

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



TESIS

Evaluación de índices de eficiencia productiva de ovas nacionales versus ovas importadas en la producción de alevines de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), en la Piscicultura Monte Azul, Ninacaca - Pasco

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Zootecnista

Autor: Bach. Guilder CARHUARICRA HUERE

Asesor: Mg. Milton TRIGOS SALAZAR

Cerro de Pasco – Perú – 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



TESIS

Evaluación de índices de eficiencia productiva de ovas nacionales versus ovas importadas en la producción de alevines de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), en la Piscicultura Monte Azul, Ninacaca - Pasco

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Humberto SANCHEZ VILLANUEVA
PRESIDENTE

Mg. Eraclio HILARIO ADRIANO
MIEMBRO

Ing. Enos Rudi MORALES SEBASTIAN
MIEMBRO

DEDICATORIA

A la memoria de Desiderio y Presila, mis padres; todo logro y éxito es gracias al grandioso aporte de vuestro material genético.

RECONOCIMIENTO

- A las Autoridades y Docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNDAC, especialmente a quienes dirigen y brindan cátedra en la Escuela de Formación Profesional de Zootecnia, por haber facilitado mi reincorporación académica y culminar esta hermosa carrera.
- Expresar mi gratitud y reconocimiento a la comunidad universitaria por los cambios positivos que están mostrando en el plano administrativo e institucional, superando escollos muchas veces infranqueables como son la burocracia y la ineficiencia.
- Igualmente agradecer a los colegas y amigos con quienes he compartido la vivencia académica y la esencia misma del profesional zootecnista en formación.
- A la Piscicultura Monte Azul, particularmente al Señor Edgard Carhuaricra, quien generosamente puso a disposición del proyecto, sus instalaciones, equipos, insumos y personal.

RESUMEN

Con el objetivo de determinar y comparar los índices de eficiencia productiva de ovas nacionales versus ovas importadas (desde la fase oculada), en la obtención de alevines idóneos para ser trasladados para su recría y engorde; se ha evaluado en tamaño (diámetro, peso y volumen), supervivencia a eclosión, supervivencia de larvas hasta la absorción de saco vitelino; de igual forma la calidad de alevines por supervivencia, talla, peso, condición, conversión alimenticia y uniformidad; mediante semillas obtenidas de reproductores del Establecimiento Piscícola Monte Azul, Ninacaca-Pasco, al cual denominamos “nacionales” y de la Compañía Aquasearch Dinamarca, al cual llamamos “importadas”. Para tal efecto, se empleó para este fin 150 000 ovas embrionadas: 75 000 nacionales y 75 000 importadas.

Se dio la correlación positiva en tamaño de ova: a mayor diámetro mayor es el peso y el volumen: En cuanto a diámetro el promedio de las tres de ovas nacionales fue de 5.0 mm; en las importadas, el promedio fue de 5.16 mm. El peso promedio por ova nacional fue de 0.10 g. y de 0.11 g. por ova importada. Finalmente, las ovas nacionales promediaron 65.45 mm³; y las importadas 71.94 mm³ por unidad.

En **etapa ovas**. Las ovas nacionales han mostrado inferioridad respecto a las importadas en supervivencia: a) En 1ra. fase fue de 91.7% frente al 93.2%; b) En 2da. fase, fue de 92 % frente al 92.6 %. En **etapa alevines**. Las evaluaciones de supervivencia determinaron que existe una leve superioridad por parte de los alevines de ovas nacionales: a) Fase alevines I, la mortalidad fue del 7.2 % en las nacionales y 9.1 % en las import. b) Fase alevín logrado la mortalidad fue de 3.5% en las nacionales y de 4.1% en las importadas. Considerando esto, la mejor tasa de supervivencia lo han tenido los alevines de ovas nacionales en 1.5 % respecto a las importadas.

La **evaluación biométrica final**, nos ha indicado que en el grupo “cabeza”, el peso y talla promedio individual favorece a las importadas en 0.12g. y 0.1cm, respectivamente. En “cuerpo” 0.05g a favor de las nacionales y en talla 0.2 cm a favor de las importadas, este último responde a la mejor condición de los alevines de ovas nacionales. En “cola”, el mayor número y menor peso promedio desfavorecen a las nacionales.

En **factor de conversión alimenticia**, estuvieron mejor posicionados también las nacionales, con 0.98 frente a 1.07 de las importadas, el cual le dio mayor respuesta adaptativas hacia una mejor tasa de supervivencia. Especialmente en el último fase de desarrollo.

Pese a que en la evaluación de índice por tamaño, las ovas grandes, superaron en 0.4% de supervivencia a las ovas pequeñas. Entretanto las pequeñas manifestaron mayor precocidad en eclosión y reabsorción de vitelo con respecto a las ovas grandes.

En cifras generales, desde ovas embrionadas hasta alevines logrados la tasa de supervivencia en las nacionales fue de 74.80 %, en tanto que en las importadas fue de 75.25%, un aproximado de 340 alevinos más de supervivencia a favor de las importadas.

Palabras claves: *ovas nacionales, ovas importadas, eficiencia productiva, larvas, alevines, supervivencia.*

SUMMARY

With the objective of determining and comparing the productive efficiency indexes of domestic eggs versus imported eggs (from the oculate stage), in obtaining suitable fry to be moved for rearing and fattening; it has been evaluated in size (diameter, weight and size), survival at hatching, survival of larvae until the absorption of the yolk sac; likewise the quality of fry for survival, size, weight, condition, feed conversion and uniformity; through seeds obtained from broodstock of the Monte Azul Piscine Farm, Ninacaca-Pasco, which we call "national" and the company Aquasearch Denmark, which we call "imported". For this purpose, 150,000 embryonated eggs were used for this purpose: 75,000 domestic and 75,000 imported.

The positive correlation in egg size was given: the greater the diameter, the greater the weight and the volume: In terms of diameter, the average of the three national eggs was 5.0 mm; in the imported ones, the average was 5.16 mm. The average weight per national ova was 0.10 g. and of 0.11 g. by imported ova. Finally, the national eggs averaged 65.45 mm³; and the imported 71.94 mm³ per unit.

In stage ovas. The national ova have shown inferiority with respect to those imported in survival: a) In 1st. phase was 91.7% versus 93.2%; b) On 2nd. phase, was 92% compared to 92.6%. In stage fry. The survival evaluations determined that there is a slight superiority on the part of the fingerlings of national eggs: a) Phase I fry, the mortality was of 7.2% in the national ones and 9.1% in the imports. b) Phase alevin achieved mortality was 3.5% in the national and 4.1% in the imported. Considering this, the best survival rate was obtained by the domestic egg fry in 1.5% compared to the imported ones.

The final biometric evaluation has indicated that in the "head" group, the average individual weight and size favors those imported in 0.12g. and 0.1cm, respectively. In

"body" 0.05g in favor of the national, and in size 0.2 cm in favor of the imported ones, the latter responds to the best condition of the national egg fry. In "cola", the greater number and lower average weight disfavoured the nationals.

In terms of food conversion factor, the national ones were also better positioned, with 0.98 compared to 1.07 of the imported ones, which gave a greater adaptive response towards a better survival rate. Especially in the last phase of development.

Although in the evaluation of index by size, the large eggs, exceeded in 0.4% of survival to the small eggs. Meanwhile, the small ones showed greater precocity in eclosion and resorption of yolk with respect to the large eggs.

In general figures, from embryonic eggs to fingerlings achieved the survival rate in the nationals was 74.80%, while in the imported was 75.25%, an approximate of 340 more survival fry in favor of imported.

Keywords: *domestic eggs, imported eggs, productive efficiency, larvae, fry, survival.*

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

SUMMARY

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE CUADROS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA	22
1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	23
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	23
1.3.1. Problema principal	23
1.3.2. Problemas específicos	24
1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS	24
1.4.1. Objetivo general	24
1.4.2. Objetivos específicos	24
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	25
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	26

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO	27
2.2. BASES TEÓRICAS - CIENTÍFICAS	30
2.2.1. TRUCHA ARCO IRIS (<i>O. Mykiss</i>): EL HABITAT Y EL MEDIO AMBIENTE NATURAL	30
2.2.1.1. Parámetros generales en la calidad del recurso hídrico	31
2.2.1.2. Alimentación natural de la trucha	33
2.2.1.3. Reproducción en su hábitat natural	33
2.2.2. SELECCIÓN, CONTROL Y MANEJO DE REPRODUCTORES	35
2.2.2.1. Criterios para la selección de reproductores	36
2.2.2.2. Maduración sexual y edad reproductiva	38
2.2.2.3. Factores asociados a los reproductores y los productos sexuales (ova y espermatozoide)	42
2.2.2.4. Células germinales de la trucha, los gametos	45
2.2.3. FACTORES INTRÍNSICOS EN LA CALIDAD DEL HUEVO	48
a) Talla y peso de la ova	48
b) Volumen y densidad	49
c) Morfología inicial	50
d) Homogeneidad	51
e) Hidratación postfertilización	

2.2.4. FACTORES ASOCIADOS A LA COMPOSICIÓN DEL VITELLO	52
a) Proteínas	53
b) Lípidos	53
2.2.5. FACTORES ASOCIADOS AL MANEJO DEL OVOCITO	54
a) Fertilización	54
b) Sobremaduración	55
c) Fecundidad	56
2.2.6. INSTALACIONES Y EQUIPOS BÁSICOS PARA LA FREZA, INCUBACIÓN Y REINCUBACIÓN DE OVAS	56
2.2.6.1. Infraestructura hidráulica	56
2.2.6.2. Infraestructura Piscícola (Sala de incubación)	58
2.2.7. REPRODUCCIÓN, INCUBACIÓN Y REINCUBACIÓN	59
2.2.7.1. Freza e incubación	59
2.2.7.2. Reincubación de Ovas importadas	65
2.2.8. DESCRIPCIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS EN MANEJO Y CONTROL DE OVAS, LARVAS Y ALEVINES	71
2.2.8.1. Manejo de ovas embrionadas y en eclosión	71
2.2.8.2. Manejo en fase larvaria	74
2.2.8.3. Manejo de alevines	
2.2.9. MANEJO Y CONTROL DE PRINCIPALES ENFERMEDADES EN OVAS, Y ALEVINES	
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	88

2.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	92
2.4.1. Hipótesis general	92
2.4.2. Hipótesis específicas	92
2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	93
2.5.1. Variables independientes	93
2.5.2. Variables dependientes	93
2.6. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES	94

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. UBICACIÓN Y DURACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	96
3.1.1. Ubicación	96
3.1.2. Duración	97
3.1.3. Infraestructura Acuícola	97
3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	98
3.2.1. Descripción del tipo de investigación	98
3.2.2. Descripción del nivel de investigación	98
3.2.3. Enfoque de la investigación	99
3.3. MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS	99
3.3.1. Para el análisis hídrico	
3.3.2. Para el desove e incubación	..
3.3.3. Para la reincubación de ovas importadas	
3.3.4. Para el manejo de ovas embrionadas	
3.3.5. Para la selección y movimiento de biomasa	100

3.3.6. Para la recolección de datos	101
3.4. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN	102
3.4.1. Para la determinación del índice de eficiencia de ovas	102
3.4.2. Para la determinación del índice de calidad de alevines	103
3.5. PROCESAMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	104
3.6. TÉCNICA DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	126
3.6.1. Para la determinación del índice de eficiencia de ovas	126
3.6.2. Para la determinación del índice de calidad de alevines	127

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. RESULTADOS DE ANÁLISIS HÍDRICO	130
4.2. ÍNDICE DE EFICIENCIA DE OVAS POR TAMAÑO	131
4.2.1. Diámetro	131
4.2.2. Peso	133
4.2.3. Volumen	134
4.3. ÍNDICE DE EFICIENCIA DE OVAS POR SUPERVIVENCIA: NACIONALES E IMPORTADOS	135
4.3.1. De ova embrionado a eclosión	135
4.3.2. De eclosión a absorción de saco vitelino	136
4.3.3. Índice de eficiencia total de ovas	138
4.3.4. Índice de eficiencia de ovas por tamaño vs. índices de eficiencia total	140

4.4. ÍNDICE DE CALIDAD DE ALEVINES	143
4.4.1. Supervivencia de alevines fase inicio de alimentación exógena hasta la tercera evaluación	143
4.4.2. Supervivencia de alevines fase alevines I hasta alevines logrados	144
4.4.3. Índice de peso y talla (datos tabla N° 06)	146
4.4.4. Índice de Condición: Factor Fulton	149
4.4.5. Tasa de Crecimiento Específico (SGR) o (G)	150
4.4.6. Factor de Conversión Alimentaria (FCR)	151
4.4.7. Tasa de Alimentación (SFR)	152
4.4.8. Índice de Uniformidad de Alevines (cabecera, cuerpo y cola)	153
4.5. COSTO DE PRODUCCIÓN DEL MILLAR DE OVAS NACIONALES (SÍNTESIS)	155
CONCLUSIONES	158
RECOMENDACIONES	160
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	161
ANEXOS	163

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01. Tabla para determinar el número de ovas de truchas, adoptada por "Von Bayer"	Pág. 69
Tabla N° 02. Tabla de Desarrollo para eclosión y primera alimentación en trucha arco iris para distintas temperaturas	74
Tabla N° 03. Tabla de alimentación de alevines de trucha	79
Tabla N° 04. Caudal necesario para mantener a 2000 alevines de distintos tamaños y a diferentes temperaturas	80
Tabla N° 05. Relación longitud - peso - unidad/kg. Alevinos trucha arco iris	81
Tabla N° 06. Tabla de requerimiento nutricional del alevín	82
Tabla N° 07. Registro de temperatura	106
Tabla N° 08. Datos de cuantificación y cálculo de diámetro de ovas nacionales	108
Tabla N° 09. Datos de cuantificación y cálculo de diámetro de ovas importadas	108
Tabla N° 10. Registro general de mortalidad en ovas, abortos, larvas, malformaciones y alevines. Nacionales e importadas	109
Tabla N° 11. Fases de estudio para sobrevivencia	121
Tabla N° 12. Ficha técnica de ovas nacionales e importadas	121
Tabla N° 13. Registro de inventario y tercera evaluación. Alevines de ovas nacionales	122
Tabla N° 14. Registro de inventario y tercera evaluación. Alevines de ovas importadas	123
Tabla N° 15. Registro de inventario y evaluación final. Alevines de ovas nacionales	123

Tabla N° 16. Registro de inventario y evaluación final. Alevines de ovas importadas	124
Tabla N° 17. Registro de consumo total de alimento hasta la última evaluación	125
Tabla N° 18. Registro de evaluación de ovas nacionales, mediante el uso de la regla Von Bayer	131
Tabla N° 19. Registro de evaluación de ovas importadas, mediante el uso de la regla Von Bayer	132
Tabla N° 20. Mortalidad ovas nacionales. Fase ova	135
Tabla N° 21. Mortalidad ovas importadas. Fase ova	136
Tabla N° 22. Mortalidad ovas nacionales. Fase Larvaria	136
Tabla N° 23. Mortalidad ovas importadas. Fase Larvaria	137
Tabla N° 24. Mortalidad total de ovas nacionales	138
Tabla N° 25. Mortalidad total de ovas importadas	138
Tabla N° 26. Datos porcentuales de abortos y malformaciones.	139
Tabla N° 27. Mortalidad total de ovas por tamaño. Muestra 2000 ovas embrionadas / grupo	140
Tabla N° 28. Tabla de mortalidad total de ovas nacionales e importadas.	141
Tabla N° 29. Mortalidad de alevines nacionales. Fase alevines I	143
Tabla N° 30. Mortalidad de alevines importados. Fase alevines I	143
Tabla N° 31. Mortalidad de alevines nacionales. Fase alevines logrados.	144
Tabla N° 32. Mortalidad de alevines importados. Fase alevines logrados.	145

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01. Comportamiento de la trucha en función a la temperatura del agua de crianza	Pág. 32
Cuadro N° 02. Comportamiento del pH en la crianza de truchas	32
Cuadro N° 03 Comportamiento del oxígeno disuelto en la crianza de truchas	32
Cuadro N° 04. Resultado de cuantificación de ovas	68
Cuadro N° 05. Estimación de peso de ovas nacionales e importadas	133
Cuadro N° 06. Estimación de volumen de ovas nacionales e importadas	134
Cuadro N° 07. Tercer Control biométrico	146
Cuadro N° 08. Control biométrico final	147
Cuadro N° 09. Evaluación de Condición de alevines. Nacionales e importados	149
Cuadro N° 10. Estimación del Factor de Conversión Alimentaria	151
Cuadro N° 11. Estimación de la Tasa de Alimentación	152
Cuadro N° 12. Ultimo inventario y control de biomasa en base a grupos (cabecera, cuerpo y cola). Nacionales e importados	153
Cuadro N° 13. Costo de Producción/millar de ovas nacionales	156

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráf. N° 01. Ubicación de las glándulas sexuales en la anatomía de un salmónido.	Pág. 39
Gráf. N° 02. Anatomía del aparato reproductor de salmónidos: hembra y macho.	40
Gráf. N° 03. Relaciones biométricas reproductivas.	43
Gráf. N° 04. Ovario de la trucha en sus estadios de desarrollo.	46
Gráf. N° 05. Morfología de la gónada masculina de <i>Oncorhynchus Mykiss</i> .	48
Gráf. N° 06. Esquema del ovocito recién obtenido.	50
Gráf. N° 07. Comparación de temperatura diurna y temperatura nocturna	130
Gráf. N° 08. Índice de eficiencia total de ovas nacionales e importados por supervivencia versus el índice de eficiencia por tamaño, (%).	142
Gráf. N° 09. Supervivencia total de alevines fase inicio de alimentación exógena a fase de alevín logrado.	146
Gráf. N° 10. Evolución de peso promedio (4 evaluaciones) de alevines nacionales e importados.	148
Gráf. N° 11. Índice de uniformidad en número de alevines: cabecera, cuerpo y cola (%).	154
Gráf. N° 12. Índice de uniformidad en biomasa: cabecera, cuerpo y cola (gr).	154

INTRODUCCIÓN

La trucha “arco iris”, *Oncorhynchus mykiss*, es una especie íctica perteneciente a la familia Salmonidae, cuya procedencia es la vertiente pacífica de América del Norte, específicamente en la región del Río Sacramento en California, ubicado en la Costa Occidental de los EE.UU. de Norteamérica. Hacia 1880 se importó a los países nórdicos de Europa, En América del Sur se encuentra distribuida desde inicios del siglo XX en Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela.

La introducción de esta especie en el Perú tuvo lugar en el año 1928, desde los Estados Unidos de Norteamérica, con una cantidad de 50,000 huevos en estado embrionario, los mismos que fueron instalados en un criadero a orillas del río Tishgo, en La Oroya Junín, distribuyéndose a los ríos y lagunas de Junín y Pasco(Contreras, 1993). En 1930 fueron trasladados 50 truchas adultas a la Estación Piscícola El Ingenio.

Luego de los años transcurridos desde su introducción al Perú, la actividad trutícola en los últimos 16 años, ha tenido un desarrollo vertiginoso, principalmente en las regiones de Puno, Junín y ahora Huancavelica; entre los tres constituyen, según PRODUCE 2013, más del 85% de la producción nacional (Puno 18,471.2 TM/Año y Junín 3,412.53 TM/Año en el 2012). Pasco contribuye actualmente con el 4.5% de la producción nacional de truchas. Se estima que para el año 2020, la producción de truchas nacional será no menor de 30 mil TM. Utilizando en más del 82% alevines de ovas embrionadas importadas.

En este contexto, la reproducción artificial y la obtención de alevines de truchas, representa una buena opción económica para quienes se dedican a la actividad trutícola.

Más de la mitad de productores de menor escala emplean como principal insumo ovas importadas provenientes de EE.UU. y Dinamarca, España y Chile. Se debe precisar

de igual modo, que existen algunos piscicultores que cuentan con salas de incubación artesanales para realizar la reincubación de estas ovas.

En tal sentido en nuestra región Pasco y en nuestro país, se requiere extender la producción de embriones y alevines de trucha; es decir la reproducción propiamente dicha; para ello es necesaria la articulación tecnológica, financiera, legal y de capacitación de nuestros profesionales. De esta manera se evitaría la importación de ovas embrionadas, que si bien son de altísima calidad como también lo es su producto; están afectados a, tal como se reporta en la mayoría de los centro de reincubación, mortalidades características a la edad temprana que es el período más crítico en la producción de alevines por su complejo proceso de adaptación; y, principalmente al alto costo del alevinaje que de ello deriva.

Bajo esta premisa, la producción de **alevines de trucha** como producto primario en la crianza de engorde y comercialización de truchas, ha sido contextualizada a través de la investigación presente, como un problema actual, **la falta de alevines de buen rendimiento y económicamente más asequible para los pequeños productores de la región central**. El estudio está enfocado a determinar y comparar los índices de eficiencia productiva de ovas: supervivencia a eclosión, supervivencia de larvas hasta la absorción de saco vitelino (en general y por tamaño), y la calidad de los alevines (supervivencia, ganancia de peso y talla, factor de condición, conversión alimenticia y uniformidad), producidas con reproductores propios “nacionales” y de ovas embrionadas importadas, de trucha *O. mykiss*, desde la fase oculada hasta el logro de la cabecera de alevines (103 días ó 1236 Unidades Térmicas Acumuladas aprox.), bajo las mismas condiciones como temperatura, calidad y cantidad de agua, la misma infraestructura de ecloserie, equipos, materiales, instrumentos, alimentación y manejo técnico.

Se empleó para este fin 150 000 ovas, campaña mayo - agosto del 2018: 75 000 ovas embrionadas importadas, separadas de un lote de 100 mil; y 75,000 ovas embrionadas “nacionales”, separadas de cerca de 80 mil. El proceso de desove e incubación en el caso de las nacionales se realizó en tres cosechas (03, 10 y 17 de mayo, respectivamente), cuyo desarrollo embrionario o fase ojo avanzado, se pudo advertir a los 228 UTAs, es decir los días 22 y 29 de mayo y 5 de junio respectivamente, fechas en que se seleccionan e inician su evaluación. Mientras tanto la estabulación de las ovas embrionadas importadas de la Empresa Aquasearch, Dinamarca se efectuó el 11 de mayo, iniciando la eclosión a partir del 18 de mayo y finalizando a la semana.

Se han distribuido en 2 grupos, cada una en 3 artesas de 5 bastidores c/u, con abastecimiento de agua propia para cada artesa, para la fase de ovas oculadas y en eclosión. Duplicando el número de artesas y bastidores para la fase larvaria hasta el inicio de la alimentación exógena. Para las fases posteriores se ha utilizado tinajas de alevinaje y estanques internos y semi externos en donde se hicieron las respectivas evaluaciones de talla, peso, condición, conversión alimentaria y supervivencia.

CAPÍTULO I.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

La producción trutícola en el Perú, utiliza como semilla, alevines provenientes de ovas embrionadas importadas en alrededor del 85%, principalmente provenientes de EE.UU., Dinamarca, España y Chile; conducidas por empresas que monopolizan su importación, elevando los costos y reduciendo la posibilidad de adquirir los requerimientos de sus unidades por parte de los piscicultores de trucha. Lo cual constituye en una limitante que afecta a toda una cadena productiva.

Indiscutiblemente una de las grandes dificultades que tienen las piscigranjas de nuestra región, principalmente las de menor escala, es disponer de alevines de excelente calidad (con gran adaptación a la variabilidad extrema de nuestras aguas) y a costos asequibles que garantice una utilidad acorde al tiempo de recuperación de la inversión.

Como resultado de la consolidación de la producción nacional de trucha arco iris, a sabiendas que las tres cuartas partes de productores de menor escala emplean como principal insumo ovas importadas, es necesario tener continuidad en el abasto de ovas y alevines. La formación de planteles de reproductores para la obtención de alevines de truchas, representan en una buena opción económica para quienes se dedican a la actividad truchícola. No obstante es pertinente reconocer los factores positivos que demandan la importación de ovas: calidad, sanidad, disponibilidad inmediata y sin limitaciones, mejor adaptabilidad a las condiciones de crianza y mayor velocidad de crecimiento.

En tal sentido en nuestro país y básicamente en nuestra región de Pasco, se requiere incrementar la producción de ovas y de alevines, para ello es necesaria conocer no sólo la articulación legal, tecnológica y financiera; sino qué calidad de semillas queremos

incrementar, si la que producimos está a nivel de las que se importan. Esta cuestión sólo podemos conocer evaluando y comparando precisamente los índices de producción de estas semillas en cada fase de su desarrollo, en la misma época y bajo las mismas condiciones.

1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Delimitación espacial: La investigación se efectuó en las instalaciones de la Piscicultura Monte Azul, Distrito de Ninacaca; sin embargo su radio de influencia abarca algunos distritos, provincias y regiones contiguos, a quienes provee permanentemente de alevines la empresa en mención.

1.2.2. Delimitación temporal: El trabajo de investigación tuvo una duración de más de 4 meses (mayo a setiembre del 2018), prácticamente en época de caudal agua mínimo y cuando la variación térmica es más ostensible. Con presencia permanente en el establecimiento en cada una de las fases de desarrollo del alevín. En estricto cumplimiento al cronograma establecido en el proyecto.

1.2.3. Delimitación social: La presente investigación corresponde a la actividad económica acuícola, básicamente en la producción truchícola, mediante el cultivo de la especie mejor adaptada, *Oncorhynchus mykiss*. Actividad desarrollada por muchas familias de nuestra zona alta, quienes requieren conocer evidentemente qué tipo de semillas utilizar en la producción de trucha con vista a tener una mayor rentabilidad a menor costo.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1. Problema principal

- ¿Cuáles son los índices de eficiencia productiva de ovas nacionales versus ovas importadas en la producción de alevines de trucha *Oncorhynchus mykiss*, en la Piscicultura Monte Azul, Ninacaca Pasco?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son los índices de eficiencia productiva de ovas nacionales versus ovas importadas, por tamaño de ovas y por supervivencia en sus fases: embrión-eclosión, eclosión reabsorción de vitelo, en la Piscicultura Monte Azul, Ninacaca Pasco?
- ¿Cuáles son los índices de calidad de los alevines en: peso, talla, condición, supervivencia y conversión alimenticia, de ovas nacionales e importadas, en la Piscicultura Monte Azul, Ninacaca Pasco?

1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

- Determinar y comparar los índices de eficiencia productiva de ovas nacionales versus ovas importadas en la producción de alevines de trucha *Oncorhynchus mykiss*, en la Piscicultura Monte Azul, Ninacaca Pasco.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar y comparar los índices de eficiencia productiva de ovas nacionales versus ovas importadas, por tamaño de ovas y por supervivencia en sus fases: embrión-eclosión y eclosión-reabsorción de vitelo, en la Piscicultura Monte Azul, Ninacaca Pasco.
- Valuar, determinar y validar en la calidad de los alevines: Peso, talla, condición corporal, supervivencia y conversión alimenticia, como productos de ovas nacionales e importadas, en la Piscicultura Monte Azul, Ninacaca Pasco.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Ante la auspiciosa actualidad de la piscicultura en nuestra región, el presente tema de estudio es significativo porque contribuye a resolver uno de los problemas sustanciales por la que atraviesa la truchicultura, la escasez y costo de alevines y que tengan como objetivo la producción de ovas viables para sustentar la demanda local y regional.

1.5.1. En el plano económico.

Plantea como alternativa al desabastecimiento de semillas de calidad (alevines de ovas importadas) que a la vez constituye un alto costo la importación de ovas embrionadas, la producción de ovas y alevines nacionales mediante la formación de plantales propios de reproductores, abaratando los costos de producción y las siembras escalonadas. Mediante esta dinámica continua de la producción se aprovechan mejor el capital invertido y optimizarla vida útil de la infraestructura física de las piscigranjas.

1.5.2. En el plano socio-ambiental.

Toda actividad sustentable que genera crecimiento económico y productivo, crea puestos de trabajo sostenible en toda una cadena productiva. El incremento de la producción de truchas, al mismo tiempo abastece al mercado de consumo local y regional de un producto sano y de alto valor nutricional. Todo bajo una concepción productiva equilibrada y mesurada y en armonía con el medio ambiente y el ecosistema.

1.5.3. En el plano cultural (científico)

La investigación sobre un problema real, objetivo y tangible que afecta a un sector productivo piscícola de la Región Pasco, es relevante. De tal modo, que al

evaluar los índices de eficiencia productiva de ovas de reproductores propios en la obtención de alevines y comparar a los alevines obtenidas de ovas importadas, estaremos contribuyendo al estudio del desarrollo fisiológico y conducta reproductiva de la especie trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*, a 4380 m.s.n.m. bajo una condición térmica de agua muy variable; para adecuar y aplicar métodos y técnicas productivas apropiadas.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- Una de las dificultades, fue concretizar el análisis biológico del agua. La primera muestra enviada a DIGESA, no tuvo un análisis adecuado por la confusión o la pérdida de la misma. El resultado de la segunda muestra enviada, aún está en proceso de análisis.
- Las restricciones en la vía por motivos de trabajo, obra de ensanchamiento de carretera, Ninacaca – Huachón.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO

Es recomendable realizar tres mediciones de temperatura (6, 12 y 18 horas) para sacar un promedio de los tres horarios y tener un dato más real de la temperatura diaria, (FAO, Guatemala, 2018). Esta aseveración no se ajusta a las condiciones concretas de todas las ecloserías o salas de incubación, en algunas es preciso incluso recoger datos de temperatura durante la noche.

En el Perú desde los inicios del siglo XX data la importación de ovas embrionadas de trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss*. Precisamente su introducción en aguas peruanas data de 1928, en forma de ovas embrionadas que culminaron con la eclosión en los ríos Mantaro y Tishgo en la provincia Yauli (La Oroya) región Junín. (Contreras, 1993).

En la actualidad existen cuatro productores nacionales de ovas con una producción de 4'500,000 de ovas por año, mientras que los importadores de ovas son 17 con un nivel de importación de 27 millones de ovas al año (Sierra Exportadora, 2007).

Los productores de alevines venden su producto a los centros de crianza. Hay 32 productores (dentro de Sierra Exportadora) que producen alevines con ovas importadas y 5 que producen con ovas nacionales (Juana R. Kuramoto, 2008).

El tamaño de la ova asocia a tres parámetros fundamentales como es el diámetro, el peso y el volumen, sin descartar otros que relacionan a este índice.

La relación del diámetro de las ovas con el peso de las reproductoras, se observa 3 grupos principales de diámetro de ovas: 4.0, 4.5 y 5.0 mm que corresponden a 2, 3 y 4 años de edad de truchas hembras respectivamente. En términos generales, se puede decir

que entre mayor sea el tamaño de la hembra y de más edad, el diámetro de las ovas es mayor. Similar resultado muestra la relación del diámetro de las ovas respecto al peso de la hembra, mayor el diámetro de las ovas. En los tres grupos de principales de diámetro de ovas: 4.0, 4.5 y 5.0 mm que corresponden a 1.5, 2.0 y 3.0 años de edad de truchas hembras que a su vez estas tienen 1.0, 1.5 y 2.5 kg, respectivamente. (Reyes Bustamante, 1988).

Finalmente en cuanto al número de ovas, el mismo autor observó una relación inversa del peso de las hembras con respecto al número de ovas por kg de hembra, aunque a mayor peso de la hembra mayor número de ovas, y una relación directa entre el diámetro de ovas y el peso de la hembra. La mayor frecuencia de oculación ocurrió entre el día 13 a 19, y la de eclosión se presentó entre los días 20 - 29. El promedio de sobrevivencia fue del 38% y por tanto una mortalidad del 62%. (Reyes Bustamante, 1988).

