



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 **Trabajo Monográfico** cuyo título es:

“CULTIVO DE TRUCHA ARCO IRIS EN JAULAS FLOTANTES”

Presentado por:

ARVIETO QUISPE, ABEL

BACHILLER del nivel **PREGRADO** de la **ESCUELA DE INGENIERÍA PESQUERA**

Que. Se ha recibido del operador del programa informático evaluador de originalidad de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos de la UNICA, El informe automatizado de originalidad, el mismo que concluye de la siguiente manera:

El documento de investigación APRUEBA los criterios de originalidad con un porcentaje de similitud de 08%.

Para dar fe, se adjunta al presente el reporte de similitud de las bases de datos de iThenticate.

Pisco, 24 de julio de 2024


.....
VÍCTOR HERNÁN ELÍAS YUPANQUI
DIRECTOR (i) DE UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE
ALIMENTOS

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y DE ALIMENTOS



CULTIVO DE TRUCHA ARCO IRIS EN JAULAS FLOTANTES

Línea de investigación
Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles

**TRABAJO MONOGRÁFICO PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO PESQUERO POR LA MODALIDAD DE
EXAMEN DE SUFICIENCIA ACADÉMICA**

AUTOR
Bach. ARVIETO QUISPE, ABEL

PISCO – PERÚ
2024

INDICE GENERAL	ii
INDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	2
2.1. OBJETIVOS GENERALES	2
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
3. ANTECEDENTES	2
3.1. RESEÑA HISTÓRICA DE LA ACUICULTURA PERUANA	2
3.2. ORIGEN DE LA “TRUCHA ARCO IRIS”	3
3.3. ORIGEN DE LA ACUICULTURA EN JAULAS FLOTANTES	4
4. MARCO TEÓRICO	5
4.1. GENERALIDADES DE LA TRUCHA	5
4.1.1. DESCRIPCIÓN	5
4.1.2. TAXONOMÍA	5
4.1.3. BIOLOGÍA	6
4.1.3.1 ANATOMÍA EXTERNA	6
4.1.3.2 ANATOMÍA INTERNA	6
4.1.4. CICLO BIOLÓGICO	8
4.1.4.1. REPRODUCCIÓN	8
4.1.4.2. LA INCUBACIÓN	11
4.1.4.3. ALEVINAJE	12
4.1.4.4. ENGORDE	13

4.1.4.5. SACRIFICIO	13
4.1.5. ALIMENTACIÓN	14
4.1.6. SALMONIZACIÓN	14
4.1.7. AYUNO O PURGE	15
4.1.8. CLASIFICACIÓN	15
4.1.9. PATOLOGÍA	16
4.1.10. CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE CENTROS DE PRODUCCIÓN EN LAGOS	17
4.2. JAULAS FLOTANTES	19
4.2.1. PARTES DE UNA JAULA FLOTANTE	19
5. CONCLUSIONES	21
6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	22
7. ANEXOS	23

INDICIE DE FIGURAS

FIGURA 1. CUANDO HAY BAJO OXIGENO SE INYECTA EN LOS PULPOS (<i>Criogénicos – mangueras</i>). FOTO DE LA EMPRESA “MAR ANDINA S.A.C” PASCO (2020).....	23
FIGURA 2. SELECCIÓN Y CONTEO DE PECES MAYORES A 1 KG DE PESO PROMEDIO. FOTO DE LA EMPRESA MAR ANDINO S.A.C” PASCO (2020).	23
FIGURA 3. MODULO. ESTÁ CONFORMADO POR 6 A MÁS JAULAS CON UNA DIMENSIÓN DE 30*30 PARA EL CULTIVO DE PECES. FOTO DE LA EMPRESA MAR ANDINO S.A.C” PASCO (2020).....	24
FIGURA 4. TRASLADO DE PECES PARA LA COSECHA (PECES CON PESO PROMEDIO DE 3 KG). FOTO DE LA EMPRESA MAR ANDINO S.A.C PASCO (2020).....	24
FIGURA 5. MÉTODO DE ALIMENTACIÓN SEMIAUTOMÁTICA CON ROTARIS. FOTO DE LA EMPRESA “MAR ANDINO S.A.C” PASCO (2020).....	25
FIGURA 6. MÉTODO DE ALIMENTACIÓN MANUAL CON BLOWER. FOTO DE LA EMPRESA MAR ANDINO S.A.C. PASCO (2020).....	25
FIGURA 7. ENVIÓ DE MUESTRAS FOTO DE LA EMPRESA “MAR ANDINA S.A.C” PASCO (2020)	26

RESUMEN

La trucha vive en aguas frías y es capaz de ocupar hábitats muy diversos. Es una especie nativa de América del Norte, de los cursos de agua de la costa Oeste, desde Alaska hasta México.

La especie puede tolerar una amplia gama de temperaturas (de 0 a 18 °C), pero el desove y el desarrollo ocurren en una gama más limitada (de 8 a 12 °C).

El crecimiento y la maduración están influenciados por la temperatura y la disponibilidad de alimentos, por lo que la edad de maduración puede variar.

Los alevines más pequeños son bentopelágicos, mientras que los juveniles de más edad se vuelven totalmente pelágicos. El hábitat natural de la especie es el agua dulce de unos 12 °C en verano.

En el centro de cultivo, se desarrolla actividades de acuerdo al área; reproducción, alevinaje, engorde y sacrificio - limpieza y alimentación.

