrá permitir una crianza periódica, rotativa de alevines, juveniles, pre comerciales, comerciales y reproductores, y a la vez posibilitará el uso racional del agua.

Figura 3. Estanque rectangular para cultivo de trucha
Fuente: Producción de truchas Santa Teresa, 2009.

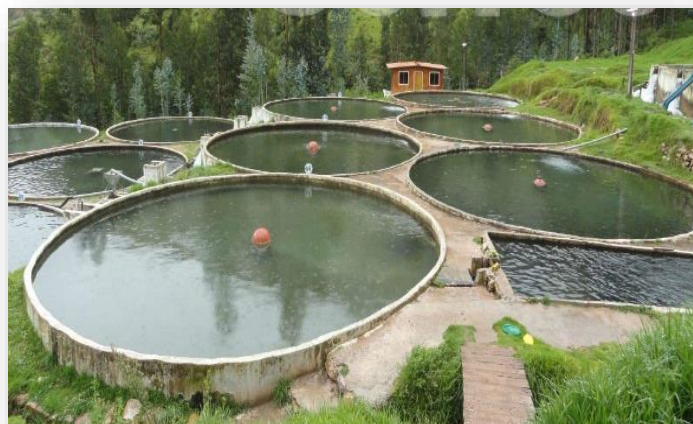


Figura 4. Estanque Circular para cultivo de trucha
 Fuente: Producción de truchas Santa Teresa, 2009.

CAPITULO II: TECNOLOGIA DE CULTIVO DE LA TRUCHA ARCOIRIS

(Oncorhynchus mykiss)

2.1. Desove

El desove constituye la liberación de los productos sexuales es decir la expulsión de los óvulos en las hembras y esperma en el macho.

El proceso se inicia con la selección de los reproductores, se examinan las truchas una por una para determinar los que se encuentran en estado óptimo para el desove, separando las hembras y machos sexualmente maduros en un corral o canaleta de desove.

Tabla 3.

Diferencias entre trucha macho y hembra.

Características	Macho	Hembra
Poros genital	Forma de un simple corte	Forma de labios
Boca y mandíbula	Grande y puntiaguda	Pequeña y redonda
Abdomen	Duro y normal	Blando y abultado por la ovas
Forma del cuerpo	Delgado	Redondeada
Color nupcial	Claro de colores del arco iris	Negrizca y opaca

Fuente: www.ecured.cu/Trucha_arcoiris

Existen varios métodos de desove: unipersonal, bipersonal, con apoyo de una mesa de desove, mediante el anestesiado, sin embargo, el más común y bien practico es el unipersonal, cuya ejecución es el siguiente:

Primero se captura una trucha por el pedúnculo caudal con la mano izquierda provista de un guante de lana, manteniendo el cuerpo del pez oblicuamente con la cabeza hacia arriba, con la mano derecha y los dedos pulgar e índice se efectúa una ligera presión y suaves fricciones en la parte ventral de la trucha desde la altura de la aleta pectoral orientando hacia el poro genital u oviducto. El operador debe tratar de obtener el mayor número de óvulos sin ocasionar daños a la trucha, la misma operación se puede repetir con una o dos truchas hembras.

Segundo se procede de modo similar con el macho, tratando de que el esperma este en cantidad suficiente con la relación a la cantidad de óvulos, a fin de asegurar la eficiente fecundación de los óvulos.

2.2. Fertilización

Es un proceso complejo y altamente especializado de cambios bioquímicos y biofísicos desencadenados por la interacción de los gametos, que termina con la formación del huevo o cigote e inicio del proceso de desarrollo embrionario. La fertilización ocurre mientras los huevos se van poniendo en contacto con el esperma, el espermatozoide se activa al entrar en contacto con el agua y es atraído por el ovocito, tiene aproximadamente un minuto de vida y solo puede penetrar en el ovocito por un solo punto llamado micrópilo. El ovocito al entrar en contacto con el agua se hidrata por lo que el micrópilo se va cerrando. Existen varios métodos de fertilización, entre ellos: método húmedo, método seco, método de solución salina, todas ellas tienen ventajas y desventajas, el más usado en la región Junín es el método de solución salina conocida como el método mixto porque desova en seco y fertiliza en un tazón conteniendo la solución salina, con mejores resultados.