El porcentaje de eclosión, en base a una muestra de 10000 ovas embrionarias nacionales y 10000 ovas importadas, para las ovas nacionales fue de 94.62 y para las importadas de 95.3; mientras que el porcentaje de supervivencia de larvas es para las nacionales de 82.81 e importadas 88.86. (García y Chanamé, 2014).

Menciona que el Centro de Crianza El Ingenio tiene como principal proveedor a la Troutlodge proveniente de Estados Unidos, siendo mínima la producción de ovas producidas por el mismo centro.

“El mejor resultado que obtuvimos fue a 15°C la incubación duro 23 días con un porcentaje de mortalidad de 5,35 %, a comparación con la temperatura a 11 °C que duro 31 días con un porcentaje de mortalidad de 9,51%. Con esto podemos decir que a 15°C tenemos menor mortalidad y menor tiempo durante la incubación”. (Gonzales Molina L. y Aguilar Zevallos J., 2015).

A nivel internacional, existen muchos trabajos de comparación productiva de ovas de diferentes orígenes, tanto al logro de calidad de alevines hasta el rendimiento de la canal de la trucha. (Torres, J. 2012).

Caso particular es el estudio del comportamiento productivo de Truchas *O.mykiss* realizado en Chile el 2013, con ovas provenientes de distinto origen, nacionales (Chile) e importadas (EE.UU.), hasta un peso promedio de 250 g (pan size). El estudio se dividió en dos partes, en la primera se analizaron los antecedentes productivos históricos de una piscicultura de la zona central de Chile que utiliza ovas de ambos orígenes en sus cultivos; evaluándose: peso vivo (PV), consumo de alimento (CA), ganancia de peso (GP), eficiencia de la conversión de alimentos (ECA) y mortalidad. La segunda parte consistió en un modelo experimental, dividido en tres etapas: 3 a 20; 20 a 100 y 100 a 250 g, respectivamente, cubriendo de este modo todo el período productivo de las truchas hasta tamaño pan size, evaluando las variables PV, CA, GP, ECA y mortalidad. A los peces de la tercera etapa se les determinó además el rendimiento de la canal (RC) al término del ensayo.

Los resultados obtenidos del análisis de antecedentes productivos históricos mostraron una superioridad productiva de las truchas de origen nacional, asociado a un menor CA por parte de las truchas de origen importado, producto de una diferencia en el manejo general entre las truchas de ambos orígenes. En el modelo experimental práctico no se encontró ninguna diferencia significativa en el comportamiento productivo de las truchas de ambas procedencias, medida a través de PV, CA, GP, ECA y mortalidad. El RC mostró una diferencia significativa en favor de las truchas de origen nacional, la cual fue atribuida a la gran homogeneidad de los valores obtenidos para esta variable. Los resultados obtenidos indican que no existen diferencias en el comportamiento productivo de las truchas provenientes de ovas nacionales e importadas, esto abre grandes

expectativas de utilización de ovas de origen nacional por parte de los piscicultores locales, lo que traería consigo importantes beneficios para el sector, tanto desde un punto de vista sanitario como económico.(Ponencia en pasantía Region XII, Chile 2013).

Knights, 1985; Wallace *et al.*, 1988; mencionan que la sobrevivencia de *O. mykiss*varía ampliamente dependiendo, entre otros factores, de la densidad, del tamaño de los peces y de las condiciones ambientales en las cuales son mantenidos. Además, está determinada por otros factores tales como la alimentación y la condición genética.

Brediñana (1998), señala que el porcentaje de mortalidad en alevines (5 - 10 cm) es del 5%. Ceballos y Velázquez, (1988), indican que en los estadíos de alevines y de dedinos se reportan sobrevivencias del 85% en sistemas de tinas de vidrio para alevines, y de 95 - 98.5% en sistemas de canales y de concreto para dedinos.

Referente a la Tasas Específicas de Crecimiento (SGR), reportan 3,35; 1,94 y 0,07, en el mismo experimento, (Morales, 2004).

2.2. BASES TEÓRICAS - CIENTÍFICAS

2.2.1. TRUCHA ARCO IRIS (*O. mykiss*): HABITAD Y EL MEDIO AMBIENTE NATURAL

La trucha *Oncorhynchusmykiss*, pertenece a la familia de los salmónidos, que se caracteriza por tener el cuerpo de forma fusiforme (forma de huso) y cubierto con finas escamas, dorso azulado. Flancos plateados con una franja rojiza e iridiscente a lo largo del cuerpo y aletas, además posee bastantes lunares negros en la piel, la coloración del cuerpo varía de acuerdo al ambiente en que vive, edad, sexo y otros factores. (Ministerio de pesquería, 1975).

Es una especie íctica, originaria de América del Norte.Su introducción en aguas peruanas data de 1928, en forma de ovas embrionadas que culminaron con la

eclosión en los ríos Mantaro y Tishgo en la provincia Yauli (La Oroya) región Junín. (Contreras, 1993)

Como salmónido de agua dulce, se desarrollan bajo un hábitat de aguas claras y cristalinas, que tengan un cauce rápido de temperaturas frías.

Taxonomía

- Reino: Animalia
- Sub Reino: Metazoa
- Phylum: Chordata
- Sub Phylum: Vertebrata
- Clase: Osteichthyes
- Orden: Clupeiforme
- Familia: Salmonidae
- Género: Oncorhynchus
- Especie: Oncorhynchus mykiss
- Nombre Común: Trucha arco iris

Fuente: (Rosado y Erazo, 2005)

2.2.1.1. PARÁMETROS GENERALES Y CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO

Esta especie de truchas, prefieren las aguas de corrientes moderadas con **pH** entre 6.5 y 8.5 (alcalinidad, presencia de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, los cuales originan que el agua de crianza sea alcalina o mantenga el pH alto, sobre 7; **oxígeno disuelto** 6.5 – 9 ppm y **dureza** de 50 – 300 mg/lit CaCO₃, además su preferencia por las aguas frías inclusive en temperaturas bajas 0 y 2 °C y, en temperaturas altas hasta los 18 °C. La **temperatura** más apropiada para la etapa de

incubación de los huevos de trucha es entre 7.8 °C y 12 °C. Cuando la temperatura es menor a 11 °C el crecimiento de las truchas es lento; de 12 °C a 17 °C el crecimiento es óptimo; de 18 °C a 21 °C el crecimiento también es lento y se proliferan microorganismos que generan enfermedades, y a más de 23 °C la temperatura es letal,(Blanco, 1995).

Según el Ministerio de la Producción (2010), los factores físicoquímicos de mayor importancia en la producción y crianza intensiva de trucha son los siguientes:

Cuadro N°01. Comportamiento de la trucha en función a la temperatura del agua de crianza

Temperatura	1 – 3	4 – 8	9 -14	15 – 17	18 – 20
Consecuencia	Muere	Crecimiento lento	Crecimiento óptimo. Buena incubación.	Velocidad de crecimiento disminuye	Stress/Bajo contenido de O2

Fuente: Ministerio de la Producción, 2010. “Estudio de Mercado de la trucha...”

Cuadro N° 02. Comportamiento del pH en la crianza de truchas

pH	4 -5	5.1. - 6.5	6.6 – 7.9	8.0 – 10	11 – 12
Consecuencia	Mucho stress, crecimiento lento	Stress, crecimiento lento	Óptimo desarrollo	Stress/Crecimiento lento.	Mucha Stress/bajo alcalino.Muere

Fuente: Ministerio de la Producción, 2010. “Estudio de Mercado de la trucha...”

Cuadro N° 03. Comportamiento del Oxígeno Disuelto en la crianza de truchas

O2 (mg/L)	0 - 3.0	3.1 – 4.5	4.6 – 5.9	6.0 – 8.5	11 – 12
Consecuencias	Muere	Sufre grave stress	Poco stress, crecimiento lento	Óptimo desarrollo	Stress/Bajo contenido de O2

Fuente: Ministerio de la Producción, 2010. “Estudio de Mercado de la trucha...”

2.2.1.2. ALIMENTACIÓN NATURAL DE LA TRUCHA O. Mykiss

Gracias a su comportamiento de mediana voracidad, se ha podido adaptar fácilmente a las riquezas que ha generado un proceso biológico natural en las aguas dulces de los andes sobre todo en ríos.

Marcel Huet, 1983, menciona que el ciclo o cadena de existencia, desarrollo y producción de trucha con alimentación natural, comprende los eslabones siguientes: materias nutritivas minerales, producción vegetal, consumo, desarrollo y reproducción de animales intermedios; y, consumo y producción de animales finales: la trucha.

En las microscópicas y superiores plantas se ven adheridas numerosas especies de fauna acuáticas (zooplacton) de igual modo microscópicas y superiores, siendo las que constituyen la fauna nutritiva acuática, estas son: **Rotíferos** (Conichilus, Brachionus, Rattulus, etc.), **Vermes** (de 8 a 15 mm se encuentran fijados en colonias sobre las plantas como los Stylaria y Nais), **Crustáceos** (Constituyen una de las agrupaciones zoológicas más fundamentales en la alimentación del pez en su etapa de alevín y juvenil, como los Cladóceros, **Moluscos** (viven en las plantas sumergidas como las Stagnalis de 2.5 a 3 cm, Phisafontanalis de 2 cm, Bythiniatentaculata de 1.8 cm, etc) e **insectos** (los Ephemeroptero, Plecópteros, megalópteros, Trichópteros y los Dípteros). También de pequeños **peces nativos** si es que hubiere”.

2.2.1.3. REPRODUCCIÓN EN SU HABITAD NATURAL.

La trucha arco iris es una especie ovípara cuya fecundación es externa, para reproducirse requiere alcanzar la madurez sexual, la que se presenta aproximadamente a los 3 años de edad en las hembras y a los 2 a

2 ½ años en los machos. Las tallas promedio en que la trucha inicia el desove es variable, generalmente entre los 20 a 25 cm. en el caso de los machos y de 25 a 35 cm. en las hembras, no siendo esta una regla fija, ya que la madurez depende de muchos factores ambientales.

La reproducción de la trucha se inicia aproximadamente en abril y se prolonga hasta el mes de agosto, siendo los meses de junio y julio los de mayor actividad reproductiva, los períodos de desove son anuales, es decir las truchas desovan una vez por año.

El tiempo de incubación de los huevos varía de acuerdo a la temperatura del agua y puede estar generalmente entre 20 y 35 días, luego eclosionan y dan lugar a las larvas provistas de unas bolsas abdominales, denominada saco vitelino, del cual se provee de las sustancias alimenticias necesarias hasta que estén en capacidad de obtener su propio alimento.

Cuando se encuentran libres en la naturaleza las truchas emigran a las cabeceras de los ríos en busca de aguas más limpias y lugares seguros de los depredadores para poder realizar su reproducción, ya que solo desovan una vez al año en las estaciones con temperatura más baja. Para el desove las hembras cavan un nido en zonas con fondo arenoso y con poca corriente. Los huevos son depositados en estas fosas, fertilizados por el macho y luego son cubiertos con arena, donde permanecen hasta la eclosión (Blanco, 1995).

Posteriormente la hembra se coloca sobre el nido, seguida paralelamente por el macho, y expulsa los óvulos. Al mismo tiempo el macho expulsa el esperma. Los óvulos son fecundados en el agua, y a

partir de este momento se los denomina huevos. Una vez depositados los huevos en el nido, la hembra los cubre con grava.

La duración del desarrollo de los embriones es variable, dependiendo de la temperatura del agua. Aproximadamente a la mitad del período de incubación, comienzan a ser visibles los ojos debido a la transparencia del embrión. Los ojos son dos manchas redondeadas oscuras que resaltan en el tono naranja del resto del embrión. Este estadio se conoce como “huevos con ojos” a las ovasembrionadas. En este estadio fueron transportados desde el Hemisferio Norte a la Argentina, los salmónidos que se sembraron entre los años 1904 y 1920. (Ministerio de Pesquería, Arg. 1997).

2.2.2. SELECCIÓN CONTROL Y MANEJO DE REPRODUCTORES

La selección para el staff de reproductores, se realiza mucho antes a la edad reproductiva, incluso la preselección antes que éstos inicien la alimentación externa; es decir aquellas que comprenden desde la precocidad en la eclosión, la disponibilidad y avidez a la alimentación y posteriormente a su capacidad de conversión del alimento (superioridad al promedio en peso, talla y condición) en su etapa de alevinaje. Las etapas juvenil y comercial que comprende los 6-8 meses de edad, son las que determinan en última instancia la selección definitiva de reproductores.

El tamaño crítico de la madurez es alcanzado primero por los machos, por lo que en sus primeras etapas utilizan la energía procedente de los alimentos para reproducirse y no para crecer, por lo cual los machos son más pequeños que las hembras. Por el contrario, las hembras durante el primer año aprovechan la energía para crecer y no para reproducirse (Bastardo y Sofía., 2003).

Al finalizar el primer año de vida, algunos machos se presentan maduros sexualmente, sin embargo, este proceso puede ser perjudicial para la ganancia de peso (Araujo, 2007).

2.2.2.1. Criterios para la selección de reproductores

En países como los EE.UU. Dinamarca y otros aplican la más alta tecnología en Mejoramiento genético, Selección, manejo, salubridad y certificación de sus reproductores.

Según el Dr. Francisco Estay 2015, el objetivo de la formación de un propio plantel de reproductores, es:

- Maximizar la cantidad y calidad de ovas producidas a partir del stock de reproductores disponibles.
- Producir ovas durante un amplio rango estacional para optimizar el uso de la infraestructura.
- Producir ovas que garanticen el más alto rendimiento productivo.
- Reducir costos de importación de la materia prima.
- Cubrir la demanda de alevines.

Marcel Huet (1983), nos dice que la cantidad indispensable de reproductores viene determinada por el número de alevines que se desea producir. Para establecer el número de reproductores, conociendo la cantidad necesaria de ovas, nos basaremos en que una hembra de 1 kilo da una media de 1500 a 2000 ovas. Para las hembras menores, el número absoluto de huevos es menor.

Los huevos de los salmónidos tienen un diámetro normal comprendido entre 3.5 y 5.0mm. El diámetro del huevo está en función del tamaño y peso de la hembra y no de su edad. Igualmente, en el Plantel hace falta un menor número de macho que de hembras (un tercio de machos en el Plantel son suficientes). En efecto, en el curso de un período de reproducción, los machos pueden dar varias veces el producto sexual “lecha”. Pueden dar de tres a seis veces, a condición de que las sucesivas frezas o desoves estén separadas de una a dos semanas. Se utiliza frecuentemente la lecha de un macho para fecundar las ovas de tres hembras.

Por ejemplo, para obtener un millón de huevos, se necesita alrededor de 750 kg de reproductores. Esto quiere decir que requerimos un número de 187 machos y 562 hembras ambos promediando el kilo de peso, que producirán un promedio de 1800 ovas cada una.

El fin de la selección en la conformación de un plantel de reproductores, es la obtención de cualidades especiales muy interesantes, como el de crecimiento rápido, rusticidad y vigorosidad, fácil adaptación al medio y de resistencia a ciertas enfermedades del medio. Muchos hablan de una raza dentro de la especie *O. Mykiss*, “la trucha peruana”. Mas adaptada a las fluctuaciones climáticas y a las variaciones térmicas del agua de los andes del Perú durante las 24 horas del día. Igualmente muchos investigadores priorizan la selección de futuros reproductores con aquellos que han sobrevivido ciertas incidencias de enfermedades más frecuentes y comunes.

En la elección de los reproductores se descartan todos los sujetos con mala conformación (desviación de la columna vertebral, atrofia de los opérculos) y claramente enfermos (ciegos, etc.).

La crioconservación de semen de machos normales y pseudomachos, incidirá significativamente en los costos operativos, ahorro de alimento balanceado, liberación de infraestructura y cruzamiento planificado entre grupos de reproductores (Ortiz, 2008).

La masculinización de las hembras permite obtener machos homogaméticos (XX), los cuales se comportan fenotípicamente como machos y genotípicamente siguen siendo hembras. El semen de estos machos funcionales es utilizado para fertilizar ovas normales permitiendo que los descendientes de estos cruces sean 100% hembras, los cuales pueden consumirse sin restricciones y ser utilizados en programas de reproducción (Bastardo y Sofía, 2003).

2.2.2.2. Maduración sexual y edad reproductiva

a) Ubicación de las gónadas en la anatomía básica de un salmónido

Las gónadas son glándulas sexuales, que determinan la masculinidad y la feminidad de los salmónidos, testículos en los machos y ovario en las hembras.

Cumplen además de la función de secreción externa (produciendo los gametos sexuales), la función de secreción interna, al producir las hormonas sexuales, estrógenos, progesterona, andrógenos.

GraficoN° 01. Ubicación de las glándulas sexuales en la Anatomía de un salmónido



Gónadas en crecimiento, fotografías tomadas de la web.

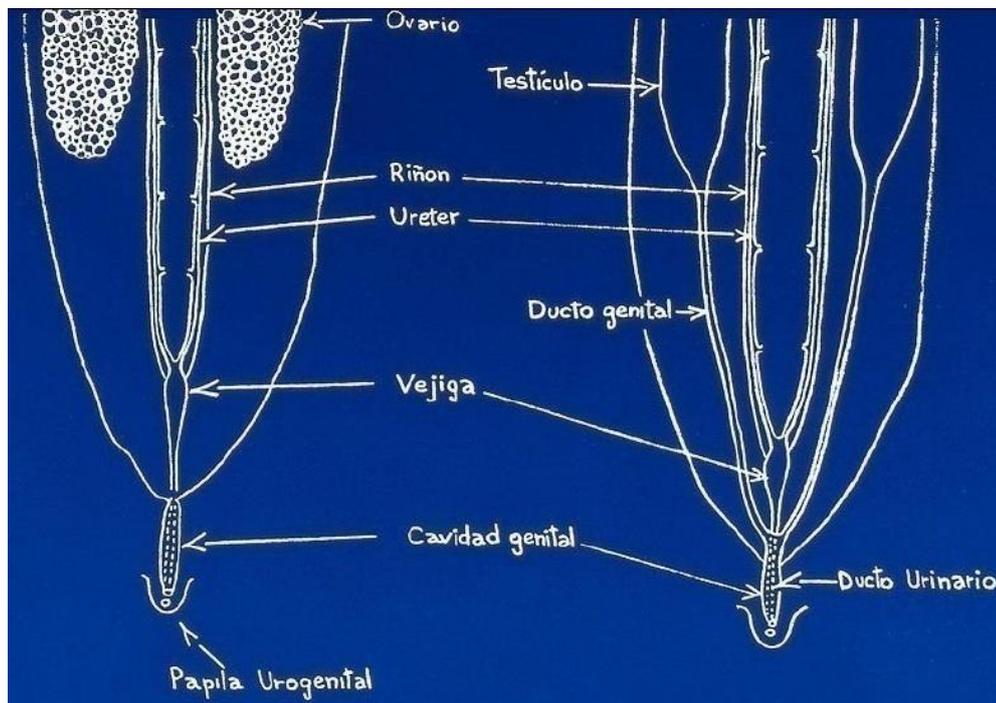
La evolución gonadal, Se refiere a la progresión de los gametos al interior de las gónadas y cuya evaluación puede hacerse de acuerdo a tablas establecidas o con criterios de observación directa. (Consa Apaza, 2014).

b) Desarrollo gonadal de la hembra y el macho salmónido

Las hembras producirán miles de óvulos a partir de los que se formarán las huevas. Los machos, al igual que los mamíferos poseen dos testículos con un conducto deferente por el cual el semen pasa al medio exterior.

La duración total del ciclo gonadal para la trucha arco iris es de aproximadamente un año, período que puede variar de acuerdo a las razas, condiciones climáticas y alimentación, (Tyler et al, 1990).

GraficoN° 02. Anatomía del aparato reproductor de Salmónidos: hembra y macho



Fuente: Francisco Estay, et. al. 1999

La obtención de productos sexuales (óvulos y espermatozoides) en cultivo intensivo de truchas arco iris, es artificial e indiscutiblemente la reproducción sigue siendo sexual. Una de las principales características que presentan es que sus órganos sexuales son indiferenciados los primeros períodos de vida, de manera que no es posible determinar microscópicamente si la glándula sexual de un ejemplar es testículo u ovario, este fenómeno es conocido como **gonocorismo indiferenciado**, el cual lo presentan las truchas en los primeros meses de vida. Hasta luego de aproximadamente 4 meses, estos órganos no adquieren la estructura histológica funcional típica. Las truchas arco iris completan su maduración sexual a los 2 años de edad con un peso de alrededor de 1,000 gramos. (Dávila y Garcés, 2007).

Existen diferencias cuando crecen en estanques (en estado de cautiverio) ya que la trucha no se puede reproducir naturalmente. Tanto los reproductores hembras y machos alcanzan la madurez sexual, sin embargo no los pueden liberar naturalmente, necesitando así la intervención del hombre para completar el proceso de reproducción (Araujo, 2007).

En época de reproducción, el fenotipo de los sexos se reconoce fácilmente. Las hembras desde mucho antes de la freza, tienen el vientre abultado y el ano prominente, redondeado y rojizo, mientras que en los machos la banda lateral irisada está muy marcada y la mandíbula inferior empieza a alargarse y curvarse.

En el proceso de reproducción se distinguen algunas fases:

El *primer estadio* se le denomina de reposo o punto de partida. Aquí las gónadas no se encuentran en actividad y son de pequeño tamaño, filiformes.

El *segundo estadio* se llama premaduración. Este inicia cuando los períodos de luz disminuyen y las gónadas comienzan su actividad fisiológica. Durante esta fase se da inicio a la gametogénesis, comienza la diferenciación especializada de células sexuales. Al mismo tiempo se engrosan los ovarios y los testículos, aumenta la vascularización y adquieren gran actividad.

El *tercer estadio* trata de la maduración específica de las células sexuales. Aquí finaliza el proceso previo de maduración y adquieren el calificativo de gametos (Blanco, 1995).

2.2.2.3. Factores asociados a los reproductores y los productos sexuales (ova-espermatozoide).

a) Factor Edad y talla

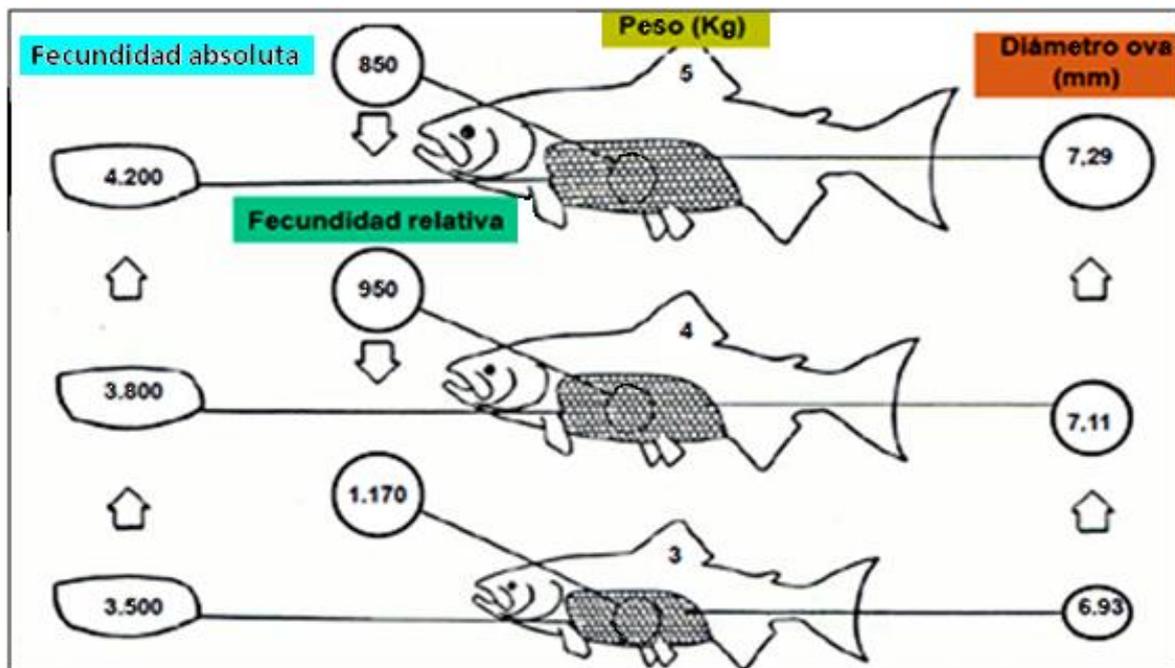
Aunque la talla del huevo tiende a ser mayor conforme es mayor la edad de la hembra, en grupos de 2 a 4 años (Kato y Kamler, 1983) no determinaron diferencias significativas en la supervivencia durante incubación, medida ésta tanto en fases parciales temprana (fertilización a embrionamiento), tardía (embrionamiento a eclosión) y total (conjunta para toda la etapa).

Según Kjorsviket *al.* (1990), existe una disminución de la viabilidad conforme pasa el tiempo, lo que se asocia a que en las hembras de mayor edad, ésta puede relacionarse con superiores contenidos de lípidos en las ovas.

En producción, se tiende a mantener grupos de hembras que se utilizan en sus dos primeros periodos de maduración, en cuanto los porcentajes de fertilización que se logran superan a los de hembras con mayor edad (Bromage y Cumaranatunga, 1988).

Para Marcel Huet, 1983, las hembras no se emplean antes de su tercer año y no deben ser utilizados después de su sexto año de edad. Las hembras más viejas de edad en este rango dan un gran número de ovas, a causa de su peso y tamaño, pero entre ellas hay una gran pérdida o una parte de los descendientes son estériles. El porcentaje de reproductores estériles aumenta con la edad, y estima que para la trucha arco iris pasa del 15 por 100 a los tres años al 50 ó 60 por 100 a los 6-7 años.

Gráf. N° 03. Relaciones biométricas reproductivas



Estay et al (1997) Reproductive performance of cultured female Coho salmon in Chile.

b) Factor ambiental

Según Bromage y Randall (2001) existen varios factores ambientales que regulan la función reproductiva en los peces. Como pueden ser, el fotoperiodo y la temperatura; que son los más importantes, especialmente en salmónidos. El principal factor es el **fotoperiodo**, ya que es determinante en la maduración y en el desove, actuando sobre el mecanismo de la pubertad, gametogénesis y ovulación. La **temperatura** del agua actúa como modulador, regulando la progresión del proceso reproductivo, como la liberación de los gametos, la fertilización, la embriogénesis, la diferenciación sexual, etc.

Mediante medios artificiales es posible manipular el fotoperiodo para poder adelantar o retrasar la maduración sexual de los reproductores, aumentar tanto en calidad como en cantidad

los productos sexuales, mejorar los índices de fertilidad, seleccionando y cambiando a los reproductores a medios ambientales óptimos (Blanco, 1995).

c) Factor nutrición

El origen primario de los componentes presentes en los huevos, es y será de acuerdo a la calidad nutricional del plantel de reproductores. Entendiendo que el desarrollo embrionario en los peces está totalmente ligado a los nutrientes almacenados en el vitelo, particularmente en salmónidos se constituye en un factor relevante, dado el prolongado periodo de dependencia del embrión por causa de los también extensos tiempos de incubación que son característicos del grupo (Knox et al., 1988).

El alimento que se suministran a los reproductores, es de la marca ALBAMEX, con un contenido de 34% de proteína, 2% de grasas, 8% de fibra cruda, 12% de humedad y 32% de carbohidratos. (Reyes Bustamante, H. 1988).

En reproductoras sometidas a restricción alimenticia total hasta 40 días antes del desove no se registran efectos ni alteraciones en la viabilidad de las ovas durante la incubación (Rafael Rosaado Puccini, 2011); sin embargo, cuando se ofrece la mitad de una ración normal durante un periodo de un año previo al desove, se presenta una disminución significativa en el tamaño de la ova producida (Knox et al., 1988), pero estas restricciones no afectan los índices de supervivencia larvaria (Bromage et al., 1992).

2.2.2.4. Células germinales de la trucha, los gametos

a) Células germinales femeninas.

Cuando hayan cumplido la madurez sexual, al promediar los dos años, en las hembras, los ovarios de una trucha en primavera, época de reposo sexual, son dos cuerpos alargados de color naranja situados debajo de la vejiga natatoria. El ovario está compuesto de gran número de folículos u óvulos muy pequeños, aproximadamente de 1mm de diámetro, dentro de los cuales está el ovocito o célula germinal femenina.

A lo largo del verano, las huevas van creciendo de tamaño gracias a la acción hormonal. Durante el otoño los ovarios ya maduros descienden hacia la cavidad del cuerpo, pudiendo alcanzar el 20% del peso total del pez. Cada huevo está lleno de yema tiene alrededor de 5.0 mm de diámetro.

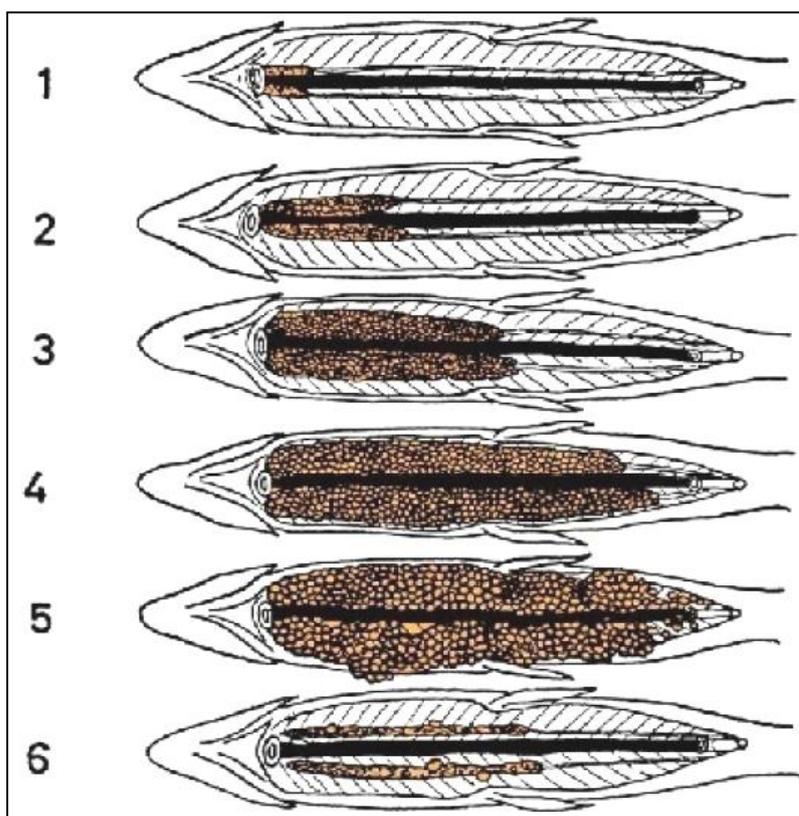
El ovario está completamente rodeado de una membrana transparente que acaba rompiéndose cuando los huevos se depositan en la cavidad abdominal del pez, justo antes del desove.

Una vez que los huevos se han expulsado, la trucha permanece con un ovario grande pero flácido, normalmente sin sangre, que poco a poco va sufriendo una regresión.

Si los huevos no pueden expulsarse del cuerpo de la hembra, lo que sucede con las reproductoras mantenidas en estanques, su contenido sufre una reabsorción progresiva, pero este proceso puede provocar la esterilidad del pez.