En el área de reproducción; podemos observar las características de un reproductor (hembra – macho), la selección por campañas y ovas fertilizadas según su edad y los aspectos fisiológicos de un reproductor.

En el área de alevinaje; se realiza la selección de alevines según su crecimiento (por cada estanque seleccionado se realiza una evaluación de biomasa – promedio p/kg – N° total de peces – peso unitario – talla unitaria), y la alimentación según la biomasa y jaula flotante. En el área de engorde; de la misma manera de selección de alevinaje, se realiza en esta área (selección solo a juveniles y reproductores) y se realiza la limpieza a cada jaula flotador.

1. INTRODUCCIÓN

El término "trucha" corresponde a dos géneros de salmónidos y truchas arcoíris. Dentro de cada género existen diferentes especies, subespecies, razas o formas.

La trucha común vive en ríos y arroyos de montaña en Europa y es anádroma migra al mar y remonta los ríos del Atlántico durante la temporada de desove.

La trucha arco iris - *Oncorhynchus mykiss*, pertenece a la familia Salmonidae y es originaria de la costa Oeste de los Estados Unidos. Es la especie de trucha más cultivada en el mundo. El interés en su cría se basa en su resistencia, facilidad de cría, versatilidad en las instalaciones y entornos de cría y en los crecientes mercados de consumo y de pesca deportiva.

En 1758, Jacobi publicó la primera experiencia con la fertilización artificial de huevos de trucha y salmón. En 1842, dos pescadores de la región francesa de los Vosgos fertilizaron huevos de trucha y los almacenaron durante varios años hasta que el profesor Coste estudió y difundió su experiencia.

Fruto de estas prácticas iniciales aparecieron en Francia los primeros centros o granjas dedicadas al estudio y cría de truchas y salmones, estos centros se extendieron por el resto de Europa durante el siglo XIX.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVOS GENERALES

- Cultivo de trucha *Oncorhynchus mykiss* "Arco iris" en jaulas flotantes.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- El Alimento es el costo más alto en el cultivo de peces. por Lo tanto, debemos maximizar el crecimiento de los peces, pero igualmente mantener los costos de alimento bajo control.
- Debido a la relación entre costo del alimento y valor de los peces, el crecimiento es normalmente más importante que el FCR.
- El cultivo de trucha en jaulas flotantes disminuye el FCR, aumenta el SGR y se tiene un mayor control en la producción.

3. ANTECEDENTES

3.1. RESEÑA HISTÓRICA DE LA ACUICULTURA PERUANA Las primeras versiones sobre el manejo de especies acuáticas en el Perú se atribuyen a historiadores de la conquista, quienes describen la práctica de los pueblos indígenas costeros de utilizar las aguas costeras y conectarlas con el mar a través de canales que permitían la introducción de peces. Debería ser "Lissa" (*Mugil sp.*) para engordarlo y desecharlo cuando sea necesario. Sin embargo, como la agricultura era la principal actividad de la colonia, el desarrollo de las técnicas de acuicultura se detuvo. Durante la República de China, la pesca se desarrolló gradualmente, principalmente en el mar, y alcanzó su punto máximo en la década de 1960. (José et al.,) [1]

La trucha arco iris vive en el Océano Pacífico de América del Norte, que se extiende desde Alaska hasta la frontera entre México y California. Esta especie ha sido introducida en las aguas de todos los continentes excepto la Antártida con fines de pesca recreativa y deportiva desde 1874. Se han desarrollado mediante importación

varias cepas, variedades, razas y líneas de trucha arco iris. Algunos han resultado de la selección masiva y la hibridación para mejorar la calidad de los peces reproductores.

3.2. ORIGEN DE LA “TRUCHA ARCO IRIS”

La actividad de la acuicultura continental comenzó en la década de 1920. En 1925, se importaron 50.000 huevos fertilizados de los Estados Unidos y se introdujeron y criaron "truchas arco iris" (*Salmo gairdneri*) en criaderos privados. Ubicada a orillas del río Mantaro La Oroya, alberga la primera plantación fluvial de su tipo en los Andes.

En 1934, por iniciativa privada, se establece el primer criadero de truchas en QUICHUAY, seguido de otro "INGENIO" (Concepción-Junín). Este último fue transferido a jurisdicción estatal en 1940 y se convirtió en el Piscifactoría de Junín, hoy centro experimental de cría de truchas en la sierra central. (Jose et al.,) [1]

Cuadro 1. Primeras estaciones pesqueras instaladas en el Perú para la crianza de la trucha.

DEPARTAMENTO	NOMBRE	SEDE ADMINISTRATIVA	CRIADERO PISCÍCOLA	AÑO INSTALACION
Ancash	Est. pesq. Ancash.	Huaraz	Huaraz.	1953
Ancash	Est. Pesq. Pallasca.	Huaraz.	Conchucos.	1967
Cajamarca	Est. pesq. Cajamarca.	Baños del inca.	Baños del inca.	1954
Cuzco	Est. Pesq. Cuzco.	Cuzco	Langui-layo.	1963
Huánuco	Est. Pesq. Huánuco.	Huánuco.	Molinos.	1959
Junín	Est. Pesq. Junin	Huancayo.	Ingenio.	1940
La libertad	Est. Pesq. Coina.	Coina.	Coina.	1972
Lima	Est. Pesq. sta. Eulalia.	Sta. Eulalia.	Sta. Eulalia.	1950
Puno	Est. Pesq. Puno	Chucuito.	Chucuito.	1940

3.3. ORIGEN DE LA ACUICULTURA EN JAULAS FLOTANTES

Aunque se cree que el cultivo en jaulas es relativamente nuevo, se originó en el sudeste asiático, donde los pescadores de la región lo practicaron por primera vez. Crían bagres y otros peces comerciales en jaulas y cestas hechas de bambú o juncos hasta que están listos para vender. Mientras estaban encarcelados, estos peces, que se alimentaban con sobras, prosperaron. Hoy en día, este método de cultivo tradicional se utiliza desde finales del siglo pasado y se ha extendido a países de Indochina como Vietnam y Tailandia.