Figura 5. Fertilización de ovas de trucha.

Fuente: <https://www.rionegro.com.ar/comenzo-la-incubacion-de-truchas-en-la-piscicultura-de-villa-regina-1518968/>

Procedimiento del método mixto:

- a) Consiste en desovar una o dos truchas hembras en un bastidor limpio y seco.
- b) Se lava con una solución salina al 1 % utilizando un rociador.
- c) Se verte las ovas en un tazón de fierro enlozado que contiene la solución salina a la misma concentración (1 %).
- d) Luego se desova el macho rociando directamente el semen a las ovas en el recipiente.
- e) Mezclar suavemente utilizando una pluma de ave.
- f) Dejar en reposo por un periodo de 5 minutos.
- g) El lavado, debe realizarse mediante la adición y vaciado sucesivo de agua hasta que desaparezca el aspecto lechoso.
- h) Hidratación: los huevos se dejan en reposo en un balde con suficiente agua limpia, aproximadamente de 35 a 40 minutos.

2.3. Incubación

Previo al desove e incubación las artesas o incubadoras deben ser lavadas, desinfectadas y aireadas, por lo menos una hora antes de colocar los huevos, deben enjuagarse y hacer correr el agua. Como desinfectante se puede utilizar una solución yodada a 100 ppm.

También previo a la incubación se debe realizar el conteo de huevos, para esto existen varios métodos: Método ponderal o gravimétrico, Método volumétrico y el Método de Von Bayer.

El método más usado es el de Von Bayer: está basado en determinar el tamaño del huevo y conocer el número de huevos existentes en un litro.

- Colocar en una sola hilera las ovas en la canaleta de Von Bayer y contar.
- Repetir la operación cuantas veces sean necesarias para sacar un promedio.
- Leer en la tabla de Von Bayer el numero promedio de ovas contadas a cuantas ovas corresponden en un litro.
- Determinar el volumen total de ovas desovadas de la misma campaña de reproductores.
- Calcular el número total de ovas multiplicando el número de ovas por litro por volumen total de las ovas desovadas. 25 días eclosión

2.3.1. Cuidados durante la incubación

- Utilizar agua de óptimas condiciones, especialmente en cuanto a temperatura (9 – 12) y pureza (menor a 3 mg/1 de sólidos en suspensión).
- Mantener un adecuado flujo de agua para satisfacer la demanda de oxígeno de los embriones en desarrollo (un mínimo de 1 litro por minuto por cada 10, 000 ovas a una temperatura menor de 11 ° C).

- Mantener los bastidores o bandejas de incubación protegidos de la luz, especialmente la luz solar, ya que el espectro ultravioleta de la luz blanca daña el ADN de las ovas y esto produce altos porcentajes de mortalidad.
- Mantener bajo control la proliferación de hongos. Al respecto, cabe señalar la inconveniencia de utilizar el verde de malaquita para este tipo de tratamiento, ya que, a pesar de ser eficaz como anti fúngico, han sido demostrados sus efectos cancerígenos en el ser humano, que ponen en riesgo la salud de los operarios, como sustituto se puede usar tratamiento por goteo de formalina o soluciones salinas.
- La extracción de huevos muertos se efectúa con una pinza o por succión mediante una bombilla de jebe que esté conectada a un tubo de vidrio o plástico transparente, esta operación debe efectuarse con cuidado, sin golpear o mover bruscamente los otros huevos, pues podría incrementar el número de huevos muertos. El huevo muerto se torna de color blanco, porque el vitelo que contiene buena cantidad de material proteínico llamado globulina se mantiene en estado de solución por la presencia de sales. El agua que no contiene sales u otros electrolitos, hace que el huevo pierda por osmosis sales del vitelo y cause su precipitación, la globulina precipita y se torna de color blanco.