Aquatic Animal Pathogen and Quarantine Information System
- AAPQISAquatic Network, tomando a Knut Dahl, 1917, concluye, que los diferentes estadios de desarrollo del ovario de la trucha son: 1. “huevos inmaduros” apenas visibles, no ha frezado nunca, y no estará madura para hacerlo en el próximo periodo de cría; 2 – 5. “Madura” o sea madura para frezar: (2 – 4, en la maduración los huevos empiezan a llenar la cavidad del cuerpo y se hacen mayores; 5; madura, huevos dispuestos para ser derramados, grandes y libres en la cavidad del cuerpo); 6 vacía, los huevos han sido puestos, los ovarios se han estrechado y, a menudo, queda algún huevo en la cavidad del cuerpo. Una vez recuperado del estado vacío la trucha está “madura”.

Graf. N° 04. Ovario de la trucha en sus estadios de desarrollo



Clasificación macroscópica de los seis estados de madurez para truchas, según Knut Dahl, 1917.

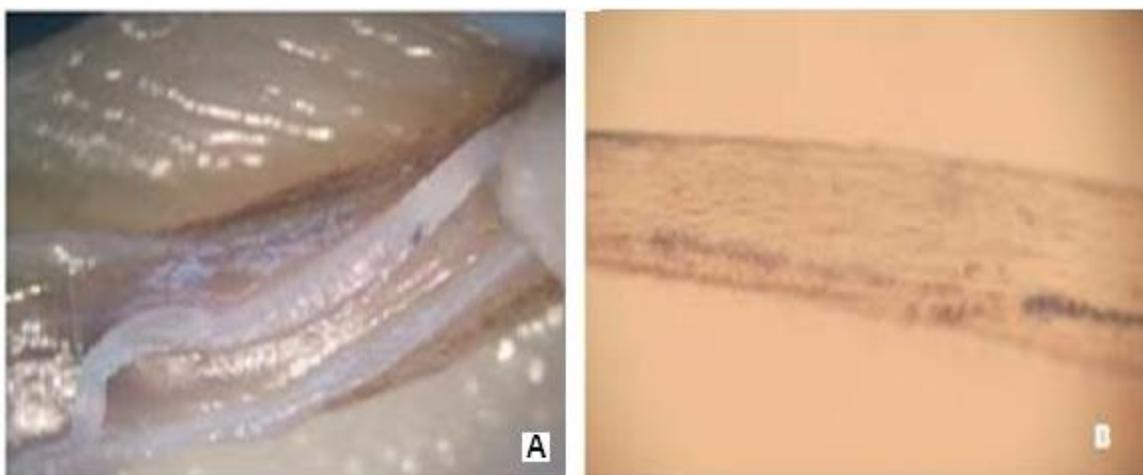
b) Células germinales masculinas.

El ciclo sexual del macho es parecido, durante principios de primavera, los testículos de una trucha adulta constituyen unas estructuras largas, estrechas, carmesíes y correosas. Alrededor de finales de junio empiezan a desarrollarse en anchura, adquiriendo un característico color crema. Progresivamente aumentan de volumen, así como la formación de esperma que se inicia a finales de verano y alcanza su máximo en noviembre–diciembre. Los testículos no llenan nunca la cavidad del cuerpo como lo hacen los ovarios.

En un grado óptimo de madurez, el buen semen “la lecha” es blanca y cremosa; la lecha mala es acuosa y grumosa. Una lecha no madura, sólo será expulsada bajo una fuerte presión y estará mezclada con sangre. La lecha está demasiado madura, si primeramente, sale un líquido acuoso, seguido de una leche igualmente acuosa (Marcel Huet, 1983).

Caracterización morfológica de los testículos de *Oncorhynchus mykiss*. Los testículos aparecen como órganos pares de forma sacular y color blanco, suspendidos en la cavidad celómica localizados paralelamente a la vejiga hidrostática, se fusionan hacia la región caudal, dando origen a un conducto deferente corto que llega hasta el poro urogenital. Están unidos entre sí por una lámina de tejido pigmentado que a su vez los adhiere a la vejiga hidrostática. Los testículos inmaduros son decolor blanco transparentes, delgados, cilíndricos y simétricos.

Graf. N° 05. Morfología de la gónada masculina de *O. Mykiss*.



A: macroscópica, B: microscópica. Veterinaria y Zootecnia. 2012, Universidad de Caldas

2.2.3. FACTORES INTRÍNSICOS EN LA CALIDAD DEL HUEVO

Este tipo de factores corresponden a aquellos que describen la ova a partir de sus atributos dimensionales o morfométricos; desde una perspectiva práctica tienen la ventaja de que constituyen un conjunto de variables cuya determinación en campo es directa y sencilla, lo que explica que su relación con la supervivencia haya direccionado o se considere en buena parte de los estudios de valoración cualitativa y cuantitativa de la calidad de las ovas.

a) Talla y peso de la ova

El crecimiento oocitario está sujeto a una serie de eventos de alta demanda metabólica y es en la denominada fase de vitelogénesis exógena donde se manifiesta el mayor desarrollo. En *O. mykiss*, en esta etapa se puede presentar hasta un 80% del crecimiento del huevo (Perazzolet al., 1999. Tyler et al.1990, registran incrementos en diámetro que van desde los 0,5 mm (límite aproximado del inicio de la vitelogénesis) hasta más de 5mm (tamaño en la ovulación).

En buena parte de los trabajos evaluativos de la calidad, los factores que son agrupados bajo el genérico de talla se refieren principalmente al diámetro, al peso del huevo y, según *Su et al. (2002)*, también al número de ovas mL⁻¹, es decir el volumen.

Desde un acercamiento biológico, la talla óptima del huevo sería aquella con la que se maximiza la supervivencia de la progenie y que, además, tiende a ser un determinante del tamaño posterior de la larva.

Algunos registros que indican que con menores diámetros se obtienen deficientes resultados en incubación, mientras que otros trabajos sugieren la falta de relación entre las dos variables y que, por tanto, permiten concluir que las dimensiones del huevo no son decisivas para definir la supervivencia (Kato y Kamler, 1983; Bromage y Cumaranatunga, 1988). Lo anterior supone que la variación en el tamaño del huevo trae como consecuencia una variación equivalente en la talla de la larva recién nacida (en longitud y en el tamaño del saco vitelino) y, a su vez, una diferencia en el tiempo de desarrollo; es decir, larvas provenientes de ovas más pequeñas presentan un desarrollo más rápido y viceversa.

b) Volumen y densidad

En realidad se trata de dos factores que han tenido poco desarrollo experimental, por lo que su posible influencia está aún por determinar. La referencia más precisa al respecto se encuentra en *Blanc (2002)*, quien comprueba una disminución en la gravedad específica conforme aumenta el diámetro de la ova. Sin presentar datos de soporte, asume que tales diferencias se relacionan con la cantidad del vitelo presente, en tanto su

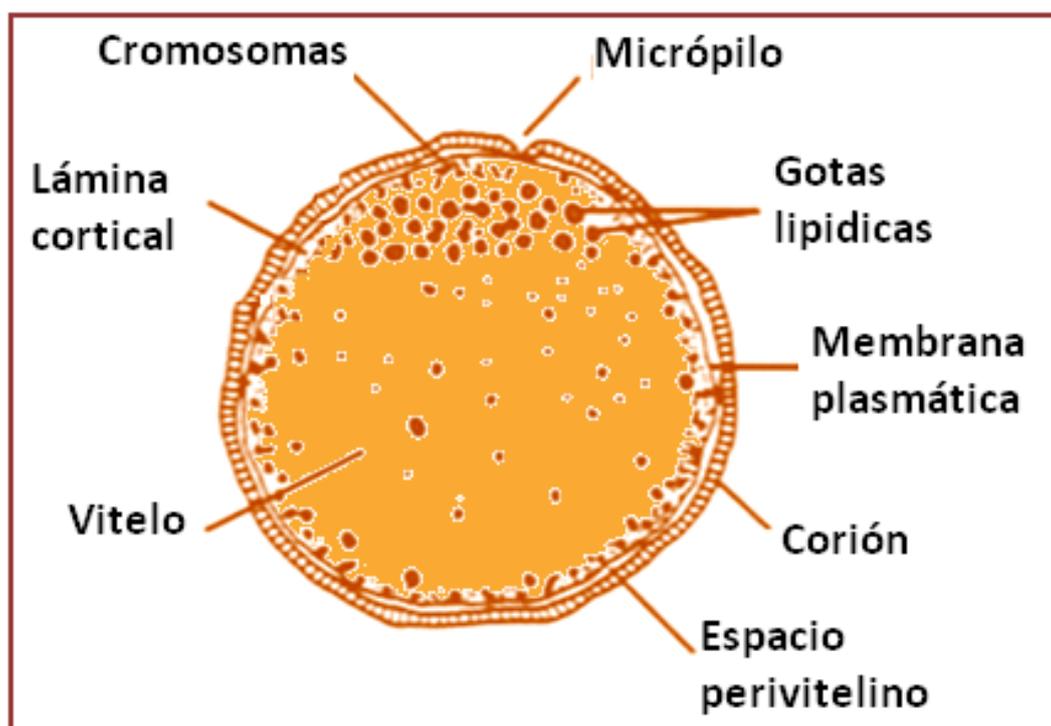
gravedad específica es menor que las otras partes del huevo, incluido el embrión. Aunque sujeta su valoración a estudios posteriores, reconoce la posible utilidad de este factor como indicador de calidad o de desarrollo.

c) **Morfología inicial**

Craik y Harvey (1984) reconocen que además de aquellas características externas que son reflejo de una evidente sobremaduración, entre ovas viables y no viables no se visualizan claramente rasgos de tipo morfológico que permitan una diferenciación *a priori*.

En general, la distribución de gotas de lípidos en la superficie de los huevos se ha utilizado en la caracterización de la calidad, especialmente en aquellas que producen huevos traslúcidos (Bromage *et al.*, 1994; Shields *et al.*, 1997).

Gráfica N° 06. Esquema del ovocito de *O. Mykiss* recién obtenido



Cortesía: Francisco Estay, Chile 2012

d) Homogeneidad

No son frecuentes las referencias que presumen que la variabilidad en la talla dentro de los lotes de huevos pueda ser considerada un factor de calidad que se pueda relacionar con la supervivencia. *Blanc (2002)* sugiere que promover el incremento de la homogeneidad en lotes de ovas puede ser una práctica de manejo productivo con perspectivas interesantes.

Entre hembras de trucha arco iris, *Su et al. (2002)* reportan un coeficiente de variación (CV) del 16,6 % en lo que se refiere a la talla del huevo, medida está en términos de volumen de la ova. Esta situación se relacionaría con la presunción de que la talla inicial puede predisponer una selección por talla en estadios iniciales post eclosión; si el diámetro es más estable (en términos de uniformidad) que el peso, se concluye que el peso del huevo podría a su vez más determinante para explicar respuestas de alta variabilidad en supervivencia como las que se dan en truchas.

e) Hidratación postfertilización

Hasta evaluaciones recientes se confirma que en el proceso de maduración del huevo en el ovario, desde periodos previos a la fase de rompimiento de la vesícula germinal hasta la ovulación, hay una significativa incorporación de agua al oocito, la que puede llegar hasta un 24,7 % en trucha arco iris (*Milla et al., 2006*). Se plantea que el proceso es paso necesario para facilitar la ovulación, posiblemente facilitando el rompimiento folicular. En sentido estricto, la hidratación es en esencia el proceso mediante el cual el oocito en maduración meiótica incorpora agua y, dependiendo de la escala de esta incorporación, los huevos se clasifican en pelágicos o demersales (*Cerdá, 2002*).

Para la trucha arco iris específicamente, el incremento en peso de las ovas obtenidas en periodos cercanos a la ovulación (= no sobremaduras) puede llegar a ser hasta de un 15%, en un proceso de incorporación de agua que finaliza entre 30 y 120 minutos postfertilización, existiendo una correlación positiva del nivel de hidratación con los resultados posteriores de eficiencia en incubación (Lahnsteiner y Patzner, 2002).

2.2.4. FACTORES ASOCIADOS A LA COMPOSICIÓN DEL VITelo

El rápido crecimiento oocitario durante la evolución reproductiva en peces depende de la incorporación de vitelogenina (VTG), un complejo de lipofosfoproteínas precursoras de las proteínas del vitelo, producida en el hígado de la hembra por mediación del estradiol proveniente de las gónadas; se secreta al plasma y se incorpora selectivamente a los oocitosvitelogénicos (*Billard, 1992; Shibata et al., 1993*).

En su concepción más amplia, el término vitelogénesis debe considerar la deposición dentro del oocito de todo el material que operará posteriormente como fuente de nutrientes para el embrión en formación, en un proceso que, al finalizar, lo habilita para ser fertilizado (*Lubzens et al., 2009*). En el crecimiento oocitario, la que se denomina como vitelogénesis endógena, indica la fase en la cual parte del vitelo es posiblemente sintetizado en el interior del huevo. Por otra parte, en la exógena, los precursores del vitelo (vitelogenina) provienen de la actividad hepática, se transportan por la sangre y se incorporan al interior del huevo.

Para el caso de trucha arco iris, Fremont y Riazi (1988) determinan que, en principales componentes, en la VTG están presentes proteínas (79 %) y lípidos (19 %); los carbohidratos aparecen con apenas un 0,3 %.

a) Proteínas

La proteína precipitable se constituye en el mayor componente de la ova (*Craik y Harvey, 1984*). En el trabajo, los autores encuentran que las relaciones definidas entre viabilidad y los contenidos de proteína precipitable no fueron significativas, cuando los niveles encontrados fueron expresados en términos del peso seco de la ova, pero se constituyen en su mayor componente (63 a 74,5 %).

En el vitelo, las proteínas están representadas mayormente por lipoproteínas (lipovitelinas) y fosfoproteínas (fosvitinas) (*Brooks et al., 1997; Wiegand, 1996*), todas derivadas de la VTG. Se almacenan en forma de glóbulos en el caso de las truchas.

b) Lípidos

Los lípidos presentes en los animales en general pueden ser divididos en dos grupos: los polares (compuestos por fosfolípidos principalmente) y los neutrales (representados por los triacilgliceroles o triglicéridos); aunque pueden ser sólidos a temperatura ambiente (grasas), en peces siempre permanecen en estado líquido (aceites). Los lípidos en general, y sus ácidos grasos, tienen varias funciones de tipo biológico entre las que se tienen el actuar como componente estructural en las membranas celulares, como precursores de mensajeros químicos y como sustratos en procesos catabólicos (*Izquierdo et al., 2001*).

Las lipoproteínas en la fracción lipídica del vitelo son principalmente lípidos polares. Particularmente, la cantidad de lípidos que se puede encontrar en huevos tiene relación con la proporción de los mismos en las dietas suministradas a las reproductoras, considerándose que su estatus es

fundamental en la viabilidad reproductiva y en la calidad de ovas de trucha (Vasallo–Agius *et al.*, 2001).

En ovas de trucha arco iris, Craik y Harvey (1984) caracterizan el contenido de lípidos totales en un rango del 22,8% al 27,5% de peso seco.

2.2.5. FACTORES ASOCIADOS AL MANEJO DE OVOCITOS

a) Fertilización

La fertilización se inicia cuando un espermatozoo penetra al huevo a través del micrópilo y se fusiona con la membrana plasmática del mismo; solo un espermatozoo puede tener acceso al oocito, debido al tamaño de la abertura del micrópilo. Algunos autores señalan que el espermatozoo infértil obstruye el micrópilo impidiendo la entrada del espermatozoo capaz de fertilizar al huevo. (Bastardo, 1992).

(*Bromage et al., 1994*). La tasa de fertilización es a menudo considerada como una medida de la calidad de los huevos y tiene utilidad dada la relativa facilidad con la que se puede determinar. El nivel de fertilización es entonces considerado en la mayoría de las evaluaciones de calidad como uno de los criterios primarios para inferir y extrapolar los posibles resultados después de la fase incubatoria; en truchas se ha demostrado reiteradamente su utilidad como indicador de éxito o eficiencia.

Billard (1992), considera que el porcentaje de alevinos comiendo es el mejor indicador de calidad; con base en esto, se debe reiterar lo anteriormente anotado sobre la percepción y variaciones que se presentan en la definición de los posibles indicadores y su real utilidad.

b) Sobremaduración

La sobremaduración es tal vez la variable de mayor incidencia en la escala de fertilización potencialmente asequible para una puesta determinada, por lo que determinar su efecto se convierte entonces en un aspecto fundamental para interpretar la viabilidad posterior.

Está relacionado en función al tiempo que transcurre desde que se produce la ovulación hasta que la actividad de desove es efectuada por o sobre la hembra. Superar por exceso la ventana temporal que es óptima para la extracción postovulación significa la modificación de parámetros que influyen clara y negativamente sobre la viabilidad del huevo, en una reducción progresiva conforme el tiempo de retención en la cavidad celómica de la hembra aumenta, lo que ha sido ampliamente documentado (Bry, 1981; Bromage *et al.*, 1994; Azuma *et al.*, 2003); alteraciones similares debidas al forzamiento temprano del desove (o submaduración).

En salmónidos, la cuando la ovulación ocurre en cautiverio, las ovas permanecen en la cavidad celómica, inmersos en el fluido ovárico o celómico (Huguninet *al.*, 2008), o peritoneal (Lahnsteiner, 2002). Para truchas mantenidas a 10°C, este tiempo se estima entre 4 y 6 días para los máximos (Bromage *et al.*, 1994) y de 7 a 10 días para obtener medias de fertilización aceptables, en 13°C, la reducción en la fertilización ya es significativa a los 9 días post ovulación y a los 12 días la proporción de ovas embrionadas alcanza un 27,6% respecto al casi 90% que se registra en las ovas extraídas y fertilizadas en el tercer día post ovulación (Bry, 1981).

c) **Fecundidad**

Desde esa perspectiva, calcular la escala de la fecundidad (fecundidad relativa: huevos por unidad de masa; fecundidad absoluta: huevos por individuo) en una actividad de desove podría ser considerado un factor de calidad. La dificultad práctica de esta posible consideración está en los valores de referencia que operarían como comparativos, en tanto otras variables particulares pueden intervenir, por ejemplo, en la retención de las ovas en la cavidad celómica de la hembra; además de una extrusión imperfecta (exclusivamente por manejo)..Zanghet *al.* (1990) encuentran tanto influencias de tipo genético como de manejo (dietas) en la proporción de la retención y establecen que, con una alta variabilidad entre individuos, esta puede llegar a ser de casi un 15% del volumen medio de las ovas producidas. Con base en lo anterior, se puede considerar que, más que un indicador de la calidad en términos estrictos, la medición de la fecundidad (en ovas kg-1) podría ser un elemento primario para la eliminación de una puesta en el caso en el que esta sea claramente inferior a la que se establece para la especie. (Rosado Puccini, 2011).

2.2.6. INSTALACIONES Y EQUIPOS BÁSICOS PARA LA FREZA, INCUBACIÓN Y REINCUBACIÓN DE OVAS.

2.2.6.1. Infraestructura hidráulica.

Las unidades productivas convencionales, dependiendo del nivel de producción a lograr, pueden utilizar los siguientes componentes, los mismos que en su diseño y construcción tomaran en cuenta el caudal de agua a aprovechar:

- a) **Bocatoma.**Llamada también “toma de agua” o “sistema de captación de agua”. Es una obra de importancia cuyo fin es captar el agua del curso normal del río.

b) Canales:

- **Canal principal.** Construida a continuación de la bocatoma, tiene por finalidad conducir el agua requerida por las instalaciones piscícolas (estanques) e instalaciones complementarias.

- **Canal aliviadero o de derivación.** Es una estructura que ha sido construida con la finalidad de aliviar el exceso de agua que entra por la Bocatoma.

- **Canal de distribución o canales secundarios.** Son aquellos que a partir del canal principal, permiten distribuir el agua a cada batería de estanques a través de conductos laterales (canales o canaletas) para cada estanque.

- **Canales de desagüe.** Colecta el agua de la salida de los estanques para llevarlos por lo general de regreso al río, o en su defecto otros estanques (segundo uso).

c) Desarenador. Conocido como pre filtro, se ubica generalmente en el transcurso del canal principal. Está construido con la finalidad de reducir la velocidad el agua permitiendo sedimentar las partículas en suspensión como grava y arena.

d) Filtro. Es la infraestructura que se ha diseñado para proveer de agua libre las partículas finas en suspensión para una buena productividad y respiración de los peces, se utiliza por lo general para las etapas iniciales del cultivo. (FONDEPES, 2014)

2.2.6.2. Infraestructura piscícola (sala de incubación y/o reincubación)

La sala de incubación, es una infraestructura fundamental dentro del centro de producción, dedicada exclusivamente a la producción de alevines de trucha, diseñada especialmente para el desarrollo desde la primera fase que es la freza o desove, pasando por la etapa embrionaria, de nacimiento hasta el primer alevinaje.

Este tipo de instalaciones para su óptima funcionalidad, requieren ciertas características fisicoquímicas del agua, en relación a la temperatura preferentemente que oscilen entre 8°C a 10°C, con altos tenores de oxígeno, conflujo constante y cristalinas todo el año.

Entre los equipos de mayor importancia en una Sala de Incubación están las artesas, que es el material indispensable para contener los bastidores con ovas embrionadas hasta la eclosión para posteriormente contener a las larvas. (FONDEPES, 2014).

Igualmente para el manejo de reproductores, se puede utilizar Jaula flotantes. Una jaula flotante es una estructura compuesta por estructuras rígidas, sobre la que se apoya un sistema de flotación en grandes masas de agua (lagos y lagunas).

En la instalación de jaulas flotantes, para favorecer la circulación de agua y reducir el riesgo de contaminación del fondo por las excretas, que también son perjudicial para los reproductores, las jaulas deben ubicarse en lugares de al menos 15m de profundidad; así mismo, se debe evitar zonas de corrientes fuertes para prevenir posibles daños y problemas de manejo con las jaulas.

En Jaulas con dimensiones de 5x5; 6x6 metros por lado y entre 3,5 y 4,5 metros de profundidad se pueden mantener sin problemas, con una densidad de 10-15 Kg/m³.

2.2.7. REPRODUCCIÓN, INCUBACIÓN Y REINCUBACIÓN DE OVAS

El agente principal para el mantenimiento de los huevos y alevines es el agua. Su calidad o idoneidad está definida por sus aspectos físicos, químicos y biológicos, (Valladares, 2002).

Otro factor a considerar es la edad, la hembra joven puede desovar de 1000 a 1500 huevos por kilogramo de peso vivo; hembras de dos años y cuyo peso es de 1 kg pueden desovar aproximadamente 2.500 huevos y hembras de tres años con un peso de 2 kg desovan aproximadamente 3500 huevos, de ahí que la marcación, identificación y/o separación de los animales repercute determinan-temente en los programas reproductivo y productivo y, por tanto en el manejo genético de la colonia. (Muñoz I. 1999).

2.2.7.1. Freza e incubación

La reproducción de la trucha en estas latitudes, se inicia a fines del mes abril y se prolonga hasta el mes de septiembre, siendo los meses de mayo a juliolos de mayor actividadreproductiva, los períodos de desove son anuales, es decir las truchas desovan una vez por año, esta actividad se realiza tanto en ambientes naturales, como en forma artificialsiempre y cuando se encuentren las condiciones apropiadas.

Para llevar a cabo la reproducción artificial de la trucha es indispensable contar con:

- a) **Plantel de reproductores.** Constituido por cierta cantidad de truchas adultas tanto hembras como machos, que constituyen el plantel de reproductores y de donde se obtendrán las ovas. Es conveniente que algún tiempo antes de la reproducción se separe las hembras de los machos.
- b) **Sala de incubación.** Ambiente apropiado donde se realiza la incubación de las ovas. La fuente de abastecimiento de agua deberá proveerse con agua clara sin turbidez.

El manejo durante la temporada reproductiva especialmente en las hembras seleccionadas, a quienes se le debe realizar una rigurosa rutina de palpación, realizándolo por lo menos una vez por semana para detectar precozmente la ocurrencia de ovulación, así se evita la sobre maduración de las ovas que disminuye o anula su capacidad de ser fecundadas.

En los machos la viabilidad de los espermatozoides es más prolongada, un semen de buena calidad, es de color blanco o levemente rosado de consistencia lechosa a cremosa, debiéndose evitar una consistencia acuosa y grumosa. La técnica de motilidad espermática es muy útil para determinar su calidad, en un semen de buena calidad la motilidad es inicialmente explosiva y se mantiene activa por lo menos durante 20 a 15 segundos.

De esta manera la freza o el desove constituyen la liberación de los gametos de los óvulos en las hembras y los espermatozoides en los machos. Para tal procedimiento de obtención de gametos es aconsejable que los reproductores estén anestesiados para facilitar la extracción y disminuir el estrés y eventuales golpes. La sedación se efectúa

introduciendo los peces en una solución de anestésico durante unos 2 a 3 minutos, por ejemplo los tranquilizantes comerciales utilizados son: Clorobutanol (0.5 g/l), Metano sulfato y Quinaldine, la mezcla de estos dos últimos a 12 ° C es 20 mg/l.

Existen 4 métodos de fertilización, siendo el método más recomendado el denominado “seco”, debido a que logra una mayor proporción de fecundación y consiste en recoger los huevos en un recipiente bien seco y limpio, depositando sobre ellos el semen del macho y sólo después de la fecundación se les incorpora el agua.

El método “húmedo” no es muy recomendable debido a que en el agua el esperma pierde su poder de fecundación, y también porque el micrópilo del huevo se obstruye en el agua, lo que impide su fecundación.

Últimamente se está implantando el método de inyección de aire, que en los países nórdicos ya es muy usual, que consiste en la introducción en la cavidad abdominal de aire, que presionan uniformemente los huevos maduros. Se opera inyectando el aire mediante una aguja hipodérmica, unida a una bombilla manual que hará la presión necesaria, terminada la operación se aspira el aire precedentemente inyectado. Las ventajas son evidentes: uniformidad de presión sobre toda la masa de huevos maduros. Flujo de salida regular y por lo tanto seguridad de obtener huevos íntegros sin que el pez, por impericia del operador, sufra lesiones que perjudiquen su vitalidad (Turli, 1970).

Las agujas utilizadas son de calibre 18-21 y de una longitud 2.5-3 cm. Dependiendo del tamaño de pez y la presión del aire, equiparable a 2.5-3 libras. Una vez conseguida la expulsión, se retira la aguja y el aire se expulsa al comprimir el abdomen (Blanco 1995).

En el proceso de inseminación es importante que al extraer los huevos de la trucha, no se los separe del líquido celómico que los acompaña, debido a que este líquido favorece la movilidad del espermatozoide, aumenta la amplitud de los desplazamientos y prolonga su vida.

El semen y los huevos extraídos de las truchas se pueden mezclar con una pluma de ave; luego de cinco minutos de mezcla se les agrega agua y se vuelve a mezclar varias veces para dejar luego en reposo durante 10 – 20 minutos; pasado el reposo se lavan los huevos fertilizados para eliminar el exceso de semen, los posibles restos de huevos deteriorados, el líquido celómico y el excrementos que haya podido salir si es que no se tuvo a las reproductoras en ayuno. Cuando los huevos están limpios son puestos en las incubadoras. (Alvarado de Alizio, Herminia y Bastardo de Colmenares, Hilda; “Producción de Truchas”).

Asimismo, se deben realizar controles de maduración cada dos días para que las ovas no sobre maduren. El piscicultor debe gotear con aceite las ovas maduras ya que aquellos que sobrepasaron su madurez se concentran en un solo lugar.

El desove manual se procede colocando, apacibley suavemente, masajeando el abdomen del pez, desde dos pulgadasde los opérculos hasta

dos pulgadas cerca del poro genital de forma caudal, recogiendo las ovas en una bandeja seca.

En seguida, se debe vaciar el semen en una coladera para que las heces fecales y la sangre coagulada no se mezcle, luego debe lavarse las ovas en una solución salina, es decir 10 gramos de sal común en un litro de agua, para librarlos de mucosidad y de detritus.

Se debe mezclar con las ovas, en seco, con una pluma de gallina para evitar los daños mecánicos, se adiciona agua fresca para facultar a los espermatozoides, luego se deja actuar a los espermatozoides durante 5 minutos se lava la leche y se colocan los huevos fecundados en las artesas de incubación (Departamental Agropecuario, del Gobierno Autónomo de Oruro, Bolivia, 2004).

Los huevos se van fertilizando mientras van siendo puestos por la hembra. En un cm^3 de esperma se calcula que hay unos 10.000 millones de espermatozoides (Según Schlenk Kumann). El esperma, se hace activo cuando entra en contacto con el agua, siendo atraído por la hueva. El espermatozoide sólo tiene un minuto de vida una vez que ha entrado en contacto con el agua, y además sólo uno puede penetrar en la hueva por un solo punto llamado micrópilo.

Asimismo la hueva al entrar en contacto con el agua también se hidrata por lo que el micrópilo se va cerrando. A pesar de estas dificultades se calcula que hay una fertilidad del 90%.

La proporción recomendada para las culturas comerciales de trucha arco iris es de 10×10^6 espermatozoides por huevo. Proporciones de

$3,5 \times 10^6$, $2,7 \times 10^6$, 20×10^6 y 16×10^6 espermatozoides por huevo han sido usadas para el semen criopreservado (Araujo, 2007).

La carencia del acrosoma en el espermatozoide, es compensada por la presencia del micrópilo, que es un agujero en el corion del huevo y ayuda a la penetración de los espermatozoides (Cosson, et. al. 1999).

Después de la mezcla de los gametos (lecha y huevo), se debe dejar reposar en balde con ovas por cinco minutos en ambiente frío y protegido de la luz.

Luego del reposo, agregar agua limpia a chorro, al interior del balde con las ovas, lavando con abundante agua arrastrando los restos de semen (ovas reventadas, material fecal, coágulos de sangre, ovas sobremaduras, etc.). Repetir este proceso varias veces eliminando todas las impurezas.

Posteriormente, las ovas lavadas son hidratadas con abundante agua limpia a chorro moderado por lo menos 30 minutos aproximadamente.

Una vez que la hueva ha sido fecundada, se hace impermeable al agua y el embrión comienza su desarrollo gracias a las reservas nutritivas de la yema del huevo. El embrión necesita un importante aporte de oxígeno para sobrevivir, que no solo entra por difusión del agua circundante sino que es necesaria una cierta circulación de agua por su superficie, para renovar el agua cuyo oxígeno ya ha sido consumido.

En cuanto a la incubación en bastidores y artesas, Se recomienda que la cantidad máxima sembrada por bastidor sea de 500 mL, para lograr una adecuada oxigenación de las ovas.

Para la incubación y/o reincubación bajo este rango de temperatura (8°C-10°C), existe otras experiencias como lo menciona con el ejemplo siguiente:

Caudal de agua de 1 L/min para 1000 ovas embrionadas

1 Artesa (contiene 5 bastidores)

Se cargará con 1 litro de ovas embrionadas/bastidor en promedio Ovas de 5 mm diam. = 9800/L

1 bastidor = 9,800 x 5 bastidores = **49,000 ovas**

1 L/min ---- 1,000 ovas embrionadas

x ----- 49,000 ovas embrionadas= 49 l/min

1 Artesa = 49 l/min = 0.82 l/s

La Sala de Incubación para la producción de 500 millares de alevinos requiere un caudal de agua aproximado de: 0.82l/s x 10 artesas = 8.2 l/s(Considerando solo una siembra / año), (FONDEPES, 2014).