Actualmente, el cultivo en jaulas se ha expandido a aguas continentales y ambientes marinos en países europeos, asiáticos, africanos y americanos. Nuevos materiales como la malla de nailon, el plástico, el

polietileno y el acero están reemplazando a la madera y al bambú en casi todas las regiones. Aunque estos materiales son más caros, son más duraderos y proporcionan un mejor flujo de agua. (Raul et al.,) [2]

4. MARCO TEÓRICO

4.1. GENERALIDADES DE LA TRUCHA

4.1.1. DESCRIPCIÓN. - En 1963, Richardson propuso el nombre científico de trucha arco iris, una especie típica de aguas continentales que vive en ambientes de mareas y aguas tranquilas. Se originó en la región del Pacífico de América del Norte. La familia Salmonidae incluye la trucha arco iris, que tiene un cuerpo plateado en forma de huso y un lado ventral de color crema con manchas negras y marrones. (Mantilla). [3]

4.1.2. TAXONOMÍA

REINO: Animalia

PHYLLUM: Chordata

SUB PHYLLUM: Vertebrata

GRUPO: Gnatostomata

SUPER CLASE: Pisces

CLASE: Osteichthyes

SUB CLASE: Actinopterygii

SUPER ORDEN: Clupeomorpha

ORDEN: Salmoniformes

SUB ORDEN: Salmonoidei

FAMILIA: Salmonidae

GENERO: *Oncorhynchus*

ESPECIE: *Oncorhynchus mykiss*

NOMBRE COMÚN: Trucha Arco iris.

4.1.3. BIOLOGÍA:

4.1.3.1. ANATOMÍA EXTERNA. - La trucha tiene la cabeza y la cola puntiagudas con un cuerpo alargado, comprimido y engrosado en el centro. Como pez que nada rápido, la forma de su cuerpo es aerodinámica, con un perfil similar a un torpedo y la ausencia de protuberancias no funcionales, lo que proporciona una mínima resistencia al agua. La cubierta branquial está unida al cuerpo, los ojos están ubicados en las cuencas de los ojos y no sobresalen, y las aletas se acomodan en las depresiones del cuerpo. La piel secreta una fina capa de sustancia pegajosa (moco) por lo que la superficie lisa del animal se vuelve lisa. Su tamaño varía mucho según el entorno, pero puede alcanzar la madurez sexual y, por tanto, se considera adulto. El cuerpo del pez está dividido en tres regiones:

- **Cefálica** (cabeza): se extiende desde el extremo anterior hasta la parte posterior del opérculo.
- **Troncal** (tronco): comprende el ano y la parte posterior del opérculo.
- **Caudal** (cola): se extiende desde el extremo de la aleta caudal hasta el final de la región troncal; incluye el pedúnculo caudal.

4.1.3.2. ANATOMÍA INTERNA

A. Sistema muscular. - Al retirar con cuidado una pequeña sección de piel, se puede observar la musculatura del individuo, que constituye el 70% del peso total de la trucha. Está organizado en haces de músculos (sarcómeros) y separados por tejido conectivo (mioseps).

B. Sistema digestivo. - Los alimentos que se introducen por la boca se tragan enteros con la ayuda de un moco que contiene enzimas libres. Desde allí, ingresa a la garganta, que conduce

a un esófago corto que termina en un esfínter que puede impedir que el agua de las vías respiratorias ingrese al estómago. En el estómago en forma de U tiene lugar la verdadera digestión gástrica. La válvula pilórica controla el transporte desde el final del estómago hasta la parte frontal del intestino. El intestino se mueve como un duodeno, luego gira sobre sí mismo y regresa hacia el ano. Al expandir la superficie del intestino, se digieren los alimentos.

En posición ventral, cerca del estómago, el hígado está anclado a los miómeros y a la columna vertebral por tejido conectivo; se divide imperfectamente en los lóbulos derecho e izquierdo. Para ayudar en la digestión de las grasas, produce la bilis, que se almacena en una vesícula biliar grande (bajo el hígado). Además, existe un páncreas difuso que produce la hormona insulina y las enzimas digestivas. Un órgano grande y amplio, adherido al estómago, es responsable del almacenamiento de sangre y de otras funciones relacionadas no con el sistema digestivo, sino con el sistema vascular sanguíneo. Liberar eritrocitos adicionales para mejorar la capacidad transportadora de oxígeno de la sangre es una de esas funciones.

La vejiga natatoria se extiende por toda la cavidad abdominal y se encuentra entre los riñones y el tubo digestivo. Es un órgano hidrostático que almacena aire rico en oxígeno y su función principal es controlar la capacidad de flotación del pez, lo cual se puede ver como un saco brillante de paredes finas. Además, puede usarse para respirar y producir y recibir sonidos.