2.4. Alimentación

2.4.1. Inicio de la alimentación

Las larvas recién eclosionadas llevan un saco de vitelo, lleno de alimento de alto valor nutritivo. En esta etapa las larvas (alevín) están pasando cambios drásticos en el desarrollo. Las larvas habitan el fondo y dependen del saco vitelino, luego cuando son ya nadadores libres deben buscar nutrición de fuentes externas.

Cualquier éxito o fracaso subsiguiente de crianza depende completamente en la habilidad del piscicultor de ayudar a los alevines en esta transformación. En crianza

intensiva es un factor de vital importancia que debe merecer especial atención y cuidado; porque de ella depende el éxito de la producción piscícola, tanto en calidad, tiempo de crecimiento y estadio sanitario de los peces. El suministro y aceptación inicial del alimento, marca una etapa crítica del desarrollo para la truchicultura.

2.4.2. Reglas de alimentación

- El pez es primero, la alimentación diaria y cuidado de los peces en los estanques tiene prioridad sobre otras actividades en la explotación.
- Un buen programa de alimentación incluye alimentar a los peces los siete días de la semana.
- Muestrear los peces cada cierto tiempo, para determinar la ganancia de peso y/o conversión y hacer el reajuste en la ración.
- Los peces deben mantenerse sin alimentación, 24 horas antes de la selección, manipuleo o transporte.
- Se deben llevar registros individuales de los estanques, las conversiones, porcentajes de ganancia, los flujos de agua, el oxígeno no disuelto y la mortalidad. La talla y número de los peces establecen la capacidad de carga de cada estanque o la sobrepoblación.

2.4.3. Técnicas de alimentación

- Disponer de la ración en función del tamaño y peso de los peces.
- Calcular el número de repartos por día, según disponibilidad de mano de obra.
- Observar el comportamiento de los peces, antes de alimentarlos, teniendo en cuenta la temperatura y caudal del agua, además de la carga y limpieza del estanque.
- Alimentar cuando los peces comen con vigor.

- Suministrar el alimento con lentitud.
- Distribuir sobre amplias áreas el estanque.

Tabla 4.

Frecuencia de alimentación según peso unitario.

Peso Unitario (g)		Frecuencia de
Desde	Hasta	Alimentación
Post - Larvas	1.00	10 -15
1	5.00	8 - 10
5	25.00	4 - 6
25	66.60	3 - 4
66.6	Comercialización	2 - 4
100 – 130	Comercialización	2 - 4
>500	Fin de su ciclo reproductivo	2
>500	Fin de su ciclo reproductivo	2

Fuente: FONDEPES, 2008.

Tabla 5.

Calidad de alimento por estadio.

Estadio	Proteína	Grasa	Carbohidratos	Geniza	Humedad
Alevines	55-50	13-15	18.5-14.5	10-9	10-6
Juveniles	48-45	13-15	20	7	10
Engorde	48-45	13-15	23.5	8	7.5
Mayor	42-40	13-15	23.5	8	7.5
Deshuesado					
Mayor filete	42-40	13-15	23.5	8	7.5

Fuente: Manual de buenas prácticas de producción de trucha, 2011.

Tabla 6.

Tipo de alimento para cada estadio.

Tipo de Alimento	Peso Unitario (g)		Tiempo Estimado de Uso	Tamaño de la Partícula (mm)
	Desde	Hasta		
Trucha Inicio 1	Post - Larvas	1.00	45 días	1.5 * 0.8 Lento Hundimiento
Trucha Inicio 2	1.00	5.00	55 días	1.5 * 2.0 Lento Hundimiento
Trucha Crecimiento 1	5.00	25.00	2 meses	2.0 * 3.0 Flotante
Trucha Crecimiento 2	25.00	66.60	2 meses	3.5 * 4.0 Flotante
Truchas Engorde	66.60	Comercialización	4 meses	5.0 * 6.0 Flotante
Truchas Acabado Pigmentado	100 – 130	Comercialización	45 a 60 días	5.0 * 5.0 Flotante
Trucha Reproductoras	>500	Fin de su ciclo reproductivo	2 a 4 años	9.0 * 5.0 Flotante
Trucha Reproductoras	>500	Fin de su ciclo reproductivo	2 a 4 años	9.0 * 5.0 Flotante