2.2.7.2. Reincubación de ovas embrionadasimportadas

El Manual de Crianza de Truchasde FONDEPES, 2014, basado en investigaciones nos recomienda las siguientes acciones:

a) Actividades y acciones enla apertura de las cajas de ovas

Para realizar un correcto manejo de las ovasembrionadas, se requiere utilizar lossiguientes materiales: Termómetro, jarros deplástico graduados, desinfectante yodado, hielo (preparado con aguade cultivo, en este último caso, debe estardispuesto en bolsas de nylon que no esténrotas), tanque de desinfección (con

flujocerrado), tanque de aclimatación (con flujoabierto), probetas e incubadoras.

b) Procedimiento a ejecutar durante el desembarque de ovas

Este procediendo se debe realizar en el interior de una sala de incubación, utilizando baja iluminación y asimismo, es recomendable que la temperatura ambiental sea la más baja posible (08°C a 10°C). Una vez abiertas las cajas, se debe retirar la bandeja superior que solo contiene hielo y utilizarlo para bajar la temperatura del agua (si fuera necesario) que se utilizará en la desinfección. Luego se debe introducir cuidadosamente un termómetro entre las ovas con el fin de conocer la temperatura a la que se encuentran, seguidamente, se procede de la siguiente manera:

- Aclimatación de ovas embrionadas:

Los embriones deben ser trasladados rápidamente al sistema de aclimatación, el que contendrá agua a la misma temperatura que las ovas. Una vez introducidas las ovas, se debe abrir levemente el flujo del tanque o artesa, con el fin de que la temperatura del agua se incremente en aproximadamente 1°C/hora. Así, si existe un gradiente térmico de 4°C entre las ovas y el agua de cultivo, se deberá intentar que en cuatro horas se alcance la temperatura de la unidad productiva. Mientras se realiza la aclimatación, se puede realizar la cuantificación del total de ovas

embrionadasrepcionadas, ya sea por el método de Von Bayer u otro.

- **Hidratación de las ovas**

Las ovas durante el traslado se deshidratan, razón por la cual, se debe recuperar el balance hídrico de los embriones una vez abierta las cajas. Esto se realiza utilizando agua que se encuentre a la misma temperatura de las ovas embrionadas, agregándola en flujos intermitentes durante aprox. 15min.

- **Desinfección de ovas**

Luego de hidratar las ovas, deben ser desinfectadas con algún compuesto yodado a una concentración de 100 mg/l de yodo activo por un tiempo de 10 min.

- **Estabulación de ovas embrionadas**

Una vez que las ovas embrionadas han alcanzado la temperatura del agua de cultivo de la unidad productiva, pueden ser trasladadas al sistema de incubación, según metodología estándar de la actividad acuícola.

- **Cuantificación de ovas**

Para el conteo de ovas fertilizadas, se utiliza el método de Von Bayer, el mismo que consisten colocar en fila tanto ovas como alcancen en una canaleta en forma de "V" que mide exactamente 12 pulgadas o 305 mm, a fin de contar posteriormente el número de huevos.

Esta operación se repite varias veces con el objeto de obtener un valor promedio, con el cual se ingresa a la Tabla de Von Bayer (Tabla N° 01), y se determina la cantidad total de huevos en una unidad de volumen.

Ejemplo de Cuantificación de ovas

Cuadro N° 04. Resultado de Cuantificación de ovas

Conteo	1	2	3	4	Prom.
N° de ovas	57	56	57	57	57

Fuente: Manual de Producción de truchas (FONDEPES), 2014

Luego, el promedio obtenido en la regla es de 57 ovas. En la Tabla Von Bayer se observa que para 57 ovas en la regla le corresponde 7,620 ovas/litro.

Si para el ejemplo el volumen total de las ovas es de 25 litros, entonces tenemos que, el número total de ovas embrionadasrepcionadas es de: $(7,620 \text{ ovas/L}) \times (25\text{L}) = 190,500$ ovas embrionadas.

Tabla N° 01. Tabla para determinar el número de huevos de truchas, adoptada por "Von Bayer"

N° DE HUEVOS EN 305 mm 12 "	DIAMETRO DE LOS HUEVOS		NUMERO DE HUEVOS EN:			UNA ONZA 29.57 CC.
	mm	pulg.	1/4 Gln.	Litro	100 cc.	
34	8.95	0.353	1538	1625	162	38
35	8.71	0.343	1677	1772	176	52
36	8.45	0.333	1833	1939	193	57
37	8.23	0.324	1990	2105	210	62
38	8.02	0.316	2145	2268	226	67
39	7.65	0.308	1316	2447	244	72
40	7.62	0.300	2506	2650	254	78
41	7.44	0.293	2690	2845	284	84
42	7.26	0.286	2893	3058	304	90
43	7.09	0.279	3116	3295	328	97
44	6.94	0.273	3226	2518	352	104
45	6.98	0.267	3555	3760	375	111
46	6.62	0.261	3806	4025	402	119
47	6.47	0.255	4081	4320	433	128
48	6.35	0.250	4331	4580	457	135
49	6.22	0.245	4603	4870	487	144
50	6.10	0.240	4895	5175	517	153
51	5.96	0.235	5214	5510	551	163
52	5.87	0.231	5490	5800	582	172
53	5.74	0.226	5862	6200	619	183
54	5.64	0.222	6185	6535	653	193
55	5.54	0.218	6531	6905	690	206
56	5.44	0.214	6905	7300	730	216
57	5.36	0.211	7204	7620	761	225
58	5.26	0.207	7630	8070	805	238
59	5.16	0.203	8089	8550	855	253
60	5.08	0.200	8459	8950	893	264
61	5.00	0.197	8851	9360	937	277
62	4.92	0.194	9268	9800	980	290
63	4.85	0.191	9712	10260	1026	304
64	4.77	0.188	10184	10750	1075	318
65	4.70	0.185	10688	11300	1130	334
66	4.62	0.182	11225	11880	1188	351
67	4.54	0.179	11799	12475	1248	369
68	4.49	0.177	12203	12900	1289	381
69	4.42	0.174	12846	13590	1357	401
70	4.34	0.171	13533	14325	1430	423
71	4.29	0.169	14020	14840	1480	438
72	4.24	0.167	14529	15380	1535	454
73	4.16	0.164	15341	16239	1620	479
74	4.12	0.162	15916	16830	1680	497
75	4.06	0.160	16521	17480	1745	516
76	4.01	0.158	17157	18140	1812	536
77	3.96	0.156	17825	18850	1883	557
78	3.91	0.154	18528	19500	1950	579
79	3.80	0.152	19270	20380	2035	602
80	3.81	0.150	20050	21130	2120	627

Cortesía: Aqua San Pedro, 2015, Hyo.

Una vez que haya realizado los pasos para la recepción y conteo de las ovas, es el momento de pasarlas a sus incubadoras.

Existen muchos sistemas de incubación y es importante encontrar uno que se adecúe a sus necesidades y presupuesto. Los tres sistemas más comunes de incubación son:

- Bateas de incubación horizontales ("California trays")
- Incubadoras de jarro con flujo ascendente ("MacDonaldJars")
- Incubadoras verticales de bandejas ("HeathTrays"). (Troutlodge, USA).

La colocación para la eclosión, independientemente del sistema que se use, es recomendable asentar la huevo extendida en una sola capa, sin amontonamientos y asegurar un correcto caudal que transporte oxígeno por toda la superficie y evite así zonas sin renovación.

Algunos piscicultores utilizan las perforaciones alargadas (unos 3 x 12 milímetros) que mantienen al huevo y cuando eclosiona, el alevín cae, dejando sobre la bandeja los huevos no eclosionados. Este sistema es bueno siempre que el alevín al nacer caiga sobre otra bandeja con perforación de 1 milímetro y lo mantenga con una buena oxigenación; evitando así la muerte de alevines que se produce con el amontonamiento en determinadas zonas de la pila de incubación. Cuando los alevines comienzan a nadar separados del fondo, es el momento de iniciar la alimentación y de pasarlos a las pilas de alevinaje.

Es recomendable mantener tanto a ovas como alas larvas en penumbra y tranquilos, hasta la reabsorción de la vesícula vitelina. (Ovapiscis, España, 2012).

2.2.8. DESCRIPCIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS EN MANEJO Y CONTROL DE OVAS, LARVAS Y ALEVINES DE TRUCHAS ARCO IRIS

2.2.8.1. Manejo de ovas embrionadas y en eclosión

La duración de la incubación no es por el número de días, sino que es un sumatorio de un gradiente de temperatura del agua, Unidad Térmica Acumulada, (UTA). Así, un huevo de trucha necesita una media de 400-460 UTAs. En cuanto a las ovas embrionadas en reincubación, desde su llegada tardan en eclosionar entre 50-100 UTA, si la temperatura del agua de la unidad productiva se encuentra en 10 °C en promedio.

Las ovas son despachadas con 245 UTAs, lo que significa que llegarán con ~65 UTAs (6.5 días a 10 °C) faltantes antes de la eclosión. (*Troutlodge, USA*).

Durante este lapso se van extrayendo los huevos muertos con una bombilla para evitar la contaminación de los huevos sanos y aumente la mortalidad.

Las variaciones bruscas de temperatura suelen ser mortales. Los huevos son muy sensibles a los choques mecánicos en sus primeros estadios hasta la fase de ojo. Esta fase se denomina así porque pueden distinguirse los ojos del pez a través de la cáscara.

Es importante mencionar que luego de realizada la incubación de ovas embrionadasrepcionadas en la unidad productiva, toda la información al respecto tiene que ser registrada y archivada adecuadamente, debido a que esta información dará inicio a un nuevo lote de cultivo en la unidad productiva.

En la fase de eclosión, la membrana (cascaron) de la ova se rompe por disolución enzimática, y por coleteo del embrión, eclosionando la larva de 18 mm de largo, el tiempo ya dijimos, depende de la temperatura del agua. (FONDEPES, 2014).

A partir de este momento, incubación, los peces van a vivir una de las fases más crítica de su vida: la eclosión, la reabsorción de la vesícula vitelina, el despegue del fondo y el inicio de la alimentación.

Sin duda el mantenimiento y control de ovas en incubación, se dan en sus tres sub etapas, como lo sugiere la Compañía Pesquera española Aqua Search:

- **Pre eclosión.** Etapa comprendida desde la incubación o reincubación hasta el inicio de la eclosión. Controlar diariamente:
 - Temperatura: 6-8°C
 - pH: 6,7-7,2
 - O2: 80-100%. No superar 103%
 - CO2: <10 mg/l.

El principal problema en esta etapa es sin duda la Mortalidad. Teniendo controlados los parámetros químicos, la principal causa de problemas (aborto y mortalidad) es debida a las altas fluctuaciones de temperatura. Picadura de hongo, coagulación de vitelo, aborto embrionario.

- **Eclosión.** Desde inicio hasta 100% de eclosión. Igualmente controlar la calidad de agua diariamente:

- Temperatura: 6-8°C;
- pH: 6,7-7,2;
- O₂: 8 mg/l;
- CO₂: <10 mg/l;
- Flujo: 8 -10 l/min.

Los tratamientos más frecuentes son: Remover frecuentemente restos de corion y ovas muertas (sustrato para proliferación de microorganismos); Evitar tocar y/o remover los alevines con saco; Evitar los manejos. La principal causa de mortalidad: Aborto (el alevín no logra concretar la eclosión).

- **Absorción de saco vitelino (Etapa larvaria)**. Desde finalizada la eclosión hasta que se inicie la alimentación. El alevín se mantiene al fondo. No requiere alimentación externa.

- Temperatura: 10-12°C
- pH: 6,7-7,2
- O₂: 8 mg/l*
- Flujo:8-10 l/min

Entre los principales problemas en esta etapa, podemos destacar: Alargamiento de saco vitelino con o sin estrangulación, ruptura de saco y muerte e infecciones; por causas:

- Físicas: flujo, densidad y/o temperatura elevada
- Químicas: sobresaturación de gases, aumento de algunos metales.
- Biológicas: infecciones por hongos, bacterias (flavobacteria) o parásitos (hexamitas).

Cuyas consecuencias se ven reflejadas en un mal inicio en la primera alimentación (cabezas de alfiler, bajo peso inicial, peces menos robustos). (AQUA SEARCH, TheTroutBreeding Company, 2012).

2.2.8.2. Manejo en fase larvaria

Hablaremos desde el nacimiento del alevín, en donde la membrana del huevo es disuelta por enzimas desde el interior. El alevín mide solamente unos 18 mm, tiene una gran vesícula vitelina que le cuelga por debajo, la cual contiene las reservas alimenticias para esta primera etapa. Se distingue claramente el corazón latiendo y los principales vasos sanguíneos, ya que su cuerpo es prácticamente transparente. (ACOSTA G, 2011).

Esta fase puede durar entre 15 a 30 días, dependiendo de la temperatura del agua de cultivo, o 300 UTAs si la temperatura del agua de la unidad productiva es 10 °C en promedio. Ver Tabla N° 02.

Tabla N° 02. Tabla de desarrollo para eclosión y primera alimentación en trucha arco iris para distintas temperaturas.

TEMP. C°	ESTADO DE DESARROLLO			
	Eclosión		Inicio de Aliment.	
	Dias	UTAs	Dias	UTAs
5.0	70.7	353.4	127.6	637.8
5.5	65.1	357.8	118.1	649.4
6.0	59.9	359.7	109.5	656.9
6.5	55.3	359.3	101.7	661.2
7.0	51.0	357.3	94.7	662.8
7.5	47.2	354.0	88.3	662.0
8.0	43.7	349.6	82.4	659.4

8.5	40.5	344.7	77.1	655.2
9.0	37.7	339.4	72.2	649.8
9.5	35.2	334.0	67.7	643.3
10.0	32.9	328.6	63.6	635.9
10.5	30.8	323.7	59.8	627.9
11.0	29.0	319.1	56.3	619.3
11.5	27.4	315.3	53.1	610.3
12.0	26.0	312.1	50.1	601.0
12.5	24.8	309.8	47.3	591.4
13.0	23.7	308.4	44.7	581.7
13.5	22.0	307.8	42.4	571.9

Fuente: José Miguel Pelayo

En este estadio, se puede observar la presencia del saco vitelino, el cual provee reservas nutritivas para su alimentación hasta que su desarrollo fisiológico les permita recibir alimento exógeno. En este nivel ya se encuentran en condiciones de nadar libremente.

Es recomendable iniciar el suministro de alimento cuando el pez haya absorbido aproximadamente 50% de su saco vitelino, afin que la larva se vaya familiarizando con el alimento inerte, y no tener problemas al momento que tenga que ingerirlo. Se empleará alimento balanceado en polvillo, esparciendo lentamente sobre la artesa, con una frecuencia de 10 - 12 veces por día. (FONDEPES, 2014).

El alevín empieza a comer antes de que sus reservas del saco vitelino se hayan agotado. Por tanto la alimentación debe realizarse cuando ascienden nadando entre el 10 – 25% de los alevines. Si se alimenta demasiado pronto puede haber infecciones del saco vitelino y si se hace tarde vivirá de sus reservas alimenticias de su vitelo y de su grasa corporal, situación que se puede hacer irreversible.

La alimentación debe iniciarse cuando los alevines aún disponen de 1/3 a 1/4 de sus reservas vesiculares, normalmente necesitan una semana para habituarse al nuevo alimento. El alimento de alevines debe ser en polvo o migajas. La distribución debe hacerse lentamente y esparcido sobre la superficie. (Consultoría, 2012).

- **Parámetros ambientales para la primera alimentación:**

- Temperatura: 10-14°C
- pH: 6,7-7,2
- O₂: 80-100%. No superar 105%
- CO₂: <10 mg/l

- **Puntos críticos:**

- Establecer una estrategia de alimentación que permita a los peces crecer al máximo, sin deteriorar el ambiente.
- Inspección diaria con retiro oportuno de mortalidad
- Evitar fluctuaciones de luminosidad y temperatura

- **Consideraciones:**

- Unidad Térmica Acumulada

Incubación normal: alrededor de 610-620 UTA

Incubación de frío: alrededor de 500-600 UTA

- Actividad de los peces:

Alimentar con un nivel de levante de entre 85-90% de la población.

Inicio temprano: Menor crecimiento y mayor mortalidad.

El alevín con saco muere.

Inicio tardío: Alto porcentaje de peces desnutridos con poca capacidad de mejorar. Son peces débiles que pierden agresividad. (AQUA SEARCH, TheTroutBreeding Company).

2.2.8.3. Manejo de alevines

Cuando el total de los peces eclosionados estén en etapa alevino, se debe continuar con el suministro del alimento balanceado tipo pre-inicio e inicio, con una frecuencia de alimentación de 8 - 10 veces por día. En esta etapa las truchas empiezan a desarrollarse en forma desigual, siendo necesario iniciar la selección por tamaño. Lo recomendable es establecer una selección cada 15 -20 días, tratando de evitar el estrés a los alevinos. (FONDEPES, 2014).

Los alevines son criados tradicionalmente en tanques de fibra de vidrio o concreto, preferentemente de forma circular, para mantener una corriente regular y una distribución uniforme de los alevines, pero también se encuentran tanques cuadrados. Los tanques son usualmente de 2 m de diámetro o cuadrados de 2 x 2 m, con profundidades de 50-60 cm. El agua es ingresada al costado del tanque usando una tubería acodada o una barra con rociadores para crear una circulación de agua. El drenaje está en el centro del tanque y está protegido por una cortina de malla. (FAO *Estadística Pesquera para O. mykiss*, 2006).

a) Inicio de Alimentación.

Hasta los 25 días los alevines permanecen en las artesas colocadas en las pilas, la densidad puede ser de 10 mil por metro cuadrado, a los 25 días tienen un peso de 0.13 gramos y en nueve semanas pueden alcanzar una talla de 5.20 centímetros y un peso

de 1.42 gramos. La conversión alimenticia es de 0.86. Con 10 gramos de alimento se alimenta a 10.000 alevinos, 10% de su peso aproximadamente, antes de cumplir los 25 días. (Consultoría, 2012).

Otro ejemplo, para 50 millares de alevinos, podemos iniciar pesando 100 g. de alimento, que será distribuido durante el día, observar el consumo a la hora de suministrar, hasta que los alevinos se encuentren llenos; si fuera el caso que los alevinos quisieran seguir comiendo, se incrementará el alimento diario en 10 a 20 g, hasta realizar su primera evaluación de talla y peso. (IMARPE, 2015). En ambos casos es para consolidarlo su alimentación externa.

b) Control biométrico.

En cuanto al control biométrico de alevinos, cuya finalidad es principalmente para establecer una adecuada selección y distribución alimenticia mediante la obtención de datos de peso y talla; se recomienda realizar este primer control a los 60 días aproximadamente después de la eclosión, cuando el alevino se encuentre en buenas condiciones y haya recibido una buena alimentación. Estas biometrías deben realizarse mensualmente, hasta llegar a las tallas comerciales de venta, 5 a 7 cm. (IMARPE, 2015).

Ejemplo de control biométrico:

$$\text{Promedio de talla} = (3,4 + 3,5 + \dots + 3,8) / 20 = 3,5$$

$$\text{Promedio de peso} = (1,1 + 1,5 + \dots + 1,8) / 20 = 1,4$$

Luego la biomasa de la sala de incubación, será la multiplicación de la población de alevinos por el peso promedio obtenido en la biometría, dividido entre 1000 para obtener kg.

$$\text{Biomasa} = (20\ 000 * 1,4) / 1000 = 28 \text{ kg}$$

Entonces el peso total de los 20 000 alevinos de la sala de incubación es de 28 Kg.

Tabla N° 03. Tabla de alimentacion de alevines de trucha

BIOMETRIA		TEMPERATURA AGUA (°C)								
Peso/pez (gr)	Longitud (cm)	6.0	7.0	8.5	9.0	10.0	11.5	13.0	15.0	16.5
		ALIMENTO DIARIO (% P.V.)								
0.08-0.2	1.6-2.5	3.3	3.7	4.2	4.8	5.5	6.2	7.0	7.9	9.0
0.2-0.4	2.5-3.0	2.7	3.1	3.5	4.0	4.5	5.1	5.8	6.6	7.5
0.4-0.9	3.0-4.0	2.3	2.6	3.0	3.4	3.9	4.4	5.0	5.7	6.5
0.9-1.5	4.0-5.0	2.2	2.5	2.8	3.2	3.6	4.1	4.7	5.3	6.0
1.5-2.9	5.0-6.0	2.0	2.3	2.6	2.9	3.3	3.7	4.2	4.8	5.5
2.9-5.0	6.0-7.0	1.8	2.0	2.3	2.6	3.0	3.4	3.9	4.4	5.0

Fuente :Aquaxel "Purina"

Luego:

$$\text{Tasa de alimentación} = 4,5$$

$$28 \text{ Kg} \text{-----} 100 \%$$

$$X \text{ Kg} \text{-----} 4,4 \%$$

= 1.23 kg. Equivale a 1230 gr.de alimento a suministrar durante 10 ó 15 días.

Una nutrición adecuada, mediante el uso de tablas de alimentación, es la base para el éxito en sala de Incubación o Eclosoría.

- Reduce incidencia de enfermedades
- Previene el canibalismo
- Previene deficiencias nutricionales
- Provee de alevines sanos y fuertes

Otro ejemplo de manejo es el caudal necesario en litros por minuto para 2000 alevines de distintos tamaños y a diferentes temperaturas se resume en la tabla N° 04.

Tabla N° 04. Caudal necesario para mantener a 2000 alevines de distintos tamaños y a diferentes temperaturas

LONGITUD	TEMPERATURAS (°C)			
	5	10	15	18
3 cm.	1.0 l/m	1.4 l/m	2.6 l/m	3.0 l/m
4 cm.	2.0 l/m	4.8 l/m	5.6 l/m	6.0 l/m
5 cm.	3.5 l/m	5.2 l/m	8.0 l/m	11.0 l/m
6 cm.	5.2 l/m	6.8 l/m	9.0 l/m	12.2 l/m

Fuente: Manual Práctico para el Cultivo de Truchas Arco Iris, FAO, Guatemala, 2014

Por su naturaleza instintiva de pez caníbal, las truchas pueden comerse entre ellas cuando la diferencia entre tallas es superior al 30%. La selección es fundamental desde los 4 – 5 centímetros... (Blanco, 1995).

**Tabla N° 05. Relación Longitud – Peso – Unidad/Kg
alevinos trucha arco iris**

PESO UNITARIO (gr)	LONGITUD (cm)	ALEVINOS / Kg
0.1	2.0	9433
0.2	2.5	5000
0.4	3.0	2500
0.6	3.5	1666
0.8	4.0	1250
1.1	4.5	909
1.5	5.0	666
2.1	5.5	476
2.8	6.0	357
3.7	6.5	270
4.5	7.0	222

Fuente: Manual Práctico para el Cultivo de Truchas Arco Iris, FAO, Guatemala, 2014

c) Requerimiento Nutricional del Alevín.

El alimento balanceado, hechos de harina de pescado (80 por ciento), aceites de pescado y granos, proporcionan un balance nutricional, estimulando el crecimiento y calidad del producto y son formulados para contener aproximadamente 50 por ciento proteína, 12-15 por ciento grasas, vitaminas (A, D y E), minerales (calcio, fósforo y sodio). (FAO Estadística Pesquera para *Oncorhynchus mykiss*, 2006).

Tabla N° 06. Tabla de requerimiento mínimo nutricional del alevín

Nutrición	Truchas alevines %	Truchas juveniles %	Truchas adultos %	Truchas reproduc. %
Proteínas (mínimo)	45.0	42.0	40.0	40.0
Carbohidratos (máximo)	22.0	24.0	25.0	25.0
Grasas (mínimo)	10.0	10.0	10.0	10.0
Ceniza (máximo)	10.0	10.0	10.0	10.0
Humedad (máximo)	10.0	10.0	10.0	10.0
Fibra (máximo)	2.0	3.0	3.0	3.0
Cacio	1.5	1.5	1.5	1.5
Fósforo	1.0	1.0	1.0	1.0

Fuente: Módulo de buenas prácticas de producción truchícola, Puno, Perú 2010.

d) Revisión de algunas variables de uso corriente en el análisis de alimentación y crecimiento.

1. Factor de Condición (K):Relaciona el ancho, el alto y la longitud alcanzado por los peces en determinadas condiciones de crianza.

Peso (gr)

$$K = \frac{\text{Peso (gr)}}{\text{Longitud}^3} \times 100$$

Longitud³

Peces esbeltos $K \leq 1.0$

Normales $K 1,2 - 1.3$

Peces rollizos $K > 1.3$

2. Tasa de Crecimiento Específico (SGR) ó (G):indica que la tasa de crecimiento específico es una medida de crecimiento diario. El SGR es el factor de crecimiento utilizado en muchos programas predictivos de crecimiento y hojas de cálculo.

$$\text{SGR} = \frac{\text{Ln (Peso final)} - \text{Ln (Peso inicial)}}{\text{N}^\circ \text{ de días}} \times 100$$

3. FCR = Factor de Conversión Alimentaria:

$$\text{FCR} = \frac{\text{Kg de Alimento suministrado}}{\text{Peso Final (kg)} - \text{Peso Inicial (kg)}}$$

4. SFR = Tasa de Alimentación :

$$\text{SFR} = \frac{\text{kg de Alimento suministrado}}{\text{Kg de peces}} \times 100$$

$$\text{SFR} = \text{SGR} \times \text{FCR}$$

e) Otras variables, igualmente importantes:

1. Incremento de longitud Diaria (ILD). Ganancia de longitud en un determinado periodo.

$$\text{ILD} = \frac{\text{Lf} - \text{Li}}{\text{t}}$$

Donde:

ILD (mm/día); Lf = Longitud Final (mm); Li = Longitud Inicial (mm); t = Tiempo (días).

2. Incremento de peso diario (IPD)

$$\text{IPD} = \frac{\text{Pf} - \text{Pi}}{\text{t}}$$

- 3. Tasa de crecimiento simple (TCS).** Es el incremento de peso expresado en porcentaje, ganado por un individuo durante un determinado periodo de tiempo.

$$\text{TCS \%} = \frac{\text{Pf} - \text{Pi}}{t} \times 100$$

Donde:

TSC% = Tasa de Crecimiento Simple, Pf = Peso Final (mg), Pi = Peso Inicial (mg).

- 4. Supervivencia (S).**El porcentaje de supervivencia, se calculó aplicando el siguiente método:

$$S \% = \left[\frac{Nf}{Ni} \right] \times 100$$

Donde:

S%: Supervivencia, Ni: número inicial de animales y Nf: número final de animales

2.2.9. MANEJO Y CONTROL DE PRINCIPALES ENFERMEDADES EN OVAS Y ALEVINOS

Las principales enfermedades en las truchas se pueden clasificar en los siguientes grupos: causadas por virus, bacterias, hongos y por parásitos internos o externos.

En el caso de las enfermedades causadas por virus, generalmente no existe tratamiento y la única medida que podemos tomar es evitar la propagación de las

mismas. Contrariamente, la mayoría de las enfermedades causadas por bacterias o parásitos pueden ser controladas mediante tratamientos.

Los tratamientos para las diversas enfermedades son, en términos generales, solo parcialmente eficaces. La cuidadosa selección de la calidad de los alevines, una buena calidad del agua, una buena alimentación y la aplicación de medidas sanitarias básicas, son algunas de las mejores medidas para prevenir las enfermedades de las truchas. (FAO. Guatemala, 2014).

a) Alteraciones más frecuentes en ovas embrionadas y alevines con saco vitelino.

- ***Los puntos de coagulación del vitelo*** (White spot disease), es causado por:
 - Una ruda manipulación y condiciones inadecuadas y estresantes de incubación
 - Alta temperatura de incubación
 - Pobre flujo de agua u oxígeno disuelto
- ***Cáscara blanda y aborto embrionario***. Producido por:
 - Anomalías cromosómicas
 - Mala manipulación de las ovas ojo
 - Deficiencia de tiamina
 - Podría asociarse a exceso de amoníaco.
- ***Microftalmia***.
 - Anomalías cromosómicas
 - Sobremaduración
 - Asociada a antibióticos y desinfectantes.

- ***Anormalidad morfológica del saco vitelino (Alargamiento y estrangulación del saco).*** En muchos casos produce infección por hongos y con posterior ruptura.
 - Ausencia de sustrato, flujo excesivo
 - Manejos bruscos
 - Exposición a la luz
 - Sobresaturación de gases
- ***Edema del saco vitelino (enfermedad del saco azul)***
 - Causa primaria es la acumulación de desechos metabólicos
 - Puede mejorar en cierto grado aumentando el caudal de agua.
- ***Coagulación del saco vitelino***
 - Mala calidad del agua
 - Baja dureza del agua, especialmente en cuanto al contenido de calcio
 - Temperatura del agua inadecuada y exceso de fluctuaciones
 - Sobresaturación de gases
 - Manejos bruscos
- ***Malformaciones del eje axial: Xifosis y espiralización.***

Potenciales causales:

 - Ambientales: Alteraciones de T°, luz, salinidad, pH, hipoxia,
 - Deficiencias nutricionales: Vitamina C, D, Triptofano, magnesio y fosforo.
 - Infecciosas: *Flavobacteriosis*
 - Contaminantes: Metales pesados, pesticidas, toxicidad Plomo, Cadmio, Zing, Vit A.
 - Genéticas. (*Francisco Estay, 2004*)

- ***Siameses.***

Alteración congénita muy frecuente en salmónidos. Se ha asociado a embriones expuestos a aguas contaminadas, igualmente a embriones expuestos a altas concentraciones de hormonas tiroideas.

- ***Sobresaturación de gases (Bubbledisease).***

- Burbujas entre los radios de las aletas
- Burbujas sobre las láminas branquiales
- Exoftalmia (defecto del ojo saltón) y Burbujas visibles por detrás de la córnea,
- Burbujas en cavidad bucal
- Letargia
- Natación en tirabuzón

1. Enfermedades más conocidos en alevines.

- **Enfermedades Virales Comunes:**

- ***Necrosis Pancreática Infecciosa (NPI)***, se transmite por ovas contaminadas.
- ***Necrosis Hematopoyética Infecciosa (NHI)***, se transmite por ovas contaminadas.
- ***Septicemia Hemorrágica Viral (SHV)***, atacan severamente a truchas juveniles, con mortalidades que pueden llegar hasta el 90%.

El método recomendado para prevenir la introducción de cualquiera de estos tres virus, es certificando los reproductores y desinfectar las ovas con yodóforo antes de la incubación.

- **Enfermedades Bacterianas Comunes:**
 - *Sistémicas agudas:* Forunculosis, Enfermedad Entérica de la Boca Roja (Yersiniosis), Septicemia Hemorrágica Bacteriana, Vibriosis, Estreptococcosis.
 - *Cutáneas agudas:* Columnaris, Mixobacteriosis.
 - *Sistemas Crónicas:* Enfermedad Bacteriana del Riñón, Micobacteriosis.

- **Enfermedades Micóticas.** Existen dos:
 - *La Saprolegniosis*, enfermedad cutánea(externa)
 - *El Ictiofonus*, enfermedad sistémica (orgánica). Los agentes causales en ambos se denominan como saprófitos (viven libres en la naturaleza). (Módulo de Buenas Prácticas de Producción Truchícolas, Puno, 2010).

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

a) Índice de eficiencia de ovas

El huevo es un gameto, y la calidad de un gameto se define con base en su capacidad de fertilizar o ser fertilizado, (Bobbe y Labbé, 2010).

La calidad se formula como el potencial del huevo para producir una larva viable, (kjo rvik, 1990).

La tasa de fertilización utilizada en algunos casos como indicador de “éxito” (Bromage y Camaratunga, 1988).