C. Sistema circulatorio. - Un sistema circulatorio cerrado simple es característico de la trucha. Un ventrículo, una aurícula y un seno venoso componen el corazón. Adicionalmente, posee un bulbo arterial, que es una dilatación elástica del extremo proximal de la aorta.

D. Sistema reproductor. - En el pez maduro sexualmente, las gónadas son grandes. Los testículos, que suelen ser órganos sinuosos, a veces se extienden por toda la cavidad abdominal, son pares. Posteriormente, un conducto genital se abre en el seno urogenital, donde los espermatozoides se liberan al ambiente exterior. Los ovarios a lo largo de toda la cavidad abdominal también son más grandes que los testículos. Los muchos óvulos, con un diámetro de aproximadamente 4 mm, cuando maduran son descargados en el celoma. La pared anterior del seno urogenital está perforada por un par de poros genitales, a través de los cuales los óvulos encuentran su camino para salir al exterior, donde ocurrirá la fecundación.

4.1.4. CICLO BIOLÓGICO. - Cada fase de la cría requiere condiciones ambientales y de manejo diferentes, por lo que los productores tienden a especializar los centros en una o dos de las fases del ciclo. Los productores de hueva se especializan en la cría y selección de reproductores, sus principales productos son las huevas embrionadas para los criadores de juveniles y caviar para consumo. En otros centros normalmente se incuban los huevos embrionados y se crían hasta un tamaño en que puedan trasladarse a los centros de engorde o se sacrifican como truchitas pequeñas para consumo. Las granjas de engorde se suministrarán de juveniles y los alimentan hasta tamaño ración (300-400 g) o hasta trucha de gran tamaño (1 kg o superior), generalmente para criar los grandes tamaños se crían triploides.

4.1.4.1. REPRODUCCIÓN

A. Selección de reproductores. - El manejo de la cría puede ser complejo y costoso, requiere condiciones de bioseguridad y se recomienda separarlo de otras etapas. Generalmente, los peces de más rápido crecimiento se seleccionan como reproductores, pero se pueden utilizar otros criterios de selección como la incubabilidad, la fecha de desove, el estado de salud, la tasa de conversión o la resistencia a ciertas enfermedades. A partir del

verano, se encuentran disponibles dietas de preparación para el verano.

B. Fecundación. - Debido a que la motilidad de los espermatozoides es corta y el micropilo (el conducto por donde entran los gametos masculinos) se cierra rápidamente cuando el óvulo entra en contacto con el agua, el método más común es la fertilización seca sin mezclar con agua. (Breton.). [4]

C. Puesta escalonada. - Para poder suministrar huevos todo el año los proveedores de huevos recurren a diversos métodos:

- **CONSERVACIÓN DE GAMETOS.** - Sólo es apto para el almacenamiento de esperma, tanto refrigerado (semanas) como congelado (meses). Después de unos días, los óvulos se vuelven inviables.
- **FOTOPERÍODO.** - La gametogénesis ocurre durante un largo período de luz diurna (16 de junio) y los óvulos y los espermatozoides maduran durante las horas de luz reducidas (8 de diciembre).

Tanto los machos como las hembras se mantienen en estanques cubiertos o recintos cerrados para permitir que madure la reproducción. La iluminación estará controlada por un reloj y disminuirá gradualmente de 16 a 8 horas durante 28 semanas. Como norma general, redúcelo entre 15 o 30 minutos semanales.

Este sistema también se puede utilizar para el desove cada 6 meses si la temperatura del agua es lo suficientemente fría (<12°C) durante todo el año.

D. Selección e investigación genética. - La mejora de los genes de una población a través de sus expresiones o caracteres se conoce como selección o cría selectiva. Pueden ser cuantitativos o cualitativos los caracteres, que son la expresión de los genes.

La genética de los caracteres cualitativos no está influenciada por el medio ambiente y es simple. Uno o dos genes normalmente controlan estos caracteres.

La expresión de un carácter cuantitativo o complejo está influenciada por más de un gen y por el entorno. Los caracteres de interés económico son en su mayor parte cuantitativos.

El criador selecciona los peces que tienen ciertos caracteres como reproductores y elimina los que no los tienen para llevar a cabo la cría selectiva. Si el productor tiene éxito, la siguiente generación crecerá más rápido, tendrá el color deseado o desovarà en el momento deseado. Se conoce como ganancia genética. Vehviläinen H.et al. [5]

E. Truchas de un solo sexo

- ***Las ventajas de criar sólo hembras;*** El desarrollo prematuro de las gónadas en los peces de cultivo afectará negativamente los indicadores económicos de la granja. A medida que se desarrollan las características sexuales secundarias, la tasa de conversión aumenta dramáticamente ya que toda la energía se utiliza para producir espermatozoides u óvulos. Además, se reduce el valor comercial de la muestra: cambia el color y la textura de la carne. Debido a que las hembras maduran más tarde (más viejas, más grandes) que los machos, existe una ventaja en criar sólo hembras.

4.1.4.2. LA INCUBACIÓN. - Consta de tres fases.

- Formación de embrión.
- Eclosión o nacimiento.
- Reabsorción de saco vitelino.

La duración de la incubación es una constante que depende de la especie y la temperatura del agua.

$$GD = \text{grados día} \qquad GD = T \times N$$

T = Temperatura media.

N = n.º días incubación (Ni), para formación embrión (Ne) o reabsorción de saco vitelino (Nr).

Es decir, a temperaturas más frías, la incubación durará más tiempo que a temperaturas cálidas.