2.5. Selección

Durante el proceso de crianza, el incremento del peso de la trucha origina que la biomasa de los estanques de crianza aumente hasta un punto, en donde la velocidad de crecimiento de la trucha disminuye, debido principalmente a que, el espacio vital disponible ya no es suficiente, y por consiguiente es necesario reducirla mediante una selección de la biomasa por peso y talla de las truchas, para lo cual, dependiendo de la etapa de crianza se utilizan seleccionadores con un tamaño específico de abertura (4",

6”.....24”), los cuales ayudan a mantener uniformes los pesos y tallas de las truchas durante el proceso de crianza.

La no realización de estas operaciones, nos puede inducir a fomentar la competencia desleal por el alimento en el estanque de crianza; es decir se incrementa la dispersión de tallas, asimismo genera una falta de aprovechamiento eficiente del alimento, aumenta la mortalidad de los peces (FONDEPES, 2008).

2.5.1. Proceso de selección

La selección o clasificación de truchas de crianza, consiste en separar a los peces por tallas, a fin de estabularlos homogéneamente en sus unidades productivas, estas actividades deben programarse durante toda la fase productiva, desde la etapa de alevinaje hasta la comercialización (FONDEPES, 2008).



Figura 6. Selección de truchas.

Fuente: Extraído de <https://docplayer.es/docs-images/85/92627622/images/44-3.jpg>

Algunas consideraciones para la selección de truchas:

- Suspender la alimentación de las truchas a seleccionar por lo menos 24 horas antes.
- Realizar la selección preferentemente en horas de la mañana.
- Tener la seguridad de que los peces no se encuentren bajo estrés como consecuencia de otro tipo de manejo como limpieza, profilaxis, etc.
- Determinar previamente el tamaño del seleccionador a utilizar, con la finalidad de garantizar la separación de al menos 30% del total del lote existente en el estanque.

- Manejar los peces con mucho cuidado evitando golpearlos.
- No forzar la salida de las truchas por las aberturas del seleccionador.
- La selección debe ser rápida y eficiente.
- Los materiales de medición deben estar en perfectas condiciones, calibrados y con su mantenimiento respectivo.

Es importante mencionar que éstos materiales previamente han tenido que ser desinfectados para su utilización (FONDEPES, 2008). Generalmente la selección se realiza a los 15 o 30 días.



Figura 7. Caja seleccionadora de truchas.

Fuente: <https://img.clasf.pe/2019/06/25/VENDO-SELECCIONADORES-DE-TRUCHA-20190625051708.2355190015.jpg>

2.6. Sanidad acuícola

Parte del éxito que pueda obtenerse en el cultivo de peces, radica en la prevención, tratamiento y control de cuadros patológicos que se puedan presentar, en todo caso, guardan estrecha relación con dos aspectos fundamentales: la calidad del agua y el estado nutricional del pez. Por eso, tener en cuenta en todo momento que las enfermedades no vienen solas, por lo que es importante, mantener un control permanente de los peces introducidos en los recintos de cultivo, y establecer las medidas preventivas y correctivas correspondientes (FONDEPES, 2008).

2.6.1. Enfermedades más comunes en truchas

Tabla 7.

Enfermedades más comunes.

Grupos		Especificaciones
1	Virales	SHV - Septicemia Hemorrágica Viral NPI - Necrosis Pancreática Infecciosa NHI - Necrosis Hematopoyética Infecciosa
2	Bacterianas	Enfermedad Bacteriana del Riñón Enfermedad Entérica de la Boca Roja Forunculosis Piscirickettsias Enfermedad del agua fría Septicemia Hemorrágica Bacteriana
3	Micóticas	Ictiofoniasis (sistémica) Saprolegniasis (Externa) Branquiomicosis (Externa)
4	Parasitarias	Protozoos Externos: Trichodina, Ichthyobodo. Protozoos Internos: Enfermedad del Torneo Metazoos

Fuente: FONDEPES, 2008.