En piscicultura, la determinación de la calidad del huevo es actualmente reconocida y citada en términos de “factor problema”, particularmente en aquellos programas con objetivos de producción masiva de semilla; en

consecuencia, los estudios dirigidos a mejorar la escala de predicción de eficiencia temprana pasan a ser más frecuentes en la literatura científica (Lahnsteiner, 2002).

La calidad y la eficiencia se explica en los resultados de supervivencia hasta eclosión y alevines comiendo, (Kato y Kamler, 1983).

Una perspectiva reciente en la que la precisión de calidad se aborda involucrando elementos celulares y moleculares de los gametos que sugiere nuevas vías para la definición de marcadores de calidad. Los factores de calidad se puede agrupar como parámetros de carácter físico, químico y genético (Kjorsvik, 2003).

b) Alevines.

La fase de alevinaje comprende desde la absorción del saco vitelino e inicio de la alimentación exógena hasta alcanzar una talla aproximado de 8 cm. Como todas las etapas en la cría de la trucha, es indispensable que exista abundante agua y de la mejor calidad posible. Para obtener un buen desarrollo, se debe prestar mucha atención a su alimentación. En esta etapa las truchas empiezan a desarrollarse en forma desigual, siendo necesario iniciar la selección por tamaño, (FONDEPES, 2014).

c) Índice de condición o el factor Fulton.

Es el denominado factor de condición de Fulton, mediante el cual podemos comparar diferencias entre ríos, sexos. Para hacer el cálculo, tendremos que poner el peso en gramos y la longitud en cm. $K=W/L^3 \cdot 100$

Constante que relaciona el ancho, el alto y la longitud alcanzado por los peces en determinadas condiciones de crianza, y por tanto está en íntima relación con el nivel de calidad de alimentación. (Triviño, 2010).

d) Consumo de O₂.

En Trucha arco iris el consumo es de 100 y 800 mg O₂/kg masa corporal / h y a menudo OD consumido es mas alto después de alimentación. (Alejandro Clément D. y Carmen Paz Maluje, Puno Perú, 2015).

e) Tasa específica de crecimiento.

Es la diferencia entre el peso final multiplicado por la base de los logaritmos neperianos menos el peso inicial multiplicado por la base de los logaritmos neperianos todo esto en relación al tiempo en días que fue evaluado el pez. (Triviño, 2010).

f) Selección.

Se realiza en todo el proceso productivo de la trucha de acuerdo al crecimiento de cada etapa, con la finalidad de clasificar homogéneamente.

g) Biometria.

Mide el peso y talla de la población de truchas por muestreo cada 15 días, resultado que apoya en diferenciar el crecimiento, alimento requerido, densidad en jaulas, conversión alimenticia, condición de pez, etc.

h) Huevo u ovocito.

Célula germinal de la trucha.

i) Ova.

Ovocito fertilizado.

j) Fertilización de ovocito o huevo.

Este proceso es muy rápido, demora alrededor de 60 seg. (Tiempo de vida del espermatozoide al contacto con el agua), se estima que en un cm³ de esperma hay alrededor de 10×10^{-3} millones de espermatozoides. (Ministerio de la Producción, 2010).

k) Huevo fecundado.

Se inicia con el proceso de incubación hasta la aparición de los ojos, punto donde se inicia la etapa embrionaria. (Ministerio de la Producción, 2010).

l) Eclosión.

En esta etapa la ova embrionada culmina su desarrollo de embrión y eclosiona para convertirse en larva, cuya característica es la presencia del saco vitelino que sirve de alimento a la larva. (Ministerio de la Producción, 2010).

m) Larvas de trucha.

Esta etapa se caracteriza por la disminución de la mortalidad. Se observa que la reabsorción del saco vitelino se logra alrededor de los 22 días. (Ministerio de la Producción, 2010).

n) Alevines.

Se inicia desde la absorción total del saco vitelino (inicio de la alimentación exógena), tiene un período de 3 meses. (Ministerio de la Producción, 2010).

Ñ) Estabulación:

Confinamiento de los organismos acuáticos a determinada densidad en ambientes de cultivo controlado.

o) Shock térmico:

Cambio repentino o brusco de temperatura aplicado con la finalidad de interferir en el número de cromosomas para conseguir prole híbrida o estéril, (Bernabé G.1999).

Ha sido demostrado que el número de vértebras de la trucha arco iris difiere entre lotes y depende de la temperatura del agua a la que sea incubado el huevo, principalmente durante el periodo embrionario de formación vertebral. A temperaturas altas, el grado de desarrollo del número de vértebras decrece y viceversa (Dávila y Garcés, 2007).

2.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

2.4.1. Hipótesis General

- Los índices de eficiencia productiva de ovas nacionales y de ovas importadas en la producción de alevines de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), en la Piscicultura Monte Azul Ninacaca Pasco, son similares.
- Los índices de eficiencia productiva de ovas nacionales son superiores a las ovas importadas en la producción de alevines de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), en la Piscicultura Monte Azul Ninacaca Pasco.
- Los índices de eficiencia productiva de ovas nacionales son inferiores a las ovas importadas en la producción de alevines de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), en la Piscicultura Monte Azul Ninacaca Pasco.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- Los índices de eficiencia productiva de ovas nacionales y ovas importadas en tamaño y mortalidad (en sus fases: embrión-eclosión, eclosión-reabsorción de saco), en la Piscicultura Monte Azul Ninacaca Pasco, son relativamente similares.
- Los índices de eficiencia productiva de ovas nacionales son relativamente superiores a las ovas importadas en tamaño y supervivencia (en sus fases: embrión-eclosión, eclosión-reabsorción de saco), en la Piscicultura Monte Azul Ninacaca Pasco.

- Los índices de eficiencia productiva de ovas nacionales son relativamente inferiores a las ovas importadas en tamaño y supervivencia (en sus fases: embrión-eclosión, eclosión-reabsorción de saco), en la Piscicultura Monte Azul Ninacaca Pasco.
- El mérito económico de la producción de ovas nacionales versus la adquisición de ovas embrionadas importadas, son diferentes.

2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

2.5.1. Variables Independientes:

Índices de Eficiencia productiva de ovas nacionales e importadas.

Indicadores

- Tamaño de ovas
- Mortalidad embrionaria
- Mortalidad larvario
- Malformaciones (Xifosis, espiralización y siameses)
- Mortalidad de alevines

2.5.2. Variables dependientes

Producción de alevines de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).

Indicadores

- Supervivencia de alevines
- Factor de Condición
- Longitud
- Peso vivo
- Conversión alimenticia

2.6. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES

DEFINICION DE VARIABLES	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
<p>VARIABLES INDEPENDIENTES.</p> <p>Indice de Eficiencia Productiva de ovas nacionales e importadas.</p> <p>Cuyos indicadores son el objeto de evaluación, los cuales son fundamentales para conocer la producción de los dos grupos en investigación.</p>	<p>La evaluación de los indicadores, nos permitirá establecer parámetros productivos que nos posibilita generar nuestras propias semillas de ovas y alevines de trucha (<i>Oncorhynchus mikiss</i>) y reemplazar la dependencia cuasi absoluta de importación.</p>	<p>Evaluación</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño de ovas. - Mortalidad embrionaria. - Mortalidad larvaria. - Malformaciones. - Mortalidad de alevines 	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Por qué es necesaria la evaluación rigurosa de temperatura del agua, inclusive el control nocturno? - ¿A partir de que fase se inician las evaluaciones? - ¿Por qué evaluar los índices productivos en base al tamaño de ovas?
		<p>Condiciones</p>	<p>Evaluadas en términos y parámetros ambientales similares e idénticas: calidad de agua, alimentación, manejo, etc.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Por qué establecer evaluaciones por etapas y fases de desarrollo: ovas embrionadas, larvas, y Alevines I y II? - ¿Cuál de los grupos se adapta mejor en cada etapa y fase? - ¿La condición, peso y talla del alevín está en relación al factor de conversión alimentaria?

<p>VARIABLES DEPENDIENTES</p> <p>Producción de alevines de trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>).</p> <p>Conjunto de actividades y operaciones técnicas propias de una ecloserie o sala de incubación, obteniendo altos rendimientos y una buena calidad de alevines.</p>		<p>Evaluación - resultado</p> <ul style="list-style-type: none"> - Supervivencia de alevines - Factor de condición - Longitud - Peso vivo - Conversión alimentaria - Uniformidad 	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Pueden las ovas nacionales alcanzar una producción de calidad similar al de las ovas importadas? - ¿Hay condiciones tecnológicas y ambientales apropiadas para producir ovas y alevines en Pasco? - ¿La rusticidad y adaptación de los reproductores nacionales, pueden jugar un papel importante en la tasa de supervivencia?
		<p>Sostenibilidad</p> <ul style="list-style-type: none"> - La producción permanente de semillas (ovas y alevines) de excelente calidad y de costos asequibles. - Viabilidad económica para quienes se dedican a este rubro que va en ascenso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Por la calidad genética de los reproductores nacionales, existirá mucha variabilidad en el producto: malformaciones, desuniformidad, etc?

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. UBICACIÓN Y DURACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. UBICACIÓN

El trabajo se realizó en las instalaciones de la Unidad de Eclojería y Alevinaje, Piscicultura Monte Azul, localizado en el paraje denominado Paccha, Caserío Huayhuay, jurisdicción del Distrito de Ninacaca, Provincia y Región Pasco, a 10 km de la Carretera Central ruta NinacacaHuachón, a una altitud de 4380 m.s.n.m., con temperatura promedio entre 6 a 12 °C, lluvias con 700 mm, por año entre, los meses de noviembre a abril.

El riachuelo “Paccha”, cuyas aguas suministra en su totalidad a la Eclojería, tiene como origen a la Laguna Cochachuico ubicado a 1.2 km. al sureste de la Eclojería; el caudal es de 0.8 a 1.2 m³/s en los meses de noviembre a mayo y 1.0 a 0.5 m³/s en los meses de Junio a octubre, con una media térmica de 12.1 °C. Y 11.9 °C, respectivamente. En la actualidad, el volumen de estabulación es de 460 mil ovas embrionados/año, con 80.5 % de logro de alevines.

A. UBICACIÓN POLÍTICA

- Paraje : Paccha
- Caserío : Huayhuay
- Distrito : Ninacaca
- Provincia : Pasco
- Región : Pasco

B. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

- Latitud Sur : 14°26'47"
- Longitud Oeste : 71 °16'11"
- Altitud : 4380 m.s.n.m

C. HIDROGRAFÍA

- Cuenca : Lago Junín
- Sub Cuenca : Alta, Lago Lulicocha

D. ZONA DE VIDA : De acuerdo al mapa ecológico elaborado por la ONERN (1976) y basado en las zonas de vida del triángulo de Holdrige, se tiene Bosque Húmedo - Montano Sub Tropical (bh - MS).

3.1.2. DURACIÓN

El trabajo se desarrolló entre los meses de mayo a setiembre del 2018, prácticamente en época de estiaje y cuando la variación térmica es más ostensible.

3.1.3. INFRAESTRUCTURA ACUÍCOLA

La Eclosería Monte Azul, cuenta con un sistema de captación, conducción y distribución del agua del riachuelo “Paccha”.

El sistema de incubación que ostenta la eclosería es de flujo horizontal de fibra de vidrio: 12 artesas de 6 bastidores de 1 lt de “ova verde” (0.5 lt de “ova oculado” y en eclosión) cada una. La misma sala cuenta con 9 tinas para alevines de primera alimentación de 3.5 x 0.50 x 0.70 m. Igualmente existe otra sala con 10 pozas tipo receways para efectuar la primera selección. Las dos salas exteriores de ambiente semi abiertas (pozas de embarque y/o comercialización), una con 20 pozas de concreto de 2.25 m³ y la otra con tres tinas circulares de 4.94 m³ tienen

como fin la selección e inventario final (cabecera, cuerpo y cola) para venta y/o siembra definitiva para engorde.

3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.2.1. DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE INVESTIGACIÓN

En el presente trabajo se utilizó la investigación **descriptiva y aplicada** realizado en la Eclostería de la Piscicultura Monte Azul, el mismo que ya se encuentra en funcionamiento por más de cincuenta años, se ha podido evidenciar que la eclostería se dedica a la incubación y reincubación de ovas nacionales e importadas de truchas “arco iris”, y a proveer alevines a los productores de trucha de la zona.

Se considera que la investigación es descriptiva aplicada porque se basa en la observación de los fenómenos en su contexto natural, sin alteración de variables para después describirlos y analizarlos en su situación real, y lograr conocer a través de los índices de eficiencia de las ovas, los índices de calidad de los alevines.

3.2.2. DESCRIPCIÓN DEL NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación es descriptivo aplicada, porque su finalidad fue describir, estimar y comparar parámetros. La investigación identifica en primer orden la necesidad de conocer y comparar los índices de eficiencia de la ova embrionada en tamaño y procedencia (nacionales e importadas), porque es importante enfatizar además lo que algunos reportes indican que el diámetro de la ova con embrión puede influir en la sobrevivencia a la eclosión, de igual modo a la sobrevivencia de las larvas hasta la etapa de dedino; y el otro punto de estudio es la comparación de los índices de supervivencia a partir de ovas embrionadas pasando por la fase larvaria hasta la etapa del alevín logrado, de ambas procedencias. Finalmente la investigación se propuso en comparar los índices de calidad de alevines entre las nacionales e importadas, determinando el peso, talla,

sobrevivencia, conversión alimenticia y la condición del alevín. Todas con el objetivo de plantear como alternativa al desabastecimiento y alto costo del alevín de ovas importadas que el mercado ofrece.

2.2.3. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Cuantitativo y cualitativo.

3.3. MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS

3.3.1. Para el análisis hídrico

- Kit portal Test Aqua-Test Box
- Termómetro digital

3.3.2. Para el desove e incubación

a) Material biológico:

- Truchas: reproductores nacionales.
- Células germinales (ovocitos y espermatozoides)

b) Equipos e instrumentos:

- Vasijas de porcelanao de plástico
- Jarras
- Sombrilla
- Paños
- Guantes quirúrgicos
- Plumas de ave
- Reloj
- Regla Von Bayer
- Tablas y cuadernos de apuntes.

c) Insumos

- Compuestos yodados

- Sal común
- Anestésico (Tranquilizante fodarom)

3.3.3. Para la reincubación de ovas importadas

a) Material biológico:

- Ovas embrionadas

b) Equipos y aditamentos de eclojería:

- Artesas
- Bastidores de incubación
- Tinas de plástico
- Baldes
- Jarras milimetradas
- Regadores
- Compuestos yodados
- Termómetro
- Reglilla de canaleta Von Bayer
- Reloj
- Tijeras y otros.

3.3.4. Para el manejo de ovas embrionadas y en eclosión

- Bombilla manual con cánula de vidrio
- Jarras
- Plumillas de ave
- Registro de anotaciones
- Lapicero
- Sal común

3.3.5. Para la selección y movimiento de biomasa

a) Equipos e instrumentos para la selección

- Seleccionadores de 2.5, 4 y 6 mm.
- Carcales
- Baldes de 5 y 10 lt
- Balanza electrónica de plataforma
- Canastillas
- Calculadora
- Hojas y cuadernos de anotaciones
- Lápices

b) Instrumentos Para la Evaluación de Peso y Talla

- Ictiómetro
- Balanza electrónica de plataforma
- Carcal
- Baldes
- Jarras de 5 y 10 cm³
- Lápices y cuaderno

3.3.6. Para la recolección de datos

a) Material de campo

- Libreta de campo
- Lapiceros
- Calculadora
- Cámara fotográfica

b) Material de gabinete

- Laptop
- USB
- Internet
- Libros, revistas,

- Hojas Bonn,
- Tablas de fórmulas

3.4. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN

3.4.1. PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE EFICIENCIA DE OVAS

Bajo la premisa de que la calidad se formula como el potencial del huevo para producir una **larva viable** (Kjorsviket *al.*, 1990; Brooks *et al.*, 1997), añadimos a los dos índices principales que determinan la eficiencia de la ova: por tamaño y por supervivencia y el índice de calidad de alevines.

A. ÍNDICE DE EFICIENCIA DE SUPERVIVENCIA POR TAMAÑO DE OVA.

Se trata del indicador que determina la calidad de la ova en el tamaño y su correlación en el peso y talla a la supervivencia del alevín. Entre hembras de trucha arco iris, reportan un coeficiente de variación (CV) del 16,6 % en lo que se refiere a la talla del huevo, medida está en términos de volumen de la ova. (Su *et al.* 2002). De esta manera la talla de la ova está asociada básicamente a: Peso, Diámetro y Volumen de la misma.

B. ÍNDICE DE EFICIENCIA POR SUPERVIVENCIA.

Se relacionaron con tres índices de eficiencia, calculados para las etapas clave del proceso, así:

- **IE OEM-EC (Índice de Eficiencia Ova Embrionada-Eclosión).**

Se refiere al índice de eficiencia desde el momento del embrionamiento hasta la eclosión larvaria.

- **IE LARVA (Índice de Eficiencia de Eclosión - Reabsorción de Vesícula).** Mide el resultado parcial que se da durante la etapa de reabsorción de la vesícula vitelina, es decir, desde que termina la eclosión hasta que los peces aceptan alimentación exógena (inicio de alimentación).
- **IE TOT (Índice de Eficiencia Total).** Se trata del indicador de eficiencia que considera la totalidad del proceso de producción, que contempla desde el embrionamiento avanzado hasta que se tiene finalizada la reabsorción de vesícula.

3.4.2. PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD (I.C.) DE ALEVINES

A. I.C. PARA PESO Y TALLA Y FACTOR DE CONDICIÓN DEL PRIMER ALEVINAJE

- Antes del tercer control de peso y talla (Biometría), se hizo algunos muestreos. Sin embargo, ésta a los 45 días de alimentación exógena, se la selección mediante el uso de un seleccionador, con separaciones entre las barras de 5.0 mm.
- Para determinar el peso se utilizó una balanza digital y baldes con agua. Se utilizaron muestras al azar de la población: importadas 5 muestras de 20 alevines c/u; nacionales 25 muestras (5 por grupo) de 20 c/u, y para el control de talla se utilizó un ictiómetro milimetrado, en este caso tomando 10 muestras al azar, para luego obtener en ambos los promedios de peso y talla.

- El nivel de vitalidad, que en alguna medida equivale al nivel de bienestar animal, se determina como el factor de condición (Fulton), asumiendo un crecimiento isométrico.

**B. I.C.PARA DETERMINAR SUPERVIVENCIA ALEVINES FASE I
– ALEVINES LOGRADOS**

Se refiere al índice de supervivencia desde el momento del tercer control biométrico (alevines I) hasta el inventario final, que culmina con el último movimiento de biomasa y selección a los 70 días de iniciado la alimentación.

Con la sumatoria de todo el registro diario de mortalidad, se contruye la tasa (o índice) de supervivencia.

**C. I.C. PARA DETERMINAR UNIFORMIDAD DE ALEVINES
(CABEZA, CUERPO Y COLA) Y FACTOR DE CONDICIÓN
DEL ALEVIN LOGRADO.**

- Son las mismas evaluaciones y procedimientos del primer alevinaje: control de peso, talla y factor de condición.
- Con la utilización de seleccionadores 6.0 y 4.0 mm, determinar en % los grupos de cabecera, cuerpo y cola (rezagos).
- Tasa de Crecimiento Específico (SGR), a 12 °C.
- Factor de Conversión Alimentaria (FCR) nos permitirá comparar los valores: 1.2 y 1.3 (Estay, 2015).

3.5. PROCESAMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Como es obvio se ha soslayado los trabajos del desove e incubación de ovas nacionales (3, 10, y 17 de mayo), cuyos datos no se reportan en el presente trabajo de

investigación por falta de datos similares por parte de las importadas; sino recién a partir de **ovas oculadas**. Sin embargo en resumen, el trabajo de desove indica que ésta se realizó durante 3 semanas en total, con faenas cada fin de semana. Se ha frezado un total de 72 ejemplares de 3 y 3.5 años de edad de procedencia española (3 de mayo, 23 ejemplares; día 10, 28 ejemplares, y día 17, 21 ejemplares, respectivamente), y 24 machos locales, de entre 2.5 a 3 años de edad. Se cumplió con todos los protocolos del método de desove húmedo y la liberación de gametos mediante masajes manuales, luego de 5 min de mezcla, se continuó con la hidratación de 45 min y lavado completo del material antes de su traslado. Antes del proceso en sí, los reproductores (machos y hembras) fueron tranquilizados mediante el uso de un anestésico comercial de marca Foodarom (15ml/40Lt agua).

La recolección de datos e informaciones fue durante los cuatro meses de producción con presencia de un personal permanente en sala de desove, desde la estabulación de ovas embrionadas importadas (11 de mayo) hasta la evaluación final de alevines del 3er. grupo de incubación nacional (15 de setiembre, 2018).

En la localización principal (Eclosería), se inicia la evaluación oficial de acuerdo al presente proyecto hasta la últimafase de producción, que es la fase de Alevines logradas.

Procedimientos:

Los valores para el análisis hídrico, se procedió de la siguiente manera:

a) Físico:

- **Temperatura.** Para el registro de la temperatura se utilizó un termómetro digital con precisión a 0.4 °C.

b) Químico:

- **pH.** En una muestra de agua de ingreso a la sala de incubación, se utilizó 5 gotas en 5 ml de agua, el cambio de color se comparó con la tabla de colores adjunto en el test, cuyo rango fue de 4,5-10.
- **Alcalinidad.** Se contó las gotas gastadas o usadas para cambiar el color de celeste a amarillo en 5-ml de agua y luego se convirtió a ppm utilizando el mismo factor que la dureza total.
- **OD (Oxígeno disuelto).** Se tomó una muestra de la misma artesa, para el cual se usó 5 gotas de cada reactivo 1 y 2 del Kit en 30 ml de agua, el cambio de color se comparó con la tabla de colores adjunto en el test cuyo rango fue de 0-9 ppm.
- **Nitrito.** Se utilizó 6 gotas de cada reactivo 1 y 2 en 10 ml de agua, el cambio de color se comparó con la tabla de colores adjunto en el test, cuyo rango fue de 0-5 ppm.

Los valores de la temperatura del agua en el sistema de incubación y alevinaje, fueron producto de un registro de las 24 horas del día, durante los meses de mayo y junio. Ver tabla de registro N° 07.

Tabla N° 07. Registro de temperatura

MES: MAYO

AÑO: 2018

SALA 1

D I A	HORARIO DE MEDICION						
	08:00	12:00	16:00	20:00	00:00	04:00	PROM/DIA
	TEMPERATURA C°						
1							
2							
3	11.3	16.0	19.0	11.7	9.6	5.2	12.1
4	11.4	15.8	19.2	11.6	9.6	5.5	12.2
5	11.2	15.5	19.0	11.6	9.5	5.6	12.1
6	11.5	15.8	18.7	11.4	9.6	5.2	12.0
7	11.5	15.8	19.0	11.5	9.5	5.5	12.1
8	11.5	16.0	19.1	11.4	9.5	5.4	12.2
9	11.3	15.9	19.3	11.6	10.0	5.6	12.3
10	11.2	15.6	19.0	12.0	9.8	5.6	12.2
11	11.4	16.1	18.9	11.6	9.8	5.4	12.2

12	11.4	15.9	19.2	11.1	9.6	5.3	12.1
13	11.5	15.9	19.0	11.5	10.1	5.4	12.2
14	11.3	15.6	18.5	11.6	10.2	5.4	12.1
15	11.5	16.0	18.8	12.1	9.8	5.2	12.2
16	11.6	15.8	19.0	11.8	9.6	4.9	12.1
17	11.4	15.6	19.1	11.4	9.8	4.9	12.0
18	11.2	15.6	18.9	11.6	10.2	5.3	12.1
19	11.2	15.9	18.8	12.2	9.8	5.4	12.2
20	11.5	16.0	19.1	11.8	10.0	5.4	12.3
21	11.4	15.4	19.2	11.4	10.2	5.2	12.1
22	11.6	15.4	18.8	10.9	9.8	5.2	12.0
23	11.5	15.5	19.2	11.4	10.2	5.0	12.1
24	11.4	15.4	19.0	11.8	9.9	4.8	12.1
25	11.5	15.6	19.3	11.5	9.8	4.7	12.1
26	11.3	15.8	19.0	11.6	10.0	4.9	12.1
27	11.3	15.4	19.0	11.4	9.7	5.2	12.0
28	11.4	16.2	19.2	11.7	9.6	4.6	12.1
29	11.5	16.2	19.3	11.5	10.0	4.8	12.2
30	11.5	16.3	19.3	11.6	9.9	4.7	12.2
31	11.3	16.4	19.2	11.5	9.6	4.8	12.1
PROM.	11.40	15.81	19.04	11.58	9.81	5.18	12.1

Fuente:Elaboración propia

MES: JUNIO

D I A	HORARIO DE MEDICION						
	08:00	12:00	16:00	20:00	00:00	04:00	PROM/DIA
	TEMPERATURA C°						
1	11.2	16.4	19.4	11.5	9.4	4.8	12.1
2	11.0	16.2	19.6	11.4	9.4	4.5	12.0
3	10.8	16.0	19.6	11.0	9.2	4.6	11.9
4	10.8	16.3	19.3	11.2	9.3	4.6	11.9
5	11.4	16.4	18.8	11.3	9.5	4.8	12.0
6	11.2	16.5	18.9	11.4	9.1	4.3	11.9
7	11.3	16.2	19.4	11.2	9.2	4.4	12.0
8	11.5	16.2	19.6	11.3	8.9	4.4	12.0
9	11.0	15.9	19.8	10.9	9.2	4.4	11.9
10	10.6	15.8	19.5	11.1	9.4	4.6	11.8
11	11.0	16.0	20.0	10.8	9.0	4.8	11.9
12	10.8	16.3	19.9	11.2	9.2	4.8	12.0
13	11.0	15.9	19.8	11.4	8.9	4.9	12.0
14	11.2	15.8	19.4	10.7	9.3	4.5	11.8
15	11.0	16.6	19.6	11.0	9.1	4.5	12.0
16	10.8	16.6	20.1	11.2	9.3	4.6	12.1
17	11.4	16.4	19.5	11.3	9.6	4.6	12.1
18	10.7	16.4	19.2	11.0	9.3	4.4	11.8
19	10.8	15.9	19.4	10.7	9.2	4.4	11.7
20	10.8	16.2	19.6	11.4	9.2	4.6	12.0
21	11.0	16.0	19.8	11.2	8.9	4.7	11.9
22	10.8	16.3	20.0	11.2	9.0	4.7	12.0
23	10.6	15.8	19.4	10.8	9.3	4.9	11.8
24	11.2	15.6	19.2	10.9	9.3	4.8	11.8
25	11.2	15.9	19.2	11.3	9.3	4.7	11.9
26	10.9	16.4	19.3	11.0	9.4	4.9	12.0

27	11.3	16.6	19.2	11.0	9.1	5.0	12.0
28	11.0	16.2	19.4	11.2	9.2	4.6	11.9
29	10.8	16.4	19.3	11.2	9.2	4.6	11.9
30	11.2	16.4	19.4	11.4	9.4	4.5	12.1
PROM.	11.01	16.19	19.49	11.14	9.23	4.63	11.9

Fuente:Elaboración propia

La evaluación en sí de ovas embrionadas se inició con la cuantificación de ambos grupos en su debido período, igualmente el tamaño (diámetro (mm), peso (g) y volumen (ml)), utilizando la regla y tabla Von Bayer, además de una balanza digital.

Tabla N° 08. Datos de cuantificación y cálculo de diámetro de ovas nacionales.

N° MUESTRA DE CONTEO	SIEMBRA 1		SIEMBRA 2		SIEMBRA 3	
	N° de Ovas (V.B.) ¹	Diámetro (mm)	N° de Ovas (V.B.) ¹	Diámetro (mm)	N° de Ovas (V.B.) ¹	Diámetro (mm)
1	61	5.00	62	4.92	62	4.92
2	62	4.92	61	5.00	60	5.08
3	59	5.16	59	5.16	63	4.85
4	62	4.92	62	4.92	63	4.85
5	61	5.00	61	5.00	61	5.00
6	60	5.08	62	4.92	62	4.92
7	61	5.00	62	4.92	63	4.85
8	60	5.08	60	5.08	60	5.08
9	61	5.00	62	4.92	63	4.85
10	61	5.00	62	4.92	62	4.92

Fuente:Elaboración propia

Tabla N° 09. Datos de cuantificación y cálculo de diámetro de ovas importadas.

N° DEMUESTRA	N° de Ovas (V.B.) ¹	Diámetro (mm)
1	59	5.16
2	59	5.16
3	58	5.26
4	60	5.08
5	59	5.16
6	60	5.08
7	58	5.26
8	60	5.08
9	59	5.16
10	58	5.26

¹Regla de Von Bayer

Fuente: Elaboración propia

Se ha llevado un estricto registro diario de mortalidad en fase ovas oculadas, incluidas en ésta la mortalidad por aborto; posteriormente en fase larvaria dentro de ella la de malformaciones y finalmente en las fases de alevines I y de alevines logrados. Cabe resaltar las respectivas UTAs en cada grupo y en cada fase, y tratando de evitar la exposición a la luz las dos primeras etapas.

Tabla N° 10. Registro de mortalidad en ovas, abortos, larvas, malformaciones y alevines. Nacionales e importadas

OVAS NACIONALES, DESOVE: 03 DE MAYO 2018

23702 ovas oculadas al 22 de mayo				2.500 Lt	61 ovas/VB	5.0 mm (Diam.)	
FECHA	MORT. OVAS	ABORTOS	MORT. LARVAS	MALFORMACIONES	ALEVINES I	ALEVINES LOGRAD.	%
22-May							
23-May	129						
24-May	158						
25-May	140						
26-May	153						
27-May	138						
28-May	167						
29-May	152						
30-May	145	31	23				
31-May	167	53					
01-Jun	124	44	106				
02-Jun	95	48					
03-Jun	45	36	96	2			
04-Jun	43	19					
	1656	231					
05-Jun			174				
06-Jun			109				
07-Jun							
08-Jun			116	4			
09-Jun			48				
10-Jun			61				
11-Jun			40				
12-Jun			75	3			
13-Jun			68				
14-Jun			89				
15-Jun							
16-Jun			167				
17-Jun							

18-Jun			114	8		
19-Jun			83			
20-Jun			64			
21-Jun			60	3		
22-Jun			54			
23-Jun			61			
24-Jun			82			
25-Jun						
26-Jun			74	9		
27-Jun			34			
28-Jun			29			
29-Jun			37			
30-Jun			22	17		
			1886	46		
01-Jul						
02-Jul					61	
03-Jul					38	
04-Jul					31	
05-Jul					27	
06-Jul						
07-Jul					69	
08-Jul					26	
09-Jul						
10-Jul					78	
11-Jul					38	
12-Jul					55	
13-Jul						
14-Jul					69	
15-Jul					33	
16-Jul						
17-Jul					74	
18-Jul					30	
19-Jul					39	
20-Jul						
21-Jul					69	
22-Jul					31	
23-Jul					28	
24-Jul					53	
25-Jul						
26-Jul					43	
27-Jul					33	
28-Jul					24	
29-Jul					19	
30-Jul					23	
31-Jul					18	
					1009	

01-Ago							
02-Ago						31	
03-Ago						51	
04-Ago						31	
05-Ago						17	
06-Ago						23	
07-Ago						19	
08-ago						24	
09-Ago						20	
10-Ago						18	
11-Ago						21	
12-Ago						31	
13-Ago						26	
14-Ago						24	
15-Ago						21	
16-Ago						17	
17-Ago						25	
18-Ago						31	
19-Ago						29	
20-Ago						27	
21-Ago						34	
22-Ago						30	
23-Ago						27	
24-Ago							
25-Ago						46	
26-Ago						24	
27-Ago						19	
28-Ago						16	
29-Ago						10	
30-Ago						9	
31-Ago						11	
01-set						6	
						718	

TOTAL MORTALIDAD

Ovas	Abortos	Larvas	Malform.	Alev. I	Alev. Log.	Tot.Mortal.
1656	231	1886	46	1009	718	5546

OVAS NACIONALES, DESOVE: 10 DE MAYO 2018

30960 ovas oculadas al 29 de mayo

3.300 Lt

61 ovas/VB

5.0 mm (Diam.)