A. Formación de Embrión. Inmediatamente tras la fecundación los huevos pueden manipularse durante unos cinco días, pasado ese tiempo hasta la formación del huevo embrionado serán muy sensibles.

- **Conteo de huevos.** - A falta de contador, existen muchos métodos manuales, como medir el volumen del desagüe, el volumen del desagüe, el peso, contar el número de huevos en el canal, etc. V (método de Von Bayer), etc.
- **Aclimatación.** - Los huevos deben adaptarse a la temperatura del agua de la incubadora, que no debe superar los 14°C. La aclimatación puede prevenir el choque térmico cambiando gradualmente la temperatura de los huevos a la temperatura del agua de incubación. Se puede establecer 1°C cada 20 minutos como valor seguro. Después de la aclimatación, se recomienda esterilizarlos según las instrucciones del proveedor de huevos y del veterinario y enjuagarlos con un desinfectante antes de colocarlos en la incubadora. Los huevos deben almacenarse a una fila de profundidad en la bandeja para incubar. Es importante retirar los huevos muertos (claros y huevos muertos). transparentes) ya que pueden infectarse con hongos. Una

vez que comienza una candidiasis, también puede afectar los óvulos viables. Esta limpieza se puede realizar manualmente con una pipeta de bola o unas pinzas.

B. Eclosión o nacimiento. - El período de incubación de la bandada suele ser de 19 a 30 días, dependiendo de la temperatura, en ellos las cáscaras de huevo son extraídos regularmente, así como muertos y alevines deformes.

Cuando la incubación tiene lugar en un enrejado, los alevines se cuelan hacia abajo.

C. Reabsorción del saco vitelino. - La profundidad del agua y el caudal se mantendrán bajos después de que eclosione. Los peces tienen una medida de 15 mm y mantienen su saco vitelino (por eso se les conoce como sac-fry en inglés). Los alevines están acostados en un lado porque el saco es muy grande y más denso que el agua.

Las bajas deben seguir siendo retiradas con extrema precaución, ya que la membrana que protege el saco es muy delicada y cualquier mal manejo puede provocar una gran cantidad de pérdidas.

4.1.4.3. ALEVINAJE

- **La primera alimentación.** -Una vez que se hayan vuelto a absorber completamente el saco vitelino, se debe aumentar el nivel y el flujo del agua. En este momento, la flotabilidad de los peces no es fuerte, por lo que se debe mantener un flujo suficiente. En este punto, el pez emerge del fondo del agua y comienza a nadar dorsoventralmente en busca de alimento. Del saco vitelino sólo queda un pequeño botón. La mortalidad suele aumentar después de la primera toma.
- **El traslado.** - En algún momento, la densidad obligará a trasladar las crías a un tanque más grande, a veces fuera del criadero. Las truchas se transportarán en contenedores de

plástico, bolsas o vehículos pequeños. También se pesan y cuentan mucho durante operaciones como el traslado y la vacunación. Cuando están al aire libre, son vulnerables a los cambios en la calidad del agua, la luz y los depredadores potenciales.

4.1.4.4. ENGORDE. - Los alevines suelen ser trasladados a otras instalaciones cuando alcanzan los 200 g de peso (5 peces/kg), momento en que se habla de engorde.

Los peces llegan a los estanques de entre 900 metros cuadrados desde los centros de alevinaje para iniciar el engorde.

Comience con unos 200 gramos de horneado. Aliméntelos diariamente hasta que alcancen el tamaño comercial (2200-3000 g). Algunas granjas engordan truchas de hasta 3.500 g, pero la mayor parte de la producción se concentra en truchas alimentadas entre 2.500 y 3.000 g, lo que suele durar entre 20 y 24 meses, dependiendo de la temperatura. A medida que los peces crezcan, se esparcirán por todo el estanque. La densidad del cultivo varía mucho dependiendo de la renovación del agua y la disponibilidad de oxígeno. Normalmente se empieza con 8 kg por metro cúbico de agua.

En condiciones rutinarias las cifras de mortalidad en engorde citadas con más frecuencia para trucha arco iris son del 0.012% al 2%.

4.1.4.5. SACRIFICIO.- cuando los peces tienen un peso promedio de 2500 a 3000 g. se procede a programar la cosecha, los peces se trasladan de la jaula principal a una jaula transportadora que tiene una capacidad de 5000 a 8000 peces/viaje, la cosecha inicia cuando los peces se encuentran en la zona de acopio, se envían mediante bombeo por unos tubos hasta un contenedor donde se realiza el corte de los arcos branquiales y posteriormente se coloca en unos dinos con cremolada para enviar a la planta procesadora.