2.7. Calculo de producción

Un centro acuícola, tiene la finalidad de optimizar el uso de agua, desea hallar el caudal de agua requerido por estanque, el agua ingresa a cada estanque a 8.5 mgo₂/litro y sale a 5mgo₂/litro, los estanques son:

Tabla 8.

Caudal requerido.

Estanques	Numero de peces (#P)	Peso de cada pez (PP)Kg	Tasa alimenticia por día%	Tasa de excreción gr O ₂ /Kg alim.
-----------	----------------------	-------------------------	---------------------------	---

X	7000	0.300	1.5	300
Z	8000	0.350	1.4	300

- Hallando para el estanque X

- **Calculo de biomasa (B)**

$$B = (\#P)(PP)$$

$$B = (7000)(0.3000) = 2100 \text{ kg}$$

- **Consumo de alimento (CAL)**

$$CAL = (B)(Tasa\%DIA)$$

$$CAL = (2100 \text{ kg})(1.5/100) = 31.5 \text{ kg/día}$$

- **Oxigeno requerido (ON)**

$$ON = (CAL)(TASA DE EXCRECIÓN)$$

$$ON = (31.5 \text{ kg/día}) \left(300 \frac{\text{grO}_2}{\text{kgAlim}} \right) = 9450 \text{ grO}_2/\text{dia}$$

$$ON = \frac{(9450 \text{ grO}_2/\text{día})}{\text{día} * \frac{24 \text{ horas}}{\text{día}}} * 1000 \text{ mg/gr O}_2$$

$$ON = 393750 \text{ mg o}_2/\text{hora}$$

- **Caudal del agua (QA)**

$$QA = \frac{ON}{CA - CB}$$

$$QA = \frac{393750 \text{ mg o}_2/\text{hora}}{(8.5 - 5) \text{ mg o}_2/\text{litro}}$$

$$QA = 112500 \frac{\text{litros}}{\text{hora} * 3600 \text{ seg} * \text{hora}}$$

$$QA = 31.25 \text{ litros/segundos}$$

DIAGRAMA DE FLUJO DE PRODUCCIÓN DE TRUCHA.

Siembra de alevinos	Técnica de alimentación ,cantidad (método de cálculo) Eficiencia de alimento Frecuencia de alimentación
↓	
Alimentacion de peces	Tamaño de peces (alevino ,juveniles y comerciales) Tamaño de estanques Densidad de poblacion ,temperatura del agua
↓	
Poblacion de crianza	Prevenir canibalismo,mejorar eficiencia del alimento Uniformizar el crecimiento de los peces .
↓	
Seleccion de peces	Determinar la biomasa de peces, Determinar el Nro total de peces Y evaluar precio promedio de peces .
↓	
Control de peso y conteo de peces	Cambio de malla cada 15 dias Mantenimiento de estructura durante el proceso productivo o al final de la campaña.
↓	
Limpieza y prevencion	Causas, signos y sintomas de enfermedades Tratamiento de los peces.
↓	
Cosecha	Peces q alcanzan tallas comerciales (entre 250 gr a 350 gr).
↓	
Comercialaizacion	Peces mayores de 24 cm . Mercados extra regionales (cusco,arequipa y otros) Regional (puno juliaca y otros)
↓	
Siembra escalonada	Garantizar la produccion de trucha durante todo el año