FECHA	MORT. OVAS	ABORTOS	MORT. LARVAS	MALFORMACIONES	ALEVINES I	ALEVINES LOGRAD.	%
29-May							
30-May	128						
31-May	218						
01-Jun	202						
02-Jun	221						
03-Jun	209						
04-Jun	314						
05-Jun	307						
06-Jun	233	48					
07-Jun	153	71	133				
08-Jun	90	52	98				
09-Jun	42	63	112	4			
10-Jun	85	38					
11-Jun	42	26	194				
	2244	298					
12-Jun							
13-Jun			171				
14-Jun							
15-Jun			195				
16-Jun			74	5			
17-Jun			81				
18-Jun							
19-Jun			201	7			
20-Jun			88				
21-Jun			96				
22-Jun			83				
23-Jun			98				
24-Jun			91	11			
25-Jun							
26-Jun			169	8			
27-Jun			84				
28-Jun			85	6			
29-Jun							
30-Jun			193				
01-Jul			87				
02-Jul							

03-Jul			175	12		
04-Jul			64			
05-Jul						
06-Jul			95			
07-Jul			51	21		
			2718	74		
08-Jul						
09-Jul					81	
10-Jul					63	
11-Jul					36	
12-Jul					51	
13-Jul						
14-Jul					82	
15-Jul					42	
16-Jul					53	
17-Jul					46	
18-Jul						
19-Jul					99	
20-Jul					42	
21-Jul					34	
22-Jul					41	
23-Jul					43	
24-Jul						
25-Jul					61	
26-Jul					44	
27-Jul					49	
28-Jul					48	
29-Jul						
30-Jul					84	
31-Jul					41	
01-Ago					32	
02-Ago					44	
03-Ago					37	
04-Ago					42	
05-Ago					32	
06-Ago					43	
07-Ago						
08-Ago					74	
09-ago					28	
					1372	
10-Ago						51
11-Ago						40
12-Ago						57
13-Ago						43
14-Ago						31
15-Ago						32

16-Ago							
17-Ago						47	
18-Ago						42	
19-Ago							
20-Ago						70	
21-Ago						34	
22-Ago						37	
23-Ago						29	
24-Ago						48	
25-Ago						44	
26-Ago							
27-Ago						81	
28-Ago						39	
29-Ago						42	
30-Ago						33	
31-Ago						30	
01-Set						35	
02-Sep							
03-Sep						60	
04-Sep						45	
05-Sep						36	
06-Sep							
07-Sep						51	
08-Sep						30	
09-Sep						21	
						1156	

TOTAL MORTALIDAD

Ovas	Abortos	Larvas	Malform.	Alev. I	Alev. Log.	Tot.Mortal.
2244	298	2718	74	1372	1156	7862

OVAS NACIONALES, DESOVE: 17 DE MAYO 2018

20338 ovas oculadas al 05 de junio

2.100 Lt

62 ovas/VB

4.92mm (Diam.)

FECHA	MORT. OVAS	ABORTOS	MORT. LARVAS	MALFORMACIONES	ALEVINES I	ALEVINES LOGRAD.	%
05-Jun							
06-Jun	153						
07-Jun	180						
08-Jun	161						
09-Jun							
10-Jun	309						
11-Jun	203						
12-Jun	123	9					
13-Jun	131	17	5				
14-Jun	189	32	14				
15-Jun							
16-Jun	161	43	87				
17-Jun	52	19	49				
18-Jun	41	11	59	3			
	1703	122					
19-Jun			68	4			
20-Jun			69				
21-Jun							
22-Jun			154				
23-Jun			62				
24-Jun			54				
25-Jun							
26-Jun			139	5			
27-Jun			72				
28-Jun			63				
29-Jun							
30-Jun			115	12			
01-Jul			76				
02-Jul			68				
03-Jul							
04-Jul			101	8			
05-Jul			49				
06-Jul			53				
07-Jul			62				
08-Jul							
09-Jul			95	6			

10-Jul			75			
11-Jul						
12-Jul			129			
13-Jul			54			
14-Jul			45	16		
			1817	54		
15-Jul						
16-Jul					74	
17-Jul					36	
18-Jul					21	
19-Jul					37	
20-Jul					30	
21-Jul						
22-Jul					60	
23-Jul					24	
24-Jul					29	
25-Jul					26	
26-Jul					33	
27-Jul						
28-Jul					49	
29-Jul					27	
30-Jul					19	
31-Jul					24	
01-Ago					35	
02-Ago						
03-Ago					48	
04-Ago					33	
05-Ago					28	
06-Ago					39	
07-Ago						
08-Ago					43	
09-Ago					24	
10-Ago					28	
11-Ago					33	
12-Ago						
13-Ago					57	
14-Ago					20	
15-Ago					24	
					901	
16-Ago						26
17-Ago						31
18-Ago						24
19-Ago						
20-Ago						53
21-Ago						24
22-Ago						32

23-Ago						26	
24-Ago						33	
25-Ago						41	
26-Ago							
27-Ago						62	
28-Ago						26	
29-Ago						29	
30-Ago						31	
31-Ago						26	
01-Sep							
02-Sep						77	
03-Sep						28	
04-Sep						23	
05-Sep						34	
06-Sep						27	
07-Sep							
08-Sep						57	
09-Sep						21	
10-Sep						19	
11-Sep						24	
12-Sep						28	
13-Sep							
14-Sep						52	
15-Sep						19	
16-Sep						21	
						894	

TOTAL MORTALIDAD

Ovas	Abortos	Larvas	Malform.	Alev. I	Alev. Log.	Tot.Mortal.
1703	122	1817	54	901	894	5491

OVAS IMPORTADAS, ESTABULACIÓN 11 DE MAYO 2018

75000 ovas oculadas

9.3 Lets

58 ova's/VB

5.26 mm (Diam.)

FECHA	MORT. OVAS	ABORTOS	MORT. LARVAS	MALFORMACIONES	ALEVINES I	ALEVINES LOGRAD.	%
11-May							
12-May	286						
13-May	367						
14-May	446						
15-May	468						
16-May	398						
17-May							
18-May	673	46					
19-May	343	97					
20-May	621	102	110				
21-May	325	69					
22-May	421	41	266	4			
23-May	386	23	195	9			
	4734	378					
24-May			188				
25-May			208	27			
26-May			209				
27-May			248				
28-May			147	18			
29-May			238				
30-May							
31-May			386	39			
01-Jun			223				
02-Jun			245				
03-Jun			198				
04-Jun			293	15			
05-Jun			278				
06-Jun			261				
07-Jun			255				
08-Jun							
09-Jun			409	29			
10-Jun			187				
11-Jun			238				
12-Jun			245				
13-Jun							
14-Jun			525	18			

15-Jun			242			
16-Jun						
17-Jun			449	13		
18-Jun			264			
19-Jun			171	34		
			6678	206		
20-Jun						
21-Jun					389	
22-Jun					152	
23-Jun					108	
24-Jun					151	
25-Jun						
26-Jun					225	
27-Jun					106	
28-Jun					182	
29-Jun					116	
30-Jun						
01-Jul					207	
02-Jul					84	
03-Jul					96	
04-Jul					118	
05-Jul						
06-Jul					138	
07-Jul					103	
08-Jul					92	
09-Jul					84	
10-Jul					61	
11-Jul					76	
12-Jul					94	
13-Jul						
14-Jul					142	
15-Jul					97	
16-Jul					58	
17-Jul					102	
18-Jul						
19-Jul					222	
20-Jul					103	
21-Jul					130	
					3436	
22-Jul						142
23-Jul						108
24-Jul						
25-Jul						150
26-Jul						93
27-Jul						113
28-Jul						97

29-Jul						103	
30-Jul						162	
31-Jul							
01-Ago						205	
02-Ago						73	
03-Ago						82	
04-Ago						114	
05-Ago						148	
06-Ago						202	
07-Ago						165	
08-Ago						117	
09-Ago						103	
10-Ago							
11-Ago						178	
12-Ago						131	
13-Ago						68	
14-Ago						93	
15-Ago							
16-Ago						122	
17-Ago						71	
18-Ago						52	
19-Ago						74	
20-Ago						48	
21-Ago						62	
22-Ago						51	
						3127	

TOTAL MORTALIDAD

Ovas	Abortos	Larvas	Malform.	Alev. I	Alev. Log.	Tot.Mortal.
4734	378	6678	206	3436	3127	18559

Fuente: Elaboración propia, en base a datos originales

Para el estudio de sobrevivencia, en base al registro de mortalidad en todas las fases, se ha preparado la tabla N° 11. Igualmente la ficha técnica respectiva, mediante la tabla N° 12.

Tabla N°11. Fases de estudio para supervivencia

FASES		DESCRIPCIÓN
OVAS	OvaEmb.	Desde ova embrionada hasta Eclosión
	Larvaria	Desde Eclosión hasta Reabsorción de vitelo
ALEVINES	Alevines I	Desde Inicio de alimentación (Pre-inicio) hasta 3ra. Evaluación e inventario.
	Alevines II	Desde la 3ra. Evaluación hasta Alevines logrados.

Fuente:Elaboración propia

Tabla N° 12.Ficha técnica de ovas nacionales e importadas.

ORIGEN	FECHA DE INCUB. Y REINCUB.	N° DE OVAS	Litros	REGLA VON BAYER (12")			Inicio Evaluación
				N° ovas/ 12"	Diám. (mm)	Ovas / Lt	
NACION.	03 mayo	23702	2.542	61	5.0	9360	22 may
NACION.	10 mayo	30960	3.380	61	5.0	9360	29 may
NACION.	17 mayo	20338	2.100	62	4.9	9800	5 jun
TOTAL Y PROM. NAC.		75000	8.02	61	5.0	9360	-----
IMPORT.	11 mayo	75000	8.78	59	5.16	8550	11 may

Fuente: Elaboración propia

A 84 UTAs (7 días) de fase oculada inició la eclosión, culminando en 6 días; al cumplir las 312 UTAs (26 días) de la eclosión, iniciaron con su alimentación exógena.

Hasta antes de la tercera selección, evaluación mediante un primer inventario a los 540 UTAs (45 días de iniciado su alimentac.) Tablas N°s 13 y 14, hubo pequeños movimientos de selección y de control biométrico.

Finalmente a los 840 UTAs (25 días más), se realizó el último inventario y control biométrico, ver Tablas N°s 15 y 16.

En resumen, estando bajo evaluación, desde la fase oculada avanzada, hasta última evaluación 1236 UTAs (103 días) en total.

Tabla N° 13. Registro de inventario y Tercera evaluación.

Alevines de ovas nacionales.

N°St q.	Grupo	Fecha inven	Incub. y/o reinc.	Selec. (mm)	Peso Unit. (gr)	Long. Unit. (cm)	Tru/k Prom	Biom. Prom (kg)	N°total truch.
B-1	Cab.	07-ag	3 mayo	5	2.44	5.8	410	13.7	5621
B-2	Cab.	07-ag	3 mayo	5	2.44	5.8	410	13.7	5600
A-1	Cue	07-ag	3 mayo		1.80	5.0	521	13.5	7481
Total:								40.9	18702
B-3	Cab	15-ag	10 may	5	2.43	5.8	412	18.0	7400
B-4	Cab	15-ag	10 may	5	2.43	5.8	412	17.0	7000
A-2	Cue	15-ag	10 may		1.80	5.1	526	17.3	9600
Total:								52.3	24000
B-5	Cab	21-ag	17 may	5	2.43	5.9	408	11.7	4806
B-6	Cab	21-ag	17 may	5	2.43	5.8	408	11.4	4700
A-3	Cue	21-ag	17 may		1.81	5.1	521	11.0	6077
Total:								34.1	15583
TOTAL NACIONAL								127.3	58285

Fuente:Elaboración propia

Tabla N° 14. Registro de inventario y Tercera Evaluación**Alevines de ovas importadas.**

Stq. N°	Grupo	Fecha	Incub. y/o reinc.	Selec. (mm)	Peso Unit. (gr)	Long. Unit. (cm)	Tru/k Prom	Biom. Prom (kg)	N°total truch.
B-7	Cab	28 jul	Reincub	5	2.48	6.0	408	23.3	9400
B-8	Cab	28 jul	Reincub	5	2.48	6.0	408	23.3	9400
B-9	Cab	28 jul	Reincub	5	2.48	6.0	408	23.3	9400
B10	Cab	28 jul	Reincub	5	2.48	6.0	408	23.5	9474
A-4	Cue	28 jul	Reincub		1.85	5.2	526	12.9	7000
A-5	Cue	28 jul	Reincub		1.85	5.2	526	12.9	7000
A-6	Cue	28 jul	Reincub		1.85	5.2	526	13.3	7191
Total:								132.5	58865

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 15. Registro de inventario y Evaluacion final.**Alevines de ovas nacionales.**

Stq. N°	Grupo	Fecha invent.	Incub. y/o reinc.	Selec. (mm)	Peso Unit. (gr)	Long. Unit. (cm)	Tru/k Prom	Biom. Prom (kg)	N°total truch.
C-1	Cab	01-set	3 may	6	4.00	7.0	253	29.0	7262
C-2	Cue	01-set	3 may	5	2.40	5.6	417	12.8	5349
C-3	Cue	01-set	3 may	5	2.40	5.6	417	12.0	5000
B-1	Col	01-set	3 may		1.80	5.1	526	1.0	545
Total:								54.8	18156
C-4	Cab	09-set	3 may	6	4.00	6.9	244	39.0	9701
C-5	Cue	09-set	3 may	5	2.41	5.8	415	15.6	6500
C-6	Cue	09-set	3 may	5	2.41	5.8	415	15.1	6250
B-2	Col	09-set	3 may		1.82	5.2	520	1.2	647
Total:								70.9	23098

C-7	Cab	15-set	3 may	6	3.98	6.8	250	25.4	6384
C-8	Cue	15-set	3 may	5	2.40	5.7	417	19.2	8017
B-3	Col	15-set	3 may		1.81	5.2	524	0.80	446
Total:								45.4	14847
TOTAL NACIONAL								171.1	56101

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 16. Registro de inventario y Evaluacion final.

Alevines de ovas importadas

Stq. N°	Grupo	Fecha	Incub. y/o reinc.	Selec. (mm)	Peso Unit. (gr)	Long. Unit. (cm)	Tru/k Prom	Biom. Prom (kg)	N°total truch.
C-9	cab	22-ag	Reincub	6	4.12	7.0	243	28.8	7000
C-10	Cab	22-ag	Reincub	6	4.12	7.0	243	28.8	7000
C-11	Cab	22-ag	Reincub	6	4.12	7.0	243	30.7	7447
C12	Cue	22-ag	Reincub	5	2.35	5.8	426	20.36	8665
C13	Cue	22-ag	Reincub	5	2.35	5.8	426	19.7	8400
C14	Cue	22-ag	Reincub	5	2.35	5.8	426	19.7	8400
C15	Cue	22-ag	Reincub	5	2.35	5.8	426	19.7	8400
B-4	col	22-ag	Reincub		1.78	5.1	526	2.0	1129
Total:								169.8	56441

Fuente: Elaboración propia.

Para la alimentación de los alevines, se utilizó concentrado comercial (cuya marca fue utilizado también en la alimentación de los reproductores) formulado para la fase de inicialización de truchas (48% PB), con gránulos micropelletizados de 0.3 mm y posteriormente de 0.7 mm por espacio de 15 días, suministrando *ad libitum* en seis raciones/día, posteriormente se suministró gránulos micropelletizados de 0.7 mm por espacio de 30 días y finalmente de 1.5 mm por espacio de 25 días (última evaluación). Ver tabla de Registro N° 17.

**Tabla N° 17. Registro de consumo total de alimento hasta la ultima evaluación
Nacionales e importados**

TIPO DE ALIM.	TIEM. (DÍAS)	TASA ALIM. (%)	NACIONALES				IMPORTADOS			
			N° de alev.	Peso/alev (gr)	Biomasa (kg)	Cant. De alim. (kg)	N° de alev.	Peso/alev (gr)	Biomasa (kg)	Cant. de alim. (kg)
Preinicio (0.3mm)	15-1=14	6.0	63211	0.12	7.6	6.4	64720	0.14	9.1	7.6
Inicio (0.7mm)	31	4.2	61286	0.5	30.6	39.8	61873	0.6	37.1	48.3
Inicio (1.5mm)	25	3.5	58285	2.25	131.1	114.7	58865	2.3	132.5	115.9
TOTAL PROM. (Ult. Eval. Cab. cuerp y cola)	70					160.9				171.8
	-----	-----	56101	3.05	171.1	-----	56441	3.01	170.0	-----

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de todo el proceso comprendido en el proyecto.

3.6. TÉCNICA DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Estadística descriptiva, mediante el programa Excel:

3.6.1. PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE EFICIENCIA DE OVAS

a. Índice de Eficiencia de ova por tamaño. Para el trabajo evaluativo por tamaño de ova, se calculó lo siguiente:

- **Diámetro de ova (mm).** Se calculó el diámetro utilizando el método de Von Bayer, graduada en mm, en ella se ubican en fila india tantas ovas como sea necesario para completar la longitud de la reglilla en forma de V, de 12,5" (31,75 cm aproximadamente), las cuales son finalmente contadas; igualmente fue determinada el cálculo en 5 muestras las importadas y 15 muestras las ovas nacionales, a través de la Tabla de Von Bayer.
- **Peso ova (mg).** Para determinar el peso se trabajó en base a la tabla de Von Bayer, para lo cual se utilizaron las mismas muestras trabajadas para calcular el diámetro, y el uso de tablas de conversión: 1 onza = 29.57 cc, 1 onza=28.35 gr (Tabla de V.B.), 1cc = 1mm... tabla de conversión.
- **Volumen ova (mm³):** Asumiendo la cercanía a la forma esférica de la ova (con datos del diámetro), se utilizó la siguiente fórmula para determinar el volumen medio en la puesta (en mm³):

$$\text{Volumen ova} = (4\pi r^3) / 3.$$

b. Índice de Eficiencia por Supervivencia: En base al registro de mortalidad:

- **IE OEM-EC (Índice de Eficiencia: Ova Embrionada-Ovas Eclosión).** Se estimó como: Número Ovas Eclosión / Cantidad ovas embrionadas.

$$\text{IE OEM-EC} = \frac{\text{NOVEC}}{\text{NOVEM}}$$

- **IE LARVA (Índice de Eficiencia: de Eclosión-Reabsorción de Vitelo).** Se estimó con la relación: Número de dedinos / Número de ovas eclosionadas.

$$\text{IE LARVA} = \frac{\text{NDED}}{\text{NOVEC}}$$

- **IE TOT (Índice de Eficiencia Total).** Se calculó como: Número de dedinos / Cantidad de ovas Embrionadas.

$$\text{IE TOT} = \frac{\text{NDED}}{\text{NOVEM}}$$

3.6.2. PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE ALEVINES

A) I.C. PARA PESO Y TALLA Y FACTOR DE CONDICIÓN DEL PRIMER ALEVINAJE

Para determinar el peso se utilizó una balanza digital y baldes con agua. Se utilizaron muestras al azar de la población: importadas 5 muestras de 20

alevines c/u, nacionales 25 muestras (5 por grupo) de 20 c/u. Y para el control de talla se utilizó un ictiómetro milimetrado, en este caso tomando 10 muestras al azar, para luego obtener en ambos los promedios de peso y talla.

Para determinar el Índice de condición Se realizó mediante la relación de Fulton:

$$K = \frac{W}{L^3} \times 100$$

Dónde.

K = índice de condición

W = Peso del pez (g)

L = longitud del pez (cm)

3 = Constante de crecimiento isométrico.

B) I.C. PARA DETERMINAR TASA DE SUPERVIVENCIA ALEVINES FASE I – ALEVINES FASE II Y TASA DE CRECIMIENTO ESPECÍFICO.

Con la sumatoria del registro diario de mortalidad fue evaluada la tasa de supervivencia.

S% = Tasa de Supervivencia

$$S \% = \left[\frac{Nf}{Ni} \right] \times 100$$

SGR = Tasa de Crecimiento Específico:

$$G = \frac{(\text{ex}W1 - \text{ex}W0)}{t} \times 100$$

Dónde:

G = Tasa específica de crecimiento.

ex = base de los logaritmos naturales (2,716)

W1 = Peso final.

W0 = Peso inicial.

C) I.C. PARA DETERMINAR UNIFORMIDAD DE ALEVINES (CABECERA, CUERPO Y COLA) Y FACTOR DE CONDICIÓN DEL ALEVIN LOGRADO.

FCR = Factor de Conversión Alimentaria:

$$\text{FCR} = \frac{\text{Kg de Alimento suministrado}}{\text{Peso Final (kg) - Peso Inicial (kg)}}$$

D) I.C. PARA DETERMINAR LA TASA DE ALIMENTACIÓN

SFR (Tasa de Alimentación)

$$\text{SFR} = \text{SGR} \times \text{FCR}$$

CAPÍTULO IV

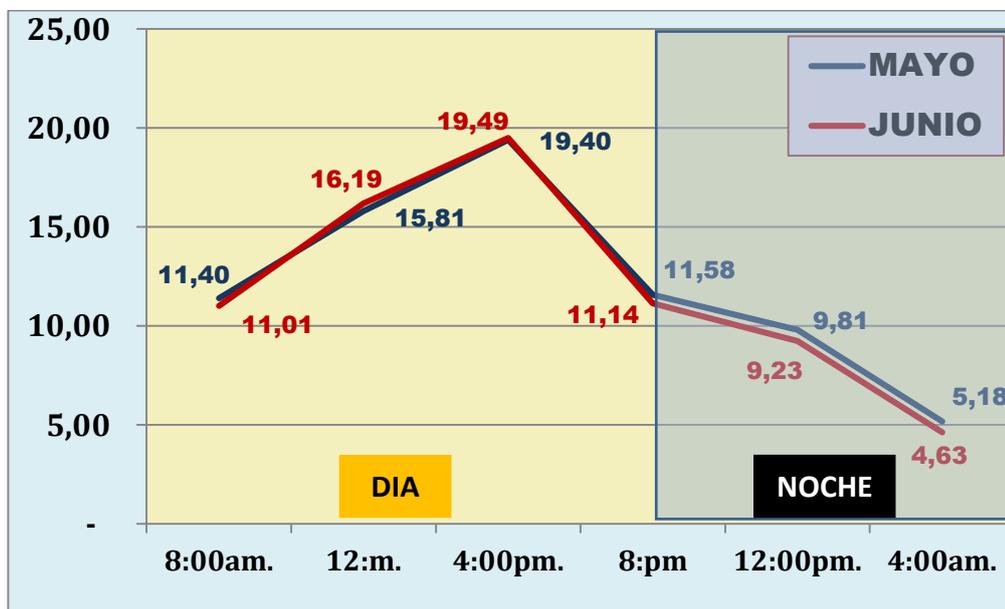
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. RESULTADOS DE ANÁLISIS HÍDRICO

a). Físico

- **Temperatura.** La época de mayor variabilidad térmica en el año, es precisamente estos dos meses (mayo y junio). La temperatura del agua en la Eclosería tuvo incluso mínimas de hasta 4.6 y máximas de 19.5 °C, con un promedio de 11.9 °C en mayo y 12.1 °C en junio, el promedio de los dos meses fue de 12°C.

Gráf. N° 07. Comportamiento y comparación de temperatura diurna y nocturna



Lo importante de la investigación fue que no sólo se ha tomado el control de la T° en el día como se aprecia en muchos estudios, “...es recomendable realizar tres mediciones de temperatura (6, 12 y 18 horas) para sacar un promedio de los tres horarios y tener un dato más real de la temperatura

diaria” (FAO, Guatemala, 2018), sino también el control nocturno (8:00pm, 12:00pm y 4:00am), completando las 24 horas del día (Gráf. N° 09), por el tema de las condiciones concretas y objetivas ya descritas de la eclosería. Además, la evaluación nos arroja una desviación estándar de 4.4 y una varianza de 19.4

Sin embargo, pese a esta notoria variación de temperatura, que es muy estresante para los especímenes en cultivo; el agua que utiliza la eclosería, por sus parámetros químicos y biológicos, es óptimo para la incubación y reincubación y para la crianza de alevines.

b) Químico.

- **pH.** La prueba registró 8.6, apropiadas para la incubación y la producción de alevines.
- **Alcalinidad.** Se encuentra en 110 ppm, lo cual mantiene el pH en más de 7, dentro del rango óptimo.
- **OD (Oxígeno disuelto).** Está dentro del rango bajo, 7.5 ppm (81% de saturación).

4.2. ÍNDICE DE EFICIENCIA DE OVAS POR TAMAÑO

4.2.1. Diámetro

a) Ovas embrionadas nacionales

Tabla N° 18. Registro de evaluación de ovas nacionales, mediante el uso de la regla VonBayer

N° DE MUESTRA	SIEMBRA 1		SIEMBRA 2		SIEMBRA 3	
	N° de Ovas (V.B.) ¹	Diámetro (mm)	N° de Ovas (V.B.) ¹	Diámetro (mm)	N° de Ovas (V.B.) ¹	Diámetro (mm)
1	61	5.00	62	4.92	62	4.92

2	62	4.92	61	5.00	60	5.08
3	59	5.16	59	5.16	63	4.85
4	62	4.92	62	4.92	63	4.85
5	61	5.00	61	5.00	61	5.00
6	60	5.08	62	4.92	62	4.92
7	61	5.00	62	4.92	63	4.85
8	60	5.08	60	5.08	60	5.08
9	61	5.00	62	4.92	63	4.85
10	61	5.00	62	4.92	62	4.92
Prom.	60.8	5.02	61.30	4.98	61.90	4.93
	61.00			5.00		

¹Regla de Von Bayer

Fuente: Elaboración propia

b) Ovas embrionadas importadas

**Tabla N° 19. Registro de evaluacionde ovas importadas,
mediante el uso de la regla Von Bayer**

N° DE MUESTRA	N° de Ovas (V.B.)¹	Diámetro (mm)
1	59	5.16
2	59	5.16
3	58	5.26
4	60	5.08
5	59	5.16
6	60	5.08
7	58	5.26
8	60	5.08

9	59	5.16
10	58	5.26
Prom.	59.00	5.166

Fuente: Elaboración propia

En el registro, las muestras ponen en evidencia la variabilidad de tamaño de las ovas en un mismo lote, manifestándose más en las nacionales, que son 5 tallas diferentes en comparación a las tres tallas de las importadas.

En lo que concierne a las ovas nacionales, cuyo promedio es de 5.0 mm, de reproductoras de 3 y 3.5 años de edad, coincide con la investigación de Reyes Bustamante, 1988, la correlación positiva existente entre el diámetro de las ovas y el peso y edad de la hembra. "...en los tres grupos de principales de diámetro de ovas: 4.0, 4.5 y 5.0 mm que corresponden a 1.5, 2.0, y 3.0 años de edad de truchas hembras que a su vez estas tienen 1.0, 1.5 y 2.5 kg respectivamente". Sin embargo debemos señalar que las hembras mayores con que hemos trabajado están alrededor de los 3.5 años de edad.

4.2.2. Peso.

Cuadro N° 05. Estimación de peso de ovas nacionales e importadas.

1 onza = 29.57 cc----- Tabla de Von Bayer (cc = ml)	
1 onza = 28.35 g ----- Tabla de conversión 28.35 g = 29.57 ml ----- Tabla de conversión	
Entonces:	
1000 ml (1L) = 958.7 g ----- Regla de tres	
OVAS NACIONALES (5.0 mm) 9360 ovas / L	OVAS IMPORTADAS (5.16 mm) 8550 ovas / L

<p>9360 ovas = 958.7 g</p> <p>1 ova = x ----- regla de tres</p> <p>0.10 g/ova</p>	<p>8550 ovas = 958.7 g</p> <p>1 ova = x ----- regla de tres</p> <p>0.11 g/ova</p>
--	--

Fuente: Elaboración propia

El resultado que arroja la evaluación en cuanto a peso de ova, es básicamente subjetiva a sabiendas que no es precisamente el valor de la ova en sí (su contenido proteico, lipídico, de ácidos grasos, etc.), sino más bien es el de un embrión a una semana de su eclosión. Sin embargo la estimación sirve dado que el contenido embrionario no es otra cosa lo que el huevo contiene y su relación con el medio ambiente.

4.2.3. Volumen.

Cuadro N° 06. Estimación de volumen de ovas nacionales e importadas.

<p>Fórmula:</p> <p>(VO) = (4 π.r³) / 3</p> <p>VO = Volumen de Ova</p> <p>π= 3.1416</p> <p>r = Diámetro/2</p>	
OVAS NACIONALES	OVAS IMPORTADAS
<p>Diámetro (Diám.) = 5.00 mm</p> <p>r = 2.50 mm</p> <p>$(4(3.1416) (2.50)^3)$</p> <p>VO = -----</p> <p style="text-align: center;">3</p> <p>VO = 65.45 mm³</p>	<p>Diámetro (Diam.) = 5.16 mm</p> <p>r = 2.58 mm</p> <p>$(4(3.1416) (2.58)^3)$</p> <p>VO = -----</p> <p style="text-align: center;">3</p> <p>VO = 71.94 mm³</p>

Fuente: Elaboración propia

El contenido de las ovas embrionadas, expresadas en mm³, demuestra que el tamaño de la ova, tiene correlación directa positiva con el diámetro, peso y volumen del mismo.

Finalmente en índice de eficiencia, el resultado por tamaño al que concluimos, gracias a un estudio paralelo hasta la fase de absorción de vitelo, el mismo que consistió en la selección de 2000 ovas, las más pequeñas del 3er grupo de las nacionales (4.85 diám.); y de 2000 ovas, las más grandes del grupo de las importadas (5.26 diám.), para comparar con el resultado general, llegando a la siguiente conclusión, tal como nos indica la tabla N° 25 y su comparación con los índices generales, tabla N° 26.

4.3.ÍNDICE DE EFICIENCIA DE OVAS POR SUPERVIVENCIA: NACIONALES E IMPORTADOS

4.3.1. SUPERVIVENCIA DE OVA EMBRIONADO A ECLOSIÓN

a) Tabla N° 20. Mortalidad Ovas Nacionales. Fase Ova

INCUBACION	N° DE OVAS EMBRION.	MORT. OVAS EMBRION.	ABORTOS	TOTAL MORTAL.	% MORTAL.
1	23702	1656	231	1887	7.96
2	30960	2244	298	2542	8.21
3	20338	1703	122	1825	8.97
TOTAL	75000	5603	651	6254	8.35

Fuente: Elaboración propia

$$\text{SUPERVIVENCIA (ECLOSIÓN)} : 75000 - 6254 = 68746$$

$$68746$$

$$\text{IE OEM-EC} = \frac{68746}{75000} = 0.92$$

$$75000$$

b) Tabla N° 21. Mortalidad Ovas Importadas. Fase Ova

REINCU BACIÓN	N° DE OVAS	MORTAL. OVAS EMBRIONADAS	ABORTOS	TOTAL MORTAL.	% MORTAL.
Import.	75000	4734	378	5112	6.82

Fuente: Elaboración propia

$$\text{SUPERVIVENCIA (ECLOSIÓN)} : 75000 - 5112 = 69888$$

$$69888$$

$$\text{IE OEM-EC} = \frac{\text{-----}}{\text{-----}} = \mathbf{0.93}$$

$$75000$$

Las cifras de los resultados en esta primera fase, nos indican que las ovas importadas tienen mayor eficiencia de supervivencia en 1.53 % que las nacionales, se puede atribuir, al mejor protocolo de desinfección y de preparación inmunológica del producto al momento de su importación; asociada a la genética, selección y manejo de sus reproductores.