4.1.5. ALIMENTACIÓN. - Las raciones diarias oscilan entre el 1% y el 4% del peso corporal, según el tamaño, la temperatura y el oxígeno. En verano, si se realiza la circulación de agua, al calcular la dosis se recomienda tener en cuenta otros parámetros, como los compuestos de nitrógeno o el dióxido de carbono, que se producirán. Las primeras etapas requieren más nutrición que los peces juveniles y adultos. En el proceso de engorde, el pienso se puede distribuir a través de canales de agua o aire comprimido (sopladores) mediante comederos de autoservicio, vehículos de distribución o sistemas automatizados. La alimentación artificial todavía se mantiene en pequeñas granjas o cuando es conveniente monitorear las poblaciones de peces y alimentarlas según sea necesario. Gracias al uso de pienso energético (bacalao antártico) y a una gestión eficiente, el ratio de conversión alcanza 0,8 a 1. En general se pueden tener en cuenta los siguientes indicadores: Trucha arco iris:

- Ración (250-350g): 0,9
- Trucha grande (kg) 1,1
- Trucha extragrande (varios kg) 1,3

Los alimentos prensados pueden proporcionar un mejor crecimiento y supervivencia. Debido a su menor densidad y permitir mayores niveles de lípidos son más estables en agua, lo que junto con su mayor flotabilidad los hace muy adecuados para las épocas de altas temperaturas ya que generan menos residuos. Las necesidades de proteína varían entre un 35 y un 45% según se trate de una ración de crecimiento o de mantenimiento. Los jóvenes necesitan porcentajes más altos. También hay que tener en cuenta la digestibilidad y la calidad de las proteínas.

4.1.6. SALMONIZACIÓN. - Los crustáceos y moluscos que consumen dan a las truchas su color salmón en su entorno natural. Si se incluyen crustáceos en la dieta, estos deben ser del 10 al 20% de la dieta, por lo que se deben agregar colorantes (astaxantina y cantaxantina) para lograr una granja salmonera eficiente. El salmón se sala tres meses antes de su venta, pero dependiendo de la dieta, el tiempo de enlatado

del salmón se puede concentrar o ampliar. Se pueden lograr mejores resultados durante un período de tiempo más largo. El muestreo debe realizarse en los últimos días antes del sacrificio para garantizar que se ha logrado el grado deseado de salmonización.

4.1.7. AYUNO O PURGE. - Antes de la clasificación u otras operaciones de manipulación (transporte, vacunación, etc.), se recomienda dejar a los peces sin comida durante uno o más días. La digestión requiere mucho oxígeno y energía, lo que facilita el procesamiento del pescado. También se requiere ayuno antes del sacrificio. Como resultado, su sistema digestivo se vacía completamente durante el procesamiento y, como las enzimas digestivas no entran en contacto con los músculos, el producto dura más.

4.1.8. CLASIFICACIÓN. - Dentro de un grupo, no todos los peces crecen al mismo ritmo. Los peces crecerán más rápido que otros; con el tiempo, los peces más grandes comerán más que los más pequeños, lo que empeora la división de tamaño.

Las truchas serán sometidas a varias a lo largo de su vida porque las clasificaciones por tamaños mejoran la administración de la alimentación y, por lo tanto, el crecimiento. Para evitar el sacrificio de peces demasiado pequeños para su comercialización, también se utiliza ligada al sacrificio.

Solo los más grandes son sacrificados y estos regresan al estanque. La clasificación consiste en dividir todos los peces de un estanque en dos o tres tamaños. Siempre que se tomen ciertas precauciones, las truchas son fáciles de manejar y clasificar. Muchos sistemas existen y se pueden ejecutar tanto dentro como fuera de los tanques que los contienen. Los peces se dividen en lotes de "cola", "media" y "cabeza" según su tamaño, y se bombean a máquinas que tienen un conjunto de tuberías paralelas. Además, existen métodos manuales de selección que utilizan tuberías o barrotes.

4.1.9. PATOLOGÍA. - Un mal manejo tiene un impacto directo o indirecto en una gran cantidad de enfermedades. Para mantener la rentabilidad de las compañías, es fundamental una gestión sanitaria adecuada. La declaración de zona libre es una de las muchas herramientas legislativas disponibles para prevenir la propagación de enfermedades particulares. En Aragón, en esos mismos años, se implanto la primera Agrupación de Defensa Sanitaria en Acuicultura de España, para la Acuicultura de Aragón y la Rioja, a la que siguieron las ADS de Asturias y Galicia.

Hongos. - Saprolegniosis (*Saprolegnia diclinaparasítica* tipo I) afecta a una gran cantidad de especies de salmón de agua dulce y trucha. Se considera con frecuencia un patógeno secundario, atraído por lesiones en la piel o las branquias. Los reproductores son particularmente sensibles durante los cambios hormonales de la fase de maduración o de freza. Debido a que las zoosporas son más móviles a estas temperaturas, los períodos de frío prolongados (4-6 °C) aumentan el peligro de infección. La saprolegnia puede ser letal, aunque sea secundaria, por lo que conviene tratarla con los desinfectantes habituales.

CONTROL DEL AGUA Y EQUIPOS DE MEDIDA. - En toda granja de truchas existe una rutina de medición y registro de determinados parámetros ambientales.

Estas mediciones pueden realizarse para poder planificar la alimentación y la producción o para prevenir accidentes.

Los sensores de nivel de agua generalmente son la base del sistema de vigilancia de la granja.

Son equipos muy sencillos; un flotador sujeto al canal o al tanque, si el nivel de agua baja el flotador baja también y tensa el cable al que está sujeto y dispara una alarma. Si esta puede variar a lo largo de la instalación, puede ser necesario tomarla en varios puntos. Con este parámetro podrá calcular la ración diaria. El control de oxígeno disuelto también se realiza diariamente o en continuo.

Se utilizan para ello sondas portátiles o fijas en los tanques. Estas sondas han de ser calibradas regularmente. El pH, ya sea con tiras o ph metro, suele medirse periódicamente. Ya sea por medio de kits, o con sondas, también se pueden medir otros parámetros como amonio, nitratos o CO₂.