CONCLUSIONES

- La trucha arco iris, es una especie de la familia Salmonidae, proveniente de América del Norte.
- Que el Perú esta especie fue introducida en el año 1928, en Cerro de Pasco por una empresa de minería de ahí fueron sembrados en otros lagos y ríos para realizar pesca deportiva y es una de las especies de aguas continentales más cultivada en el Perú.
- Que existen tres tipos de crianza: extensiva, semi intensiva e intensiva.
- Que el ambiente para la crianza de trucha de tener el recurso hídrico cerca con un pendiente de 2 a 3%.
- Que un factor muy importante es la alimentación porque de ello depende una buena producción ya que una alimentación deficiente puede ocasionar un crecimiento anormal y producir enfermedades por falta de nutrientes esenciales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bardach J. F. (1972). *Aquaculture*. Willey Interscience. 867 pp.
- Blanco N. C. (1984). *La trucha*. Ediciones Mundi Prensa, Madrid 238 pp. Dirección General de Acuicultura. (1982). *Manual técnico para el cultivo de la trucha Arcoíris*. Secretaría, Pesca, México. 132 pp.
- Blogger.com (2012). *Aspectos ecológicos de la trucha*. Recuperado el 18 de marzo de 2019, de <http://piscigranjaesperanza.blogspot.com/2013/07/aspectos-ecologicos-de-la-trucha.html>
- De la Oliva, G. (2011). *Manual de buenas practicas de produccion acuicola en el cultivo de trucha arcoiris*. Recuperado el 15 de marzo de 2019, de <http://www.perucamaras.org.pe/pdf/bv/19.%20Manual%20Buenas%20Pr%C3%A1cticas%20Acu%C3%ADcolas%20en%20el%20cultivo%20de%20la%20trucha%20Arco%20Iris.pdf>
- Delgado Dappollonio, Claudio Hernan. (2010). *Oportunidades de Negocio en torno a la Industria Acuicola*. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Departamento de Ingeniería Industrial. Santiago de Chile. Marzo, 2010
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2014. *Manual práctico para el cultivo de la trucha arcoíris*, <http://www.fao.org/3/abc354s.pdf>
- FAO. (1991). *Manual para la prevención y el tratamiento de las enfermedades en peces de cultivo de agua dulce*. Ediciones FAO, Chile. 67 pp.
- FAO. (1991). *Manual para la prevención y el tratamiento de las enfermedades en peces de cultivo de agua dulce*. Ediciones FAO, Chile. 67 pp. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-bc354s.pdf>
- Flores, M. (2014). *Crecimiento de Trucha Arco Iris (Oncorhynchus Mykiss) Producidas con Alimento Fresco y Balanceado en Jaulas Flotantes, Muelle Barco Lago Titicaca – 2013*.

Disponible en:

http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2213/FLORES_ENCINAS_MARIA_DANEY.pdf?sequence=1&isAllowed=y

FONDEPES, (2006) Fondepes manual de crianza de trucha. Disponible en: https://www.fondepes.gob.pe/src/manuales/manual_trucha.pdf

González Hidalgo, Santiago Andrés. (2012). Plan de Negocios para la ampliación y desarrollo de un Criadero especializado en el cultivo y comercialización de trucha en la parroquia de Lloa, Cantón Quito. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, 2012.

IMPA. (2001). Fundamentos de Acuicultura Continental. Ediciones IMPA, 423 pp.

Leitritz E., R. Lewis (1980). Trout and Salmon Culture. University of California. 197 pp.

Roberts R. J. (1974). Enfermedades de la trucha y el salmón. Editorial Acribia Zaragoza. 187 pp.

Mache Zuñiga, Carmen Rocio. (2015). Incremento de biomasa de truchas juveniles arco iris *Oncorhynchus mykiss* alimentadas con alimento comercial: Crecimiento 3 por 49, 76, 103 y 130 días en la Piscigranja “La Cabaña”. Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Zootecnia. Huancayo – Perú. 2015

mafiadoc.com (2019). Manual práctico para el cultivo de la trucha arcoíris FAO, 2014. Recuperado el 19 de marzo de 2019, de https://mafiadoc.com/manual-practico-de-cultivo-de-trucha-arcoiris-faoorg_59c67a721723dd810ee7a3fb.html

Rosal Morales, Nadia Susana. (2004). Estudio de Prefactibilidad del Cultivo de la Trucha arco iris en Guatemala. Universidad Rafael Landívar. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Departamento de Administración Guatemala. Octubre del 2004

Stevenson J. P. (1985). *Manual de cría de la trucha*. Editorial Acribia Zaragoza 219 pp.

FONDEPES (Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero), Perú. 2014. Manual de Crianza de Trucha en Ambientes Convencionales. Lima, Perú. Versión www.fondepes.gob.pe/src/manuales/MANUAL_TRUCHA.pdf (consultada el 7 de octubre de 2015).

Indecopi (2009). Norma Técnica Peruana NTP 320.001 “Acuicultura, Terminología y Definiciones”.