Se conoce experiencias como la de García Chamamé, 2014, cuya mortalidad para ambos grupos es lo siguiente: nacionales, 5.4% e importadas, 4.7% superando la supervivencia en 2.97% y 2.1% respectivamente. Hecho que atribuimos al tema del stress que produce en esta etapa que es la más crítica dentro de la producción de alevines, la notable variación térmica dentro de las 24 horas.

4.3.2. SOBREVIVENCIA DE ECLOSIÓN A ABSORCIÓN DE SACO VITELINO.

a) Tabla N° 22. Mortalidad Ovas Nacionales. Fase Larvaria

INCUBA CION	SOBREV. ECLOSION	MORTAL. LARVAS	MALFOR MACION	TOTAL MORTAL.	% MORTAL.
1	21815	1690	20	1710	7.8
2	28418	2333	41	2374	8.4

3	18513	1419	32	1451	7.8
TOTAL	68746	5442	93	5535	8.0

Fuente: Elaboración propia

$$\text{SUPERVIVENCIA LARVA : } 68746 - 5535 = 63211$$

$$\text{IE LARVA} = \frac{63211}{68746} = \mathbf{0.92}$$

b) Tabla N° 23. Mortalidad Ovas Importadas. Fase Larvaria

REINCU BACIÓN	SOBREV. ECLOSIÓN	MORTAL. LARVAS	MALFOR MACIÓN	TOTAL MORTAL.	% MORTAL.
Import.	69888	5027	141	5168	7.4

Fuente: Elaboración propia

$$\text{SUPERVIVENCIA LARVA : } 69888 - 5168 = 64720$$

$$\text{IE LARVA} = \frac{64720}{69888} = \mathbf{0.93}$$

El mejor desempeño de supervivencia en la fase larvaria, corresponde igualmente a las importadas en un margen mínimo de 0.6 % frente a las larvas de ovas nacionales. García Chamamé, 2014, nos menciona que en esta etapa el mejor resultado también tuvieron las importadas "...mientras que el porcentaje de supervivencia de larvas es para las nacionales de 82.81% e importadas 88.86%", es decir, en esta etapa tuvimos mejores resultados en 9.2 y 3.7% respectivamente, atribuimos a la fácil adaptación al entorno ambiental hostil y probablemente a una acertada selección de reproductores.

4.3.3. ÍNDICE DE EFICIENCIA TOTAL DE OVAS: DESDE OVA HASTA REABSORCIÓN DE SACO VITELINO

a) Tabla N° 24. Mortalidad total de Ovas Nacionales.

DESOVE	N° DE OVAS	MORT. OVAS	ABORTOS	LARVAS	MALFOR-MAC.	TOTAL MORT.	% MORTAL
1	23702	1656	231	1690	20	3597	15.2
2	30960	2244	298	2333	41	4916	15.9
3	20338	1703	122	1419	32	3276	16.1
TOTAL	75000	5603	651	5442	93	11789	15.7

Fuente: Elaboración propia

SUPERVIVENCIA TOTAL OVA : 75000 – 11789 = **63211**

63211

IE TOT = ----- = **0.84**

75000

b) Tabla N° 25. Mortalidad total de Ovas Importadas.

ESTABULAC.	N° DE OVAS	MORTAL OVAS	ABORTOS	LARVAS	MALFORMACION	TOTAL MORT.	% MORTA.
Import.	75000	4734	378	5027	141	10280	13.7

Fuente: Elaboración propia

SUPERVIVENCIA TOTAL OVA : 75000 – 10280 = 64720

64720

IE TOT = ----- = **0.86**

750000

Se ha notado claramente en las dos fases, de ovas a eclosión y de éste a reabsorción, que la tasa de sobrevivencia siempre fue mejor, aunque en un mínimo margen porcentual (2.0%), la de las ovas importadas con respecto a las nacionales, revalidado con el 0.02 de índice eficiencia total productiva.

Para el mismo resultado **ovas embrionadas - larvas con vesícula vitelina reabsorbida**, García Chamamé (Piscigranja Gruta Milagrosa, Hyo) consolida una mortalidad acumulada de: 21.64% en las nacionales y 15.32% en las importadas, que contrastada con la nuestra, nos muestra que tuvimos menor mortalidad hasta esta etapa en 5.9 % y 1.6 % respectivamente.

c) Tabla N° 26. Datos porcentuales de abortos y malformaciones.

EVENTOS	NACIONALES		IMPORTADAS	
	CANT.	%	CANT.	%
ABORTOS	651	0.93	378	0.54
MALFORMACIONES	93	0.14	141	0.2

Fuente: Elaboración propia.

Tal como lo detalla la tabla N° 26, no hay diferencias significativas en cuanto a los indicadores de abortos y malformaciones entre los grupos. En abortos las ovas nacionales bordea el 1% en cuanto las importadas apenas cruza el 0.5%. En malformaciones la figura se revierte a favor de las nacionales en 0.06%.

Gonzales Medina y Aguilar Zevallos (2015), nos indican que en Miraflores Hyo. a 11°C, se produjo 1.81% de aborto embrionario, y en Acostambo a 15°C 0.13%.

En tanto en malformaciones (lordosis, espirilados, etc), García y Chamamé, (2014), indica 1.47% en el grupo de las nacionales y 3.6 en las

importadas, este último es relativamente alto. Causas principales: aclimatación inadecuada, shock térmico, alteración de luz, T°, etc.

4.3.4. ÍNDICE DE EFICIENCIA DE OVAS POR TAMAÑO VERSUS ÍNDICES DE EFICIENCIA TOTAL

Ya contando con la evaluación total de comparación de ovas nacionales e importadas, esta parte es muy importante para comprobar la eficiencia de las mismas por TAMAÑO.

a) Tabla N° 27. Mortalidad total de ovas por tamaño.

Muestra 2000 ovas embrionadas/grupo.

ORIGEN	DIAM. DE OVAS (mm)	MORT. OVAS	ABORTOS	MORTAL. LARVAS	MALFORMACION	MORTAL. TOTAL	% MORTAL. TOTAL
NACION.	Pq (4.85)	126	12	157	3	298	
%		6.30	0.60	7.85	0.15		14.90
IMPORT.	Gr (5.26)	108	7	132	4	251	
%		5.40	0.35	6.60	0.20		12.55

Fuente: Elaboración propia

SUPERVIVENCIA TOTAL OVA PEQ. (Nacion.) : 2000 – 298 = 1702

$$IE\ TOT = \frac{1702}{2000} = 0.851$$

SUPERVIVENCIA TOTAL OVA GRAND. (Import.) : 2000 – 251 = 1749

$$IE\ TOT = \frac{1749}{2000} = 0.874$$

b) Tabla N° 28. Tabla de mortalidad total de ovas nacionales e importadas.

ORIGEN	N° DE OVAS	MORT. OVAS	ABORTOS	MORTAL. LARVAS	MALFORMACIÓN	MORTAL. TOTAL	% MORTAL. TOTAL
NACION.	75000	5603	651	5442	93	11789	
%		7.5	0.9	7.2	0.1		15.70
IMPORT.	75000	4734	378	5027	141	10280	
%		6.3	0.5	6.7	0.2		13.70

Fuente: Elaboración propia

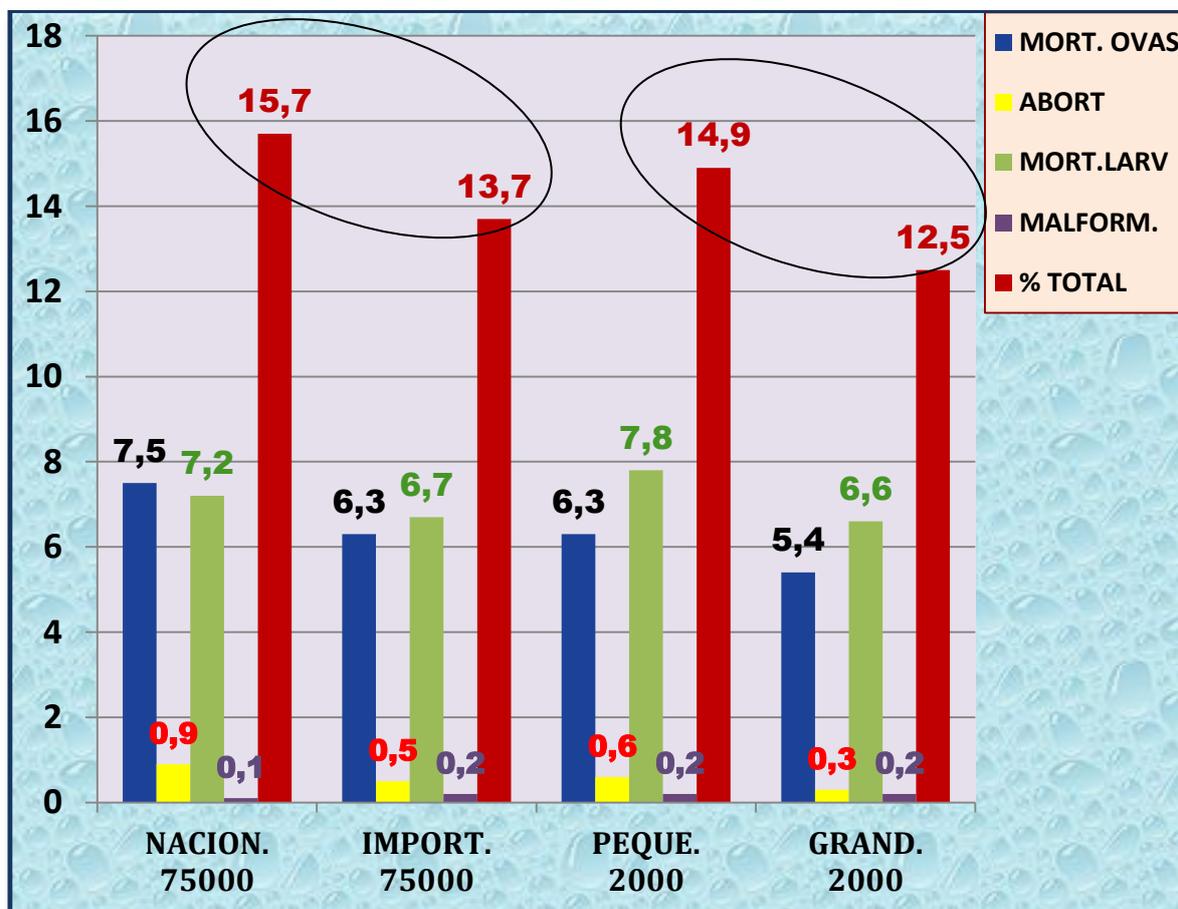
Particularmente esta comparación de índices de eficiencia de supervivencia tanto por **tamaño** en **índice total**, nos indica que, la tasa de mortalidad en el segundo caso fue de **2.00 %** más en las ovas nacionales; y, en la eficiencia por tamaño, la mortalidad es de **2.40%** más en las ovas pequeñas (seleccionadas de las nacionales), hay una diferencia de 0.40 % de eficiencia de supervivencia que le atribuimos a las ovas más grandes en el estudio (seleccionadas de las importadas); y un **0.023** de índice de eficiencia a favor de las ovas grandes frente al **0.020** del I.E.T, corroboran esta aserción.

Sin embargo, se ha observado en la presente evaluación por TAMAÑO dos detalles que vale mencionarlo para un estudio posterior más profundo, que las ovas pequeñas tuvo en 120 UTAs un porcentaje mayor de eclosión, asimismo en fase larvas, a los 240 UTAs de nacimiento, se ha percibido un número muy considerable de larvas en reabsorción de saco ascender a la superficie, los que en las ovas grandes, en la misma acumulación térmica, fueron en menor proporción, muy escasas.

Respecto a esta evaluación, no se ha podido confrontar resultados, dado que no se halló investigación al respecto en nuestro idioma. Sin embargo en julio de

este año, se publicó en el *Journal of Fish Biology*, en español, bajo el título “Ovas más pequeñas nos proporcionan peces más grandes”, según este estudio los peces eclosionados de ovas más pequeñas, presentan tasas de crecimiento más altas que los peces provenientes de ovas más grandes. Para corroborar esta hipótesis, investigadores de la Univ. de Oregon y del Oregon Hatchery Research Center, realizaron un estudio de seguimiento de 8 meses a ovas de truchas *O. mykiss* de diferentes tamaños. Al final del experimento, observaron que el crecimiento de los peces varía inversamente con el tamaño de la ova de donde se originó el pez. Autor de la nota Francisco Soto, julio-2018. Revisar el abstract de estudio: “*Eggsize and growth in steelhead *Oncorhynchus mykiss**”.

Gráf. N°08. Índice de eficiencia total de ovas nacionales e importados por supervivencia versus el índice de eficiencia por tamaño, (%).



4.4. ÍNDICE DE LA CALIDAD DE ALEVINES

4.4.1. SUPERVIVENCIA DE ALEVINES FASE INICIO DE ALIMENTACIÓN EXÓGENA HASTA LA 3ra. EVALUACIÓN

Tabla N° 29. Mortalidad de Alevines Nacionales. Fase Alevines I (45 días de iniciado la alimentación)

INCUBACIÓN	INICIO DE ALIMENT.	MORTALIDAD	% MORTAL.	SOBREVIV. ALEVINES I
1	20105	1403	6.9	18702
2	26044	2044	7.8	24000
3	17062	1479	8.7	15583
TOTAL	63211	4926	7.8	58285

Fuente: Elaboración propia

Tasa de Supervivencia (S%)

$$S \% = \left[\frac{N_f}{N_i} \right] \times 100$$

$$S \% = \frac{58285}{63211} \times 100$$

$$S \% = 92.2$$

Tabla N° 30. Mortalidad de Alevines Importados. Fase Alevines I (45 días de iniciado la alimentación)

REINCUBACIÓN	INICIO DE ALIMENT.	MORTALIDAD	% MORTAL.	SOBREVIV. ALEVINES I
Import.	64720	5855	9.05	58865

Fuente: Elaboración propia

Tasa de Supervivencia (S%)

$$S \% = \frac{58865}{64720} \times 100$$

$$S \% = 90.9$$

En esta fase que tuvo 540 UTAs (45 días) de iniciado su alimentación, el grupo que mejor se ha adaptado a los rigores ambientales fueron las nacionales en 1.3 puntos porcentuales frente a las importadas. Además de las respuestas adaptativas positivas a la alimentación exógena.

En cuanto a la ganancia de peso, aún las importadas mantienen una ventaja como lo indica la Gráf.Nº 12.

4.4.2. SUPERVIVENCIA DE ALEVINES FASE ALEVINES I HASTA ALEVINES LOGRADOS.

a) Tabla Nº 31. Mortalidad de Alevines Nacionales. Fase Alevines

Logrados.(25 días desde Alevines I)

INCUBACION	ALEVINES I	MORTALIDAD	% MORTAL.	SUPERVIV. ALEVINES LOGRAD.
1	18702	546	2.9	18156
2	24000	902	3.7	23098
3	15583	736	4.7	14847
TOTAL	58285	2184	3.7	56101

Fuente: Elaboración propia

Tasa de Supervivencia (S%)

$$S \% = \frac{56101}{58285} \times 100$$

$$S \% = 96.25$$

b) Tabla N° 32. Mortalidad de Alevines Importados. Fase Alevines Logrados. (25 días desde Alevines I)

REINCUBACION	ALEVINES I	MORTALIDAD	% MORTAL.	SUPERVIV. ALEV. LOG.
Import.	58865	2424	4.1	56441

Fuente: Elaboración propia

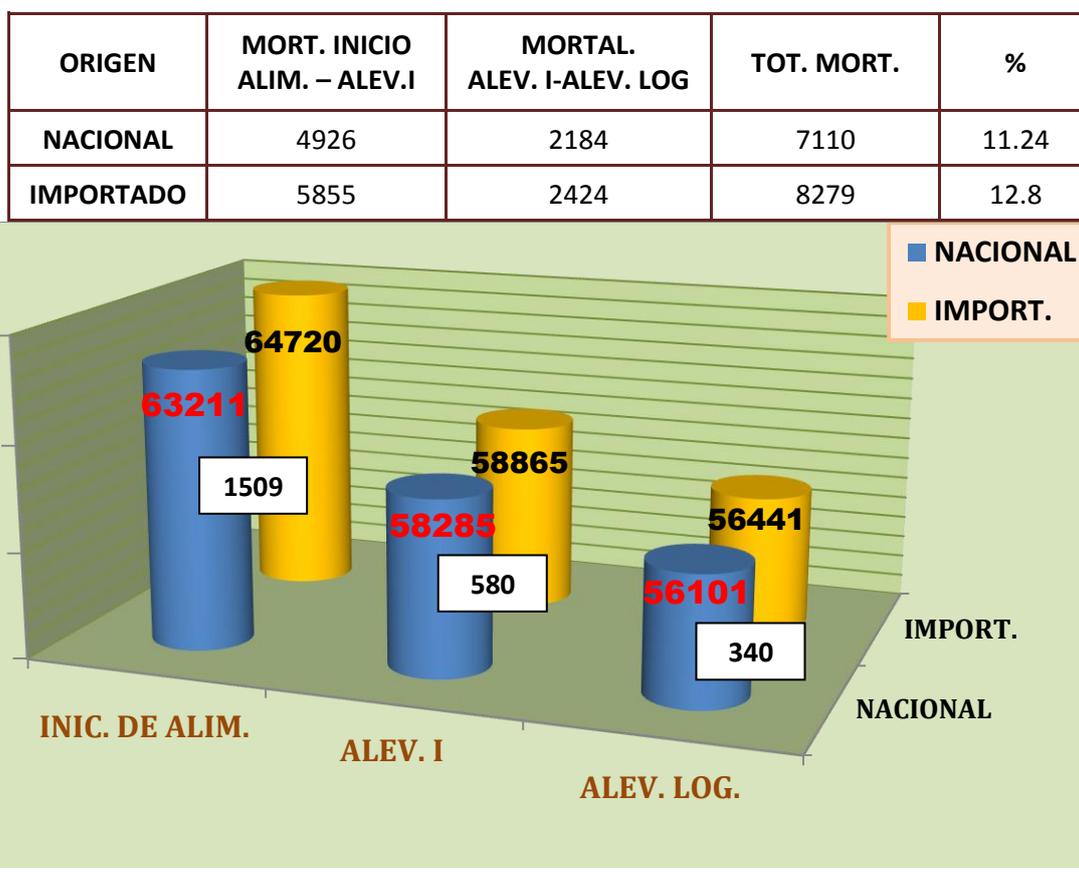
$$\text{Tasa de Supervivencia } S \% = \frac{56441}{58865} \times 100$$

$$S \% = 95.88$$

Siguiendo la secuencia de la fase anterior, en estos últimos 25 días, lleva la ventaja de supervivencia los alevines de ovas nacionales, aunque en términos porcentuales muy reducidos, 0.37%.

En conclusión, en toda la fase alevines (desde el inicio de la alimentación exógena hasta la última evaluación) en 840 UTAs (70 días), se produjo mayor mortalidad en el grupo de las importadas en 1.56%, (Gráf. N° 09). Bedriñana, manifiesta que en alevinaje la mortalidad está alrededor del 5.0%, que es corroborada por Ceballos y Velasquez con mortalidades del 1.5 a 5% en sistemas de canales de concreto y de 15% de mortalidad en tinajas de fibra de vidrio.

Graf. N°09. Supervivencia total de alevines fase inicio de alimentacion exógena a fase de alevin logrado.



4.4.3. ÍNDICE DE PESO Y TALLA (Datos Tabla N° 06)

Cuadro N°07. Tercer Control biométrico

ORIGEN	Biometría	Grupo	
		Cabeza	Cuerpo
NACIONALES	Peso (gr)	2.44	1.80
		2.43	1.80
		2.43	1.81
	Prom. Peso	2.4	1.80
	Talla (cm)	5.8	5.0
		5.9	5.2
5.6		5.1	

	Prom. Talla	5.8	5.1
IMPOR-TADOS	Prom. Peso (gr)	2.48	1.94
	Prom. Talla (cm)	6.0	5.2

Fuente: Elaboración propia

El tercer control biométrico, según el Cuadro N° 07 nos muestra lo siguiente: en peso, una insignificante diferencia a favor de los alevines importados (en cabeza, 0.08g. y en cuerpo 0.14g); en talla de igual modo, coincide al crecimiento isométrico general (0.2 cm en cabeza y 0.1 cm en cuerpo).

A esta edad (45 días de iniciado la alimentación), no muestra diferencia sustancial al promedio que establecen los manuales de producción de alevines.

Cuadro N°08. Control biométrico Final

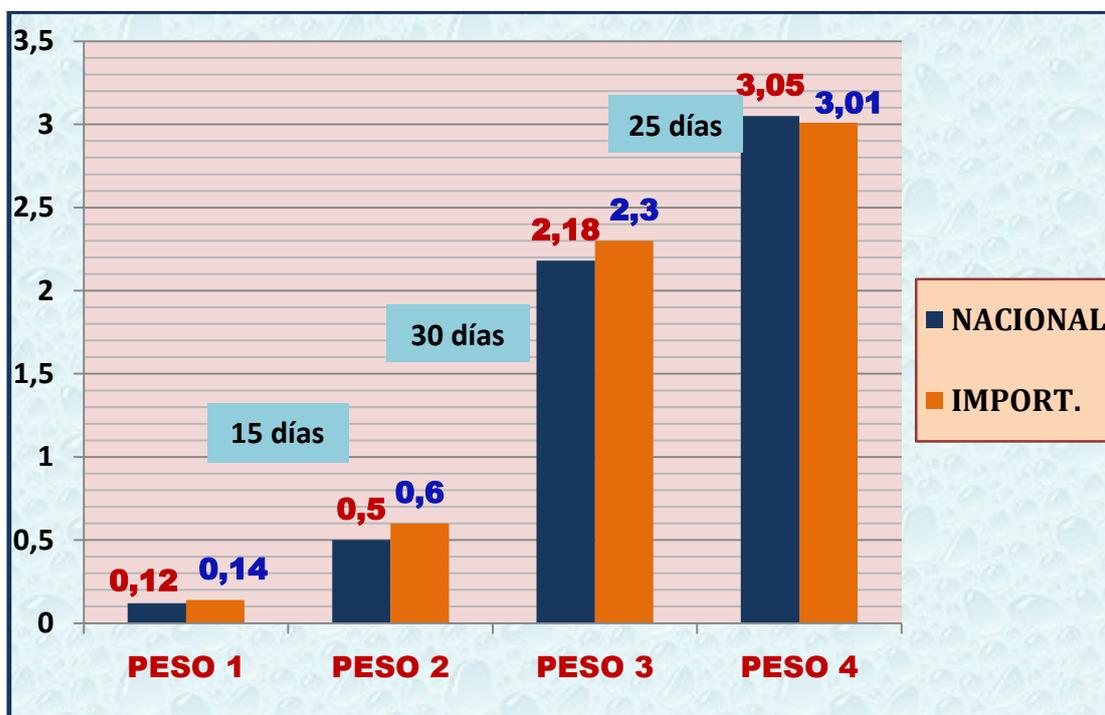
ORIGEN	Biometría	Grupo		
		Cabeza	Cuerpo	Cola
NACIONALES	Peso (gr)	4.0	2.40	1.80
		4.10	2.41	1.82
		3.98	2.40	1.81
	Prom.	4.0	2.40	1.81
	Talla (cm)	7.0	5.6	5.1
		6.9	5.8	5.2
		6.8	5.6	5.2
Prom.	6.9	5.6	5.2	
IMPOR TADOS	Prom. Peso (gr)	4.12	2.35	1.78
	Prom. Talla cm)	7.0	5.8	5.1

Fuente: Elaboración propia

El Cuadro N° 08, de control biométrico final, nos indica que la ganancia de peso, en estos últimos 25 días (desde el 3er. control), las cabezas de las

importadas han tenido una ligera superioridad, nacionales 1.6 g, importadas 1.64 g; y en cuerpo, han sido las nacionales las que tuvieron mayor ganancia de peso 0.6 g, frente al 0.41 g de las importadas. No hemos hallado trabajos similares, es decir por grupos (Cabeza, cuerpo y cola); sino como promedio individual del total de la biomasa; tal como indicamos en la graf. N° 10.

Gráf. N°10. Evolución de peso promedio (4 evaluaciones) de Alevines nacionales e importados.



La Gráf. N° 10, nos reporta, la ganancia de peso promedio individual del total de la biomasa existente, nacional e importada durante los 70 días de iniciado su alimentación exógena. Vemos que hasta los 45 días, el mejor peso promedio individual era del grupo de los alevines importados en 0.12 g; sin embargo, por el incremento insólito del número en la “cabeza” de los nacionales, en los últimos 25 días, el peso promedio fue revertido a favor de las nacionales en 0.04 g.

4.4.4. ÍNDICE DE CONDICIÓN: FACTOR FULTON (K =W /L³ X 100)

Cuadro N°09. Evaluación de Condición de alevines. Nacionales e importados

TERCERA EVALUACION DE CONDICION (Alevines I)	
Alev. Nacionales	Alev. importados
<p>CABEZA:</p> $K = \frac{2.4}{5.8^3} \times 100$ <p>K = 1.2</p> <p>CUERPO:</p> $K = \frac{1.80}{5.1^3} \times 100$ <p>K = 1.3</p>	<p>CABEZA:</p> $K = \frac{2.48}{6.0^3} \times 100$ <p>K = 1.1</p> <p>CUERPO:</p> $K = \frac{1.84}{5.2^3} \times 100$ <p>K = 1.4</p>
EVALUACIÓN FINAL DE CONDICIÓN (Alevín logrado)	
<p>CABEZA:</p> $K = \frac{4.0}{6.9^3} \times 100$ <p>K = 1.2</p> <p>CUERPO:</p> $K = \frac{2.40}{5.6^3} \times 100$ <p>K = 1.4</p>	<p>CABEZA:</p> $K = \frac{4.12}{7.0^3} \times 100$ <p>K = 1.2</p> <p>CUERPO:</p> $K = \frac{2.35}{5.8^3} \times 100$ <p>K = 1.2</p>

<p>COLA:</p> $K = \frac{1.81}{5.2^3} \times 100$ <p>K = 1.3</p>	<p>COLA:</p> $K = \frac{1.78}{5.1^3} \times 100$ <p>K = 1.3</p>
---	---

Fuente: Elaboración propia

En esta última etapa el índice de condición promedio en los tres grupos (cabeza, cuerpo y cola), se ha notado que las nacionales han alcanzado 1.30 y las importadas 1.23, ambos estando en buenas condiciones (alevines normales). En esta etapa, Morales, determinó valores de índice de condición iniciales de 0,95; 0,97 y 1.07. Según los valores establecidos por F. Estay, estos valores están dentro de lo que él llama (pez esbelto).

4.4.5. TASA DE CRECIMIENTO ESPECÍFICO (SGR)ó (G)

$$G = \frac{\ln(W1) - \ln(Wo)}{t} \times 100$$

ALEVIN NACIONAL

$$G = \frac{\ln(3.05) - \ln(0.12)}{70} \times 100$$

$$G = \frac{1.11 - (-2.12)}{70} \times 100$$

G = 4.62 %

ALEVÍN IMPORTADO

$$G = \frac{\ln(3.01) - \ln(0.14)}{70} \times 100$$

$$G = \frac{1.10 - (-1.97)}{70} \times 100$$

G = 4.38 %

Los últimos 25 días han sido tan determinantes para que la tasa de crecimiento específico de alevines nacionales superen puntualmente a los alevines nacionales, principalmente en ganancia de peso. Esto hizo que evaluado desde el inicio de la alimentación (70 días) aventaja en 0.24% hasta la última evaluación. A pesar que el promedio general sigue anotando a favor de los importados, este fenómeno se debe al incremento porcentual en el grupo de “cabeza” con respecto a las importadas. A este ritmo, consideramos que llegarán al final de la engorda (truchas pan size), 20 ó 25 días antes.

Hay investigaciones como el de Morales que señalan una tasa de crecimiento específico de 3.35 a esta edad como una media estándar.

4.4.6. FACTOR DE CONVERSIÓN ALIMENTARIA (FCR)

Cuadro N° 10. Estimación del Factor de Conversión Alimentaria

$FCR = \frac{\text{Total Alim. Suminist. (kg)}}{\text{Peso Final - Peso Inicial (kg de biom.)}}$
--

ALEVINES NACIONALES	ALEVINES IMPORTADOS
$\text{FCR} = \frac{160.9}{171.1 - 7.6}$ <p>FCR = 0.98</p>	$\text{FCR} = \frac{171.8}{170.0 - 9.1}$ <p>FCR = 1.07</p>

Fuente: Elaboración propia, en base a la tabla N° 16

La valoración nos muestra que tanto los alevines nacionales como los importados poseen una gran capacidad de conversión alimenticia. Como vemos por cada kilo de ganancia de peso de biomasa, se ha suministrado 0.98 y 1.07 kg de alimento respectivamente, durante los 70 días. Consideramos que en este rubro los alevines de ovas nacionales dado su capacidad de adaptación a las condiciones del medio poseen positiva respuesta de digestibilidad y conversión. Mayormente en esta etapa están apenas por debajo de 1:1.

Según “Purina”, mediante los iniciadores AQUAXCEL, los resultados indican que en 18 días se ha empleado 10.5 kg de alimento incrementando el peso de biomasa en 16.2 obteniendo como factor de conversión de **0.68**. Otro caso similar en 22 días se ha suministrado 20.1 kg de aquaxel obteniendo un incremento de peso de biomasa en 26.02 kg, obteniendo como factor de conversión **0.80**.

4.4.7. TASA DE ALIMENTACIÓN (SFR)

Cuadro N° 11. Estimación de la Tasa de Alimentación

Fórmula: SFR = SGR x FCR	
ALEVINES NACIONALES	ALEVINES IMPORTADOS

$SFR = 4.62 \times 0.98$ $SFR = 4.5$	$SFR = 4.39 \times 1.07$ $SFR = 4.7$
---	---

Fuente: Elaboración propia

Nos indica que es el resumen de la tasa aplicado en los 70 días de suministro de alimento. Sin embargo dado que están apunto de ingresar a fase de engorde (sobre todo las cabezas), la evaluación nos recomienda la tasa a aplicarse para los siguientes 20 ó 30 días. Las nacionales por su ligera ventaja de conversión con respecto a las importadas requiere -0.2 porcentuales de su biomasa.