4.1.10. CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE CENTROS DE PRODUCCIÓN EN LAGOS

Batimetría. - El objetivo es determinar los lugares adecuados para la cría de truchas y calcular la cantidad de cuerda para el anclaje y el endurecimiento. Generalmente se recomienda que la profundidad de la zona de producción sea mayor a 15 m.

Calidad de agua. - Antes de instalar la infraestructura acuícola (jaulas flotantes), se deben realizar análisis físicos, químicos y microbiológicos del agua en la que se cultivan las truchas.

A. Factores físicos del agua. - Guardar compatibilidad con los requerimientos vitales de la trucha, los factores físicos, más importantes que se deben tener en cuenta son:

- **Temperatura.** - La trucha arco iris, como todos los peces, no tiene la capacidad de regular su temperatura corporal en función del medio acuático en el que vive. La trucha en condiciones naturales es un pez que puede vivir en agua entre 0°C y 25°C. Sin embargo, sus límites adecuados de desarrollo y crecimiento corresponden a 9°C como límite inferior y 17°C como límite superior. La temperatura óptima para las funciones fisiológicas óptimas de la trucha arco iris es de 15°C, que es la temperatura a la que se crían en estanques industriales.
- **Potencial de hidrogeno (pH).** - El pH está determinado por la concentración de iones de hidrógeno (H) en el agua y varía de 0 a

14. Por debajo de 7,0 es ácido y por encima de 7,0 es básico. El pH en sí es un factor importante en el crecimiento de las truchas, y para este tipo de desarrollo lo ideal es un pH de 6,5 a 7. (Blanco). [6]

- **Oxígeno disuelto.** - El oxígeno disuelto en el agua es esencial para la vida de las truchas y de todos los animales acuáticos. El agua puede absorber oxígeno del aire hasta que su presión parcial sea igual a la del oxígeno en el aire en la interfaz aire-agua.

En cuanto a este factor, la trucha es bastante exigente; no alcanza los 5 a 5.5 mg/l de oxígeno. El proceso de extracción del oxígeno del agua y su traslado al torrente circulatorio a través de las branquias es muy difícil para la trucha (Blanco). [6]

Las truchas requieren un alto nivel de oxígeno disuelto. Debido a las densidades de carga por jaula que se manejan, el oxígeno debe encontrarse en toda piscigranja en los rangos apropiados, que oscilan entre 4 y 6 ppm.

- Dióxido de carbono: Para la truchicultura, los valores superiores a 6 ppm no son recomendables; es el resultado de la descomposición de la materia orgánica y de la reparación de los peces y plantas.
- Alcalinidad: Se refiere a la presencia de carbonato de calcio; para la truchicultura, el rango adecuado es de 150 a 180 ppm.
- Dureza total: Para la truchicultura, las aguas deben ser moderadamente duras entre 50 y 250 ppm, ya que las concentraciones de sales de calcio y magnesio determinan la dureza del agua.

- **Transparencia.** - La transparencia depende si el lago es rico en nutrientes, así como también de la iluminación, época del año, de la zona, y se mide con el disco secchi (FONDEPES, 2004). [7] La transparencia media con el disco secchi es más importante en el lago mayor que en el lago menor. En el lago menor los valores extremos observados son 1.2 y 9 m con transparencias más débiles en verano-otoño y más fuertes en invierno la relación entre la transparencia del disco secchi y el coeficiente k de atenuación vertical es 1.12, excepto en las zonas más profundas del lago menor, la zona eufótica esta frecuentemente limitada por el fondo, las partículas en suspensión juegan un papel importante, en el lago mayor los valores varían entre 4.5 y 10.5 m (Dejoux) [8] & Ittis,. [9].

4.2. JAULAS FLOTANTES. - Una jaula flotante es una estructura formada por una estructura rígida que soporta un sistema flotante, que a su vez soporta bolsas u hortícolas hechas de redes destinadas a contener la caída de peces de cultivo en un ambiente controlado. Todo el sistema está anclado en el fondo con anclas y lastre, y en algunos casos cuenta con un techo que protege de los depredadores e intenta evitar que los peces de cultivo se escapen.

4.2.1. Partes de una jaula flotante

Estructura flotante o rígida. - La estructura rígida está basada en acero inoxidable y mide aprox. 30 m x 30 m x 12 m de profundidad, con los extremos sujetos entre sí para formar un marco que da forma y flotabilidad a la jaula a la que se sujetan las bolsas o red.

Bolsa. - Es un dispositivo que restringe la cantidad de agua para los peces de piscifactoría y debe estar hecho de tela de anchoa con aberturas de malla para mantenerlos afuera. Las aberturas de malla garantizan el intercambio de agua entre el ambiente y el interior de la jaula, que tiene una capacidad de 10.800 metros cúbicos. El material más común utilizado para hacer bolsos o guarderías puede ser tela metálica anudada o sin nudos.

Templadores o fijadores de corriente. - Su propósito es mantener la jaula en su lugar, lo cual depende de muchos factores, tales como: forma y tamaño de la jaula, características del fondo, profundidad, fuerza de la corriente, olas, viento, cambios en el nivel del agua. Materiales utilizados para la sujeción: cuerdas, boyas y bolsas de lastre.

5. CONCLUSIONES

- Este pez ha sido introducido en el Perú (1928), Chile, Ecuador, Argentina y Colombia y se encuentra en la mayoría de los lagos y ríos de la Patagonia.
- La Dirección General de Acuicultura (DGA) en el 2016 ha reportado la importación de 225 315 millares de ovas de trucha. El 52% de las ovas embrionadas procedió de EEUU, el 30% de España, el 10% de Dinamarca, el 7% de Gran Bretaña y el 1% de Chile.
- La importación de ovas embrionadas de trucha arco iris registró un crecimiento promedio anual de 12.4% en el período del 2011 al 2016. Las principales empresas importadoras de ovas durante el 2016 fueron Peruvian Corporation Aqua Alevines SAC (33.82%), Piscifactoría Andina SAC (11.03%), Empresa Alivinera Pacasantia SAC (8.81%) y Central Agropecuaria SRL (5.72%), una lista completa de empresas importadoras puede encontrarlo en el documento de la referencia.
- De acuerdo con el informe, las ovas embrionadas han tenido como principal destino el departamento de Puno con 176 921 millares (78,5 %), Huancavelica con 17 545 millares (7,8 %), Junín con 12 642 millares (5,6 %) y Lima con 8 375 millares (3,7%).
- Las exportaciones peruanas de trucha durante el período 2011 y 2016 han crecido a una tasa promedio anual de 24%, alcanzando las 2.9 mil toneladas en el año 2016. Los principales mercados destino de la trucha peruana durante el 2016 fueron: Rusia (37.8%), EEUU (31.01%), Canadá (15.5%) y Japón (6.59%).

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] (Jose et al.,)1984, Instituto del Mar del Perú, Ministerio de Pesquería
- [2] (Raul et al., 2004) Origen de la Acuicultura.
- [3] Mantilla B. (2004).
<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4168?show=full>
- [4] (Breton, 1983). Fecundacion https://www.observatorio-acuicultura.es/sites/default/files/images/adjuntos/libros/cuaderno_trucha_digital_web.pdf
- [5] Vehviläinen H.et al. (2010). «*Untangling the positive genetic correlation between rainbow trout growth and survival*». *Evolutionary Applications*, :10.1111/j.1752-4571.2012.00251
- [6] (Blanco, 1984).
https://www.mapa.gob.es/es/pesca/temas/acuicultura/acuiculturae_naguascontinentales_tcm30-675811.pdf
- [7] (FONDEPES, 2004). <https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2022/09/Manual-de-Trucha-1.pdf>
- [8] (Dejoux. 1991).
<http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v17n1/a18v17n1.pdf>
- [9] (Iltis. 1991)
<http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v17n1/a18v17n1.pdf>

7. ANEXOS



Fig. 1. Cuando hay bajo oxígeno se inyecta en los pulpos (*Criogénicos – mangueras*).
Foto de la empresa “mar andina s.a.c” pasco (2020)

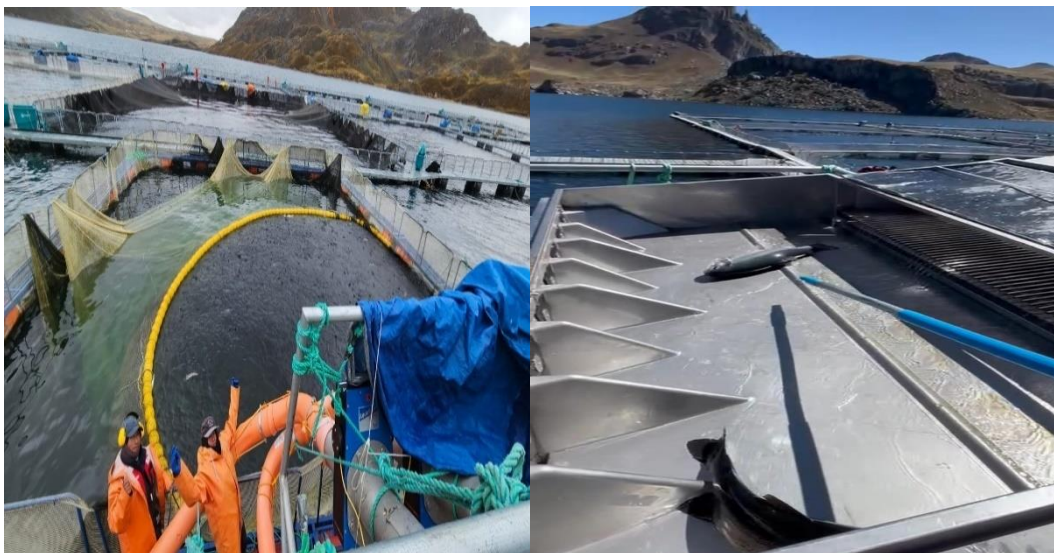


Fig. 2. Selección y conteo de peces mayores a 1 kg de peso promedio. Foto de la empresa Mar Andino s.a.c” pasco (2020).



Fig. 3. Modulo. Está conformado por 6 a más jaulas con una dimensión de 30*30 para el cultivo de peces. Foto de la empresa Mar Andino s.a.c" pasco (2020)



Fig. 4. Traslado de peces para la cosecha (peces con peso promedio de 3 kg). Foto de la empresa Mar Andino s.a.c pasco (2020)



Fig. 5. Método de alimentación semiautomática con rotaris. Foto de la empresa “Mar Andino s.a.c” Pasco (2020).



Fig. 6. Método de alimentación manual con blower. Foto de la empresa Mar Andino s.a.c. Pasco (2020).



Fig. 7. Envió de muestras. Foto de la empresa "mar andina s.a.c" Pasco (2020).