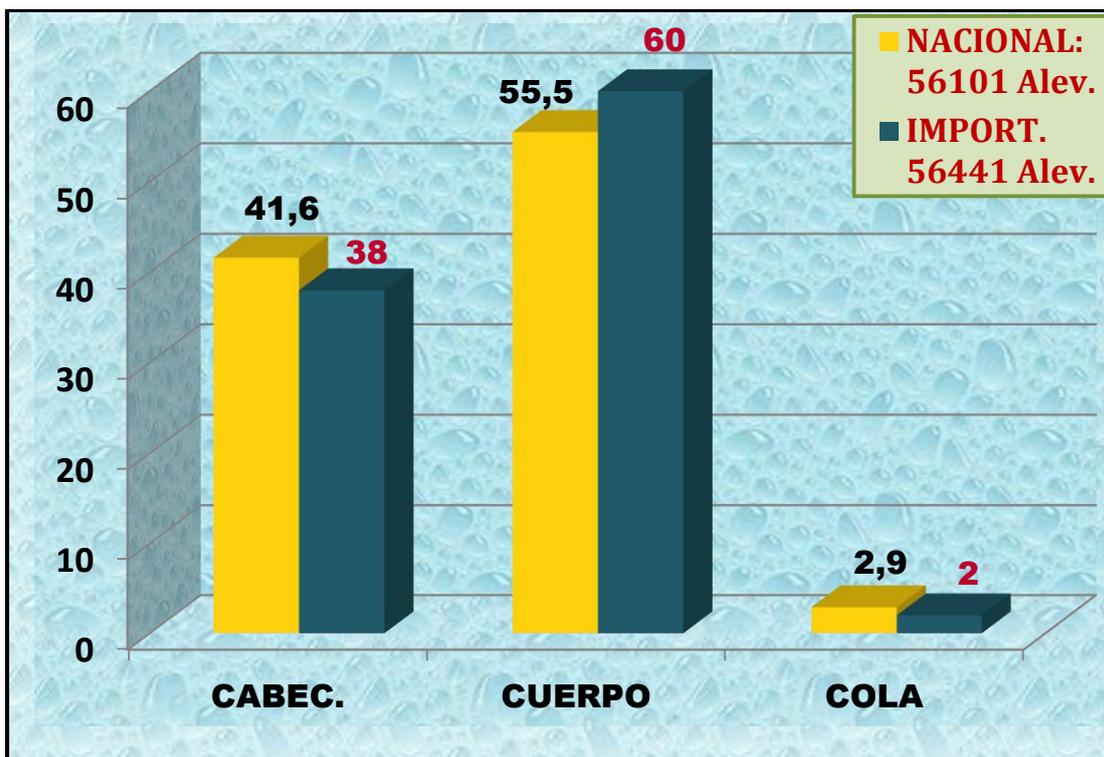
4.4.8. ÍNDICE DE UNIFORMIDAD DE ALEVINES POR GRUPO (CABECERA, CUERPO Y COLA).

Cuadro N° 12. Ultimo inventario y control de biomasa en base a grupos (cabecera, cuerpo y cola). Nacionales e importados.

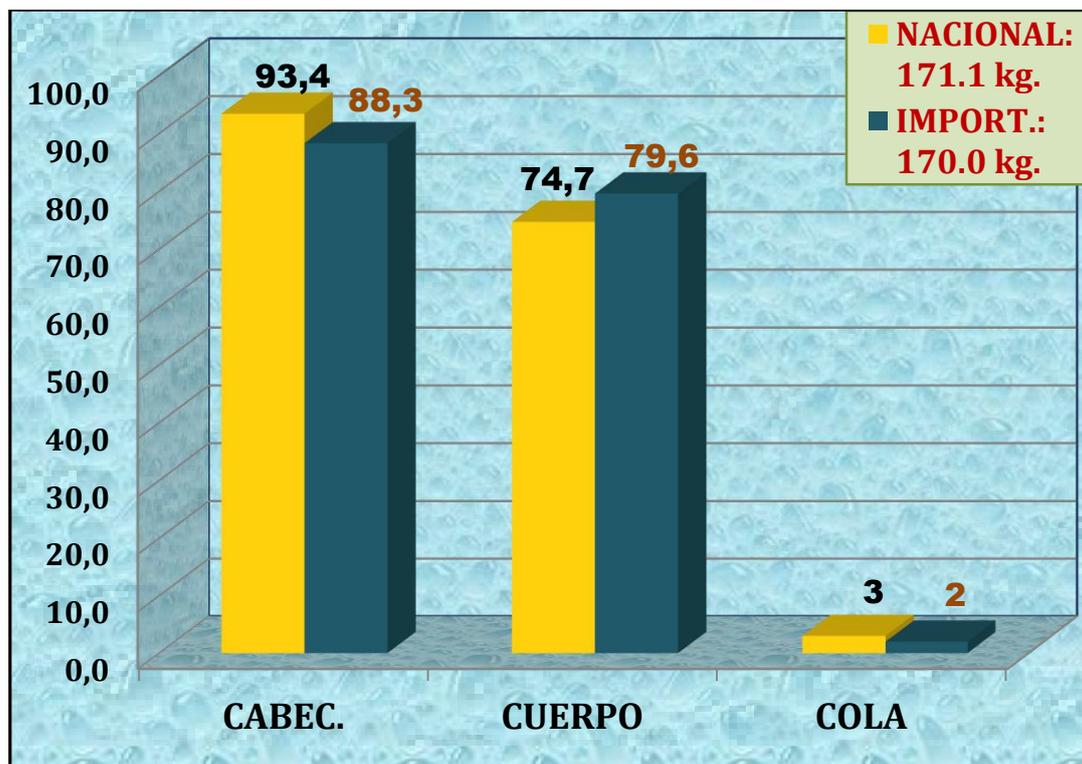
ORIGEN	N° DE ALEVINES Y BIOMASA (kg) /GRUPO						Total	
	Cabe.	Bioma.	Cuer.	Biom.	Cola	Bioma.	N°alev.	Bioma.
Nacio- nales	23347	93.4	31116	74.7	1638	3.0	56101	171.1
%	41.6	54.6	55.5	43.6	2.9	1.8	100	100
Impor- tados	21447	88.3	33865	79.6	1129	2.0	56441	170.0
%	38.0	52.0	60.0	46.8	2.0	1.2	100	100

Fuente: Elaboración propia, en base al Cuadro N° 08. y la Tabla N° 16.

Gráf. N° 11. Índice de uniformidad en número de alevines:
cabecera, cuerpo y cola (%)



Gráf. N° 12. Índice de uniformidad en biomasa:
cabecera, cuerpo y cola (kg).



Finalmente, el índice de uniformidad de alevines nos indica que, las nacionales en lo que respecta el grupo “cabeza” superaron a las importadas en número y biomasa (23347 a 21447; y 93.4 kg a 88.3 kg, respectivamente) de ahí su ventaja en casi todas las evaluaciones más relevantes de la investigación. En “cuerpo” las importadas han logrado sacar una ligera ventaja; y en el grupo “cola” que es la que no se desea, las importadas también han superado a las nacionales, con menor número y peso. Respecto a este tipo de evaluación, no hemos encontrado experiencias ni estudios publicados para contrastar; sin embargo por información interna de algunos piscigranjas a nivel nacional, reportan hasta su primera cosecha de alevines a los 100 días: cabeza 40 – 42%; cuerpo 50 – 55%.

4.5. COSTO DE PRODUCCIÓN DEL MILLAR DE OVAS NACIONALES (SÍNTESIS).

Datos:

02 Jaulas flotantes de 5x5x3 y 4x4x3 (10 kg tr/m³) ----- S/. 8000.00

75 m³ para 200 hembras y 48 m³ para 100 machos. (peso prom. máx. 3.5 kg/tr.)

Costo de alimentación/año:

Año1---300tr x 300g = 90Kg x 1.5 (TA)=1.4kg x 360d = 486kg x S/. 6.00 = S/.2916.00

Año2---290tr x 600g = 174kg x 1.2(TA) = 2.0x340d = 710kg x S/.6.0 = S/. 4260.00

Año3---280tr x 1.5kg = 420 kg x 1.1(TA) = 4.6x340d = 1571xS/.6.2 = S/. 9740.00

Año4---270tr x 3.0kg = 810Kg x 1.1(TA) = 9.0Kg x 340 d = 3060xS/.6.2=S/.18972.00

Año5---290tr x 3.5kg =1015kg x 1.1(TA) = 11.2 x 340d = 3796 x S/.6.5 =S/. 24675.00

Año6---300 x 3.5kg = 1050kg x 1.1(TA) = 11.6 X 340d = 3944 x S/. 6.5 = 25636.00

Producción de ovas:

Año 1 ----- 0 huevas

Año 2 -----1500 hue./tr. 170tr. = 255000 x 65% a ov. emb. = 165000ov. emb.

Año 3 ----- 2000 hue./tr. 160tr. = 320000 x 65% a ov. emb. = 208000ov. emb.

Año 4 ----- 2800 hue./tr. 150tr. = 420000 x 65% a ov. emb. = 273000ov. emb.

Año 5 ----- 3000 hue./tr. 170tr. = 510000 x 65% a ov. Emb. = 331500ov.emb.

Año 6 ----- 2800 huev/tr. 180tr. = 504000 x 65% a ov. Emb. = 327500ov. Emb.

Cuadro N°13. Costo De Produccion /Millar de Ovas Nacionales

RUBROS	AÑOS					
	1	2	3	4	5	6
A) COSTOS VARIABLES						
1. Materia prima (300 Reprod.)						
-Alimentación	2916.00	4260.00	9740.00	18972.00	24675.00	25636.00
2. Mano de obra directa	10200.00	10200.00	10800.00	10800.00	12000.00	12000.00
3. Mano de obra eventual	600.00	600.00	600.00	600.00	720.00	720.00
4. Insumos (desinfec. Anestés.)	100.00	100.00	110.00	110.00	120.00	120.00
5. Implementos	300.00	300.00	300.00	310.00	310.00	350.00
6. Otros	100.00	100.00	100.00	120.00	120.00	140.00

Sub total	14216.00	15560.00	21650.00	30912.00	37945.00	38966.00
B) COSTOS FIJOS						
1. Depreciaciones						
- Infraestructura (jaulas)	1330.00	1330.00	1330.00	1330.00	1330.00	1330.00
- Bote	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00
- Otros	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Sub total	1640.00	1640.00	1640.00	1640.00	1640.00	1640.00
TOTAL DE COSTO DE PRODUCCION	15856.00	17200.00	23290.00	32552.00	39585.00	40606.00
PRODUCCION DE OVAS EMBRIONADAS (Millar)	0	165	208	273	331.5	327.5
COSTO DE PRODUCCION/MILLAR DE OVAS		104.20	111.90	119.70	119.40	124.00

Fuente: Elaboración propia

* En la actualidad el costo del millar de ovas importadas, en centro de producción, está alrededor de los \$ 30.00 dólares americanos.

CONCLUSIONES

1. Los resultados de las evaluaciones en cada una de las etapas y fases, de acuerdo a los objetivos, determinan que los índices de eficiencia productiva en las dos fases de ovas, las nacionales mostraron **inferioridad** respecto de las ovas importadas en supervivencia: a) La supervivencia en fase ovas a eclosión fue de 91.7% frente al 93.2% de las importadas, b) En supervivencia de larvas hasta la reabsorción del vitelo el resultado fue de 92 % frente al 92.6 % de las importadas. Lo que significa en Índice de Eficiencia Total (I.E.T.), de 0.84 nacionales frente al 0.86 de las importadas.
2. En cuanto a la eficiencia productiva a partir de la alimentación exógena hasta el logro del alevinaje, las evaluaciones han determinado que existe una leve **superioridad** por parte de los alevines de ovas nacionales debido claro está a la respuesta adaptativa al medio ambiente, a la fácil asimilación al tipo de alimento y al manejo: a) Hasta la fase de alevines I, la mortalidad fue del 7.2 % en las nacionales y 9.1 % en las importadas; b) de la fase alevines I hasta la fase de alevín logrado fue de 3.5%, y en las importadas de 4.1%. Considerando ésto, la mejor tasa de supervivencia lo tienen los alevines de ovas nacionales en 1.6 % respecto a las importadas.
3. En cifras generales, desde ovas embrionadas hasta alevines logrados la tasa de supervivencia en las nacionales fue de 74.80 %, en tanto que en las importadas fue de 75.25%, un aproximado de 340 alevinos más de supervivencia a favor de las importadas.
4. En lo que concierne al **diámetro** de las ovas nacionales, el promedio fue de 5.0 mm, y de 5.16 mm. de las importadas. El **peso** de ova fue de 0.10 g en las nacionales y de 0.11 en las importadas. Finalmente el **volumen** de ova fue de 65.45 mm³ y de 71.94 mm³, respectivamente. El diámetro, el peso y el volumen tienen correlación positiva.

5. En Índice de Eficiencia Productiva, las ovas grandes tienen un mayor performance hasta el inicio de alimentación, en 0.4 % con respecto al índice de eficiencia total (nacional-importado).
6. La evaluación biométrica final nos indica que en la “cabeza” el peso promedio individual favoreció a las importadas en 0.12g. en talla igualmente 0.1cm; en “cuerpo” 0.05g a favor de las nacionales, y en talla 0.2 cm a favor de las importadas.
7. En biomasa total, a pesar de los aproximadamente del 0.45% (340 alevines) más de supervivencia que tuvo el lote de las ovas importadas, el resultado fue de 1.100 kg a favor de las nacionales: 171.1 kg frente a 170.0 Kg.
8. En Condición del alevín, la evaluación final reveló que en “las cabeceras” las nacionales estuvieron una décima por debajo de las importadas, y en “el cuerpo” las nacionales superaron en dos décimas, ambas estuvieron dentro de los parámetros de buenas condiciones.
9. En cuanto al Factor de Conversión Alimenticia, los nacionales estuvieron mejor posicionados, con 0.98 frente a 1.07 de las importadas, el cual le da mayor respuesta adaptativas hacia una mejor tasa de supervivencia. Especialmente en el último fase de desarrollo.
10. Otros puntos a resaltar:
 - A 12°C, \pm 4.4, la mayor frecuencia de oculación, ocurrió entre los 16 y 19 días y la mayor frecuencia de eclosión entre los 29 a 31 días.
 - La alta variabilidad térmica del agua, provocaron stress en ovas y larvas, reduciendo la tasa de supervivencia.
 - Las ovas pequeñas manifestaron mayor precocidad en eclosión y reabsorción de vitelo con respecto a las ovas grandes.

RECOMENDACIONES

1. En ecloserías o salas de incubación, con recursos hídricos similares al del proyecto, es importante realizar estudios en épocas más críticas (abril – julio), donde la variabilidad térmica son extremas, como se hizo en esta oportunidad, donde la producción está en su más alto riesgo.
2. En cuanto al peso de las ovas, la evaluación más correcta es la del peso al desove o inmediatamente después de su fertilización. El peso de las ovas oculadas, como se hizo ahora, es prácticamente el peso del embrión.
3. Si no contamos al momento de la freza con un instrumento para verificar la viabilidad del semen, es indispensable utilizar una fracción de semen de dos o más machos en una recolección de huevos, no sólo para descartar algún problema espermático y evitar una falsa fertilización, sino para asegurar una fertilización.
4. No sobrepasar los 4 años de vida a las reproductoras, las relaciones biométricas reproductivas, es más evidente en las condiciones nuestras por la tasa de alimentación.
5. La eficiencia en el manejo reproductivo, es la que determina en última instancia un buen índice productivo de ovas y alevines nacionales. Hay mucho que trabajar en selección y preparación de reproductores.
6. Es pertinente la aplicación de biotecnologías reproductivas básicas, como: modificación de variables como fotoperíodo, criopreservación de semen, reversión sexual, etc., con el objetivo de reducir costos y dar continuidad a la producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA G, Amanda (2011), Tesis “Estudio de Factibilidad para la Implementación de un Criadero de Alevines de Trucha en el Cantón Montúfar, Provincia del Carchi”.
- ARAUJO, R. 2007. Criopreservación de semen de machos XX de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).
- BASTARDO, H. R y S.S. SOFIA, 2003. Crecimiento de truchas todas hembras y de ambos sexos en un criadero venezolano. INIA. Mérida. Venezuela.
- BASTIDAS, F. CARTAGENA, J. (2002). “Evaluación del crecimiento de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en su etapa juvenil mediante alimentos alternativos a 2880 msnm.
- BEDRIÑANA (1998), citado por ROSALES MARIN Edith “Evaluación de índices productivos en truchas sometidas a cuatro frecuencias de alimentación, en la Piscigranja La Cabaña, Acostambo”.
- BLANC J.M, 2002. Effects of egg size differences on juvenile weight between and with in lots in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of the World Aquaculture Society*, p. 278–286.
- BLANCO C. (2002). La trucha cría industrial, Ediciones Mundi Prensa, Mejico
- BLANCO, C. (1995) España. La trucha cría industrial, Ediciones Mundi Prensa, pp.: 40, 48, 54.
- BILLARD R, 1992. Reproduction in rainbow trout: sex differentiation, dynamics of gametogenesis, biology and preservation of gametes. Citado por ROSADO PUCCINI, 2011. Relación entre parámetros físicos y de composición de la ova con la eficiencia en

fases de incubación y larvicultura en trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Universidad Nacional de Colombia.

- BOBBE Y LABBÉ, 2010. Bobe J y Labbé C, 2010. Egg and sperm quality in fish. Gen. Comp. Endocrinol., 165 (3): 535–548. Citado por ROSADO PUCCINI, 2011. Relación entre parámetros físicos y de composición de la ova con la eficiencia en fases de incubación y larvicultura en trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Universidad Nacional de Colombia.
- BROMAGE N. (1994). Trad. "La regulación ambiental de maduración hacia adentro, con referencia especial para el papel de fotoperiodo y melatonina".
- BROMAGE N.R. y CUMARANATUNGA R, 1988. Egg production in the rainbow trout. En: Muir JF y Roberts R (Eds). Recent advances in aquaculture. London and Sydney, p. 63–138.
- BROMAGE Y RANDALL (2001). Bromage NR, Jones J, Randall C, Thrush M, Davies B, Springate J, Duston J y Barker G, 1992. Broodstock management, fecundity, egg quality and the timing of egg production in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 100:141-166.
- BRY, C. 1981. Temporal aspects of macroscopic changes in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Citado por ROSADO PUCCINI, 2011. Relación entre parámetros físicos y de composición de la ova con la eficiencia en fases de incubación y larvicultura en trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Universidad Nacional de Colombia.
- CEBALLOS y VELÁZQUEZ, (1988). citado por ROSALES MARIN Edith, 2016 “Evaluación de índices productivos en truchas sometidas a cuatro frecuencias de alimentación, en la Piscigranja La Cabaña, Acostambo”.

- CERDÁ, (2002). Cerdá J, 2002. Mecanismos fisiológicos durante la hidratación del huevo de teleósteos: hacia el desarrollo de nuevos métodos de criopreservación. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 18 (1 – 4): 145–152.
- CONSA APAZA, D. 2014, Tesis "Desarrollo y Madurez Sexual de *Oncorhynchus Mykiss* Trucha Arco Iris) Estabulada En Redes Jaulas, Caso Langui- Layo".
- Consultoría (2012), gerencia@proyectosperuanos.com
- CONTRERAS, A. 1993. “Producción de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en Estanques Rústicos de la Piscigranja Yanamayo-provincia del Cusco”.
- Cosson, J., Billard, R., Cibert, C., Dréanno, C., Suquet, M. 1999. Ionic factors regulating the motility of fish sperm. In: GAGNON, C. (Ed.) The male gamete: from basic science to clinical applications. Vienna: Cache River Press. Chap. 16, p. 162-186.
- CRAIK Y HARVEY (1984). Citado por ROSADO PUCCINI, 2011. Relación entre parámetros físicos y de composición de la ova con la eficiencia en fases de incubación y larvicultura en trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Universidad Nacional de Colombia.
- DÁVILA, A., GARCÉS, J. (2007). “Optimización de tres protocolos de extracción de ADN en las especies *Oncorhynchus Mykiss* y su cuantificación con técnicas moleculares para la acuicultura”.
- Departamento de Pesca y Agricultura de la FAO, Boletín Walbaum 2007.
- ESTAY, F. et al (1997) Reproductive performance of cultured female Coho salmon in Chile.

- ESTAY, F., DÍAZ, N., VALADARES, L., DAZAROLA, G. 1995. “Manejo Reproductivo de Salmonidos”. Chile, 1995. 61 p. (Serie Publicaciones para la Acuicultura, 2).
- Estudio de Mercado de la Trucha, 2010. En Arequipa, Cusco, Lima, Junín y Puno, del Ministerio de la Producción.
- FAO, Guatemala, 2014. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Manual Practico para el Cultivo de la trucha.
- FONDEPES, (2014). Manual de Crianza de Truchas Convencionales, p. 18.
- GARCÍA LIMAS y CHANAMÉ ZAPATA, (2014) “Eclosion de ovas nacionales e importadas y supervivencia de larvas de trucha”. Piscigranja Gruta Milagrosa-Huancayo
- GARCÍA Y CHANAMÉ, (2014) “Eclosion de Ovas Nacionales e Importadas y Supervivencia de Larvas de Trucha”. Piscigranja Gruta Milagrosa Huncayo.
- GONZALES MOLINA L. y AGUILAR ZEVALLOS J, (2015). "INCUBACION DE OVAS Y SUPERVIVENCIA DE LARVAS DE TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*) A DIFERENTES TEMPERATURAS DEL AGUA" EN LA PISCIGRANJA "LA CABAÑA" - HUANCAYO"
- GRANADO, C. 1996. Ecología de peces. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla, España.
- HUET, Marcel, 1983. Tratado de Piscicultura, tercera Edición, muni Prensa España, pag. 77-85.
- HUGUNIN *et al.*, (2008). The influence of coelomic fluid on in vitro fertilization success in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 281: 155–157. Citado por ROSADO PUCCINI, 2011. Relación entre parámetros físicos y de composición de la ova

con la eficiencia en fases de incubación y larvicultura en trucha arco iris (*Oncorhynchusmykiss*). Universidad Nacional de Colombia.

- INGLE DE LA MORA, Genoveva, Proceso de adaptación, validación, transferencia y adopción de la tecnología, para la producción de huevo de trucha arco iris (*Oncorhynchusmykiss*) fuera de estación mediante la manipulación de fotoperiodo” Instituto Nacional de la Pesca, INAPESCA, 1999. Estado de México, Méjico.
- Instituto del Mar del Perú (IMARPE), 2015. “Guía para la Incubación y Alevinaje de Trucha *OncorhinchusMykiss*. Serie de divulgación científica.
- Izquierdo MS, Fernández–Palacios H y Tacon AGJ, 2001. Effect of broodstock nutrition on reproductive perfomance of fish. *Aquaculture*, 197: 25-42. Citado por ROSADO PUCCINI, 2011. Relación entre parámetros físicos y de composición de la ova con la eficiencia en fases de incubación y larvicultura en trucha arco iris (*Oncorhynchusmykiss*). Universidad Nacional de Colombia.
- JESÚS JALIRI, gerente general de Aqua Alevines Jaliri (2015) Diapositivas de Ponencia.
- KATO Y KAMLER, 1983. Citado por ROSADO PUCCINI, 2011. Relación entre parámetros físicos y de composición de la ova con la eficiencia en fases de incubación y larvicultura en trucha arco iris (*Oncorhynchusmykiss*). Universidad Nacional de Colombia.
- KJORSVIK E, MANGOR-JENSEN A Y HOLMEFJORD T, (1990). Egg quality in fishes. En: Blaxter JHS y Sothward AJ (Eds). *Advances in marine biology*. London: Academic Press; 26: p. 71–113. Citado por ROSADO PUCCINI, 2011. Relación entre parámetros físicos y de composición de la ova con la eficiencia en fases de incubación y larvicultura en trucha arco iris (*Oncorhynchusmykiss*). Universidad Nacional de Colombia.

- KNOX D, BROMAGE NR, COWEY CB Y SPRINGATE JR, 1988. Citado por ROSADO PUCCINI, 2011. Relación entre parámetros físicos y de composición de la ova con la eficiencia en fases de incubación y larvicultura en trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Universidad Nacional de Colombia.
- KNIGHTS, 1985; WALLACE *et al.*, 1988; citados por Alvarado, (1999) a su vez citado por Rosales Marín, Tesis “Evaluación de índices productivos en truchas sometidas a cuatro frecuencias de alimentación en la Piscigranja “La Cabaña”- Acostambo”, Hyo, 2016.
- KURAMOTO, J. (2008). Integración de los pequeños productores de trucha con los mercados externos: ¿una meta lejana? <http://www.old.cies.org.pe>
- LAHNSTEINER Y PATZNER, (2002). Lahnsteiner F y Patzner RA, 2002. Rainbow trout egg quality determination by the relative weight increase during hardening: a practical standardization. *Journal of Applied Ichthyology*, 18: 24–26. Cita tomada por ROSADO PUCCINI, 2011. Relación entre parámetros físicos y de composición de la ova con la eficiencia en fases de incubación y larvicultura en trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Universidad Nacional de Colombia.
- MANTILLA B. (2004). Acuicultura. (124 pp., 44). Perú: Editora Palomino E.I.R.L.
- MARTHTA HUAMANÍ, USMP. Tesis: Importación de ovas de trucha arco iris y la sostenibilidad del centro piscícola el ingenio del Distrito de Ingenio – Junín.
- MILLA *et al.*, 2006. Milla S, Jalabert B, Rime H, Prunet P y Bobe J, 2006. Hydration of rainbow trout oocyte during meiotic maturation and *in vitro* regulation by 17,20-dihydroxy-4-pregnen-3-one and cortisol. *The Journal of Experimental Biology*, 209: 1147–1156. Cita tomada por ROSADO PUCCINI, 2011. Relación entre parámetros físicos y de

composición de la ova con la eficiencia en fases de incubación y larvicultura en trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Universidad Nacional de Colombia.

- Ministerio de Pesquería, Arg. 1997 - Oficina de Cooperación Técnica y Económica, “Crianza de Truchas - Manual Básico”).
- Ministerio de la Producción, 2010. Estudio de Mercado de la Trucha en Arequipa, Cusco, Lima, Huancayo, Arequipa y Puno.
- Módulo de Buenas Prácticas de Producción Truchícolas, Puno, 2010, p.25.
- MORALES A.G. 2004. Crecimiento y eficiencia alimentaria de truchas Arco Iris (*O. mykiss*) en jaulas bajo diferentes regímenes de alimentación. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Oficina de Cooperación Técnica y Económica (MINISTERIO DE PESQUERIA), “Crianza de Truchas - Manual Básico, 2011).
- ORTIZ, J. 2008. Producción dulce acuícola en el Ecuador. Publicación científico-técnica; 1, 26, 27, 30, 31, 47.
- PERAZZOLO et al., 1999. Expression and localization of messenger ribonucleic acid for the vitellogenin receptor in ovarian follicles throughout oogenesis in the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Biology of Reproduction*, 60: 1057–1068. Citado por ROSADOPUCCINI, 2011. Relación entre parámetros físicos y de composición de la ova con la eficiencia en fases de incubación y larvicultura en trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Universidad Nacional de Colombia.
- PONENCIA EN PASANTÍA REGION XII, CHILE 2013. “Producción de Salmonidos”. En diapositivas.

- PRODUCE, (2013). Ministerio de la Producción.(base de datos). Lima, Perú. Disponible en <http://www.produce.gob.pe/index.php/estadistica/acuicultura>.
- REYES BUSTAMANTE, H. (1988) Reproducción de la Trucha Arco Iris en la Piscifactoría Acapulco, Puebla Méjico.
- ROSADO PUCCINI, R. (2011). Relación entre parámetros físicos y de composición de la ova con la eficiencia en fases de incubación y larvicultura en trucha arco iris (*Oncorhynchusmykiss*).
- SÁNCHEZ OSCANOVA, Willy Juber, Tesis “Evaluación del Índice de Condición y Tasa Específica de Crecimiento en Truchas Arco Iris en la Piscigranja Casaraca de la U.N.C.P”
- SIERRA EXPORTADORA, 2007 (Boletín, Ministerio de la Producción, p. 26).
- SU, G. et al. (2002). Genetic correlations between body weight at different ages and with reproductive traits in rainbow trout. *Aquaculture*, 213: 85–94. Citado por ROSADO PUCCINI, 2011. Relación entre parámetros físicos y de composición de la ova con la eficiencia en fases de incubación y larvicultura en trucha arco iris (*Oncorhynchusmykiss*). Universidad Nacional de Colombia.
- TORRES, J. (2007), Tesis: “Diseño e implementación de un instrumento de medición de PH para la crianza de truchas”.
- TORRES, J. (2012). Diseño e Implementación de un Instrumento de Medición de Ph para la Crianza de Truchas, 2da. Ed.
- TRIVIÑO S. M. 201 O. Informe técnico de producción. Declaración de Impacto Ambiental en Piscicultura. Venezuela.

- Troutlodge Company, USA (2005). Productora de ovas de Trucha más grande del mundo.
www.troutlogge.com
- TYLER et al. (1990). The dynamics of oocyte growth during vitellogenesis in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *BiologyofReproduction*, 43: 202–209. Citado por ROSADO PUCCINI, 2011. Relación entre parámetros físicos y de composición de la ova con la eficiencia en fases de incubación y larvicultura en trucha arco iris (*Oncorhynchusmykiss*). Universidad Nacional de Colombia.
- VALLADARES, (2002). Estudio comparativo de adaptación y desarrollo con ovas embrionadas de trucha arco iris de cuatro productores nacionales en la hacienda el Prado a 2940 msnm.
- ZANGH *et al.* (1990). Effect of sire, diet and week of spawning on volume of eggs retains by artificially spawned rainbow trout. *Aquaculture*, 87: 23–33. Citado por ROSADO PUCCINI, 2011. Relación entre parámetros físicos y de composición de la ova con la eficiencia en fases de incubación y larvicultura en trucha arco iris (*Oncorhynchusmykiss*). Universidad Nacional de Colombia.

ANEXOS

REGISTRO DE TEMPERATURA: MAYO DEL 2018

PISCICULTURA MONTE AZUL E.I.R.L.
UNIDAD ECLOSERIA Y ALFARAJE
REGISTRO DE TEMPERATURA

MESES: Mayo AÑO: 2018 SALA: 1 RESP.: Abelardo Anco S.

D	HORARIO DE MEDICION						PROMEDIA
	08:00	12:00	16:00	20:00	00:00	04:00	
A	TEMPERATURA C°						
1							
2							
3	16.3	16.0	19.0	16.7	9.6	5.2	
4	11.4	15.8	19.2	11.6	9.6	5.5	
5	16.2	16.5	19.0	11.6	9.5	5.6	
6	16.5	11.8	18.7	11.4	9.6	5.2	
7	11.5	12.8	19.0	11.5	9.5	5.5	
8	11.5	16.0	19.1	11.4	9.7	5.4	
9	11.8	15.9	19.3	11.6	10.0	5.6	
10	8.2	15.6	19.0	12.0	9.8	5.6	
11	16.4	16.1	18.9	11.6	9.8	5.4	
12	11.4	15.9	19.2	11.7	9.6	5.3	
13	11.5	15.7	19.0	11.5	10.1	5.4	
14	16.3	15.6	18.5	11.6	10.3	5.4	
15	11.5	16.0	18.8	12.1	9.7	5.2	
16	11.6	15.8	19.0	11.8	9.6	4.9	
17	11.4	15.6	19.1	11.4	9.8	4.9	
18	11.7	15.6	19.2	11.6	10.2	5.3	
19	11.2	15.4	18.8	11.2	9.7	5.4	
20	11.5	16.0	19.1	11.8	10.0	5.4	
21	16.4	15.4	19.2	11.4	10.2	5.2	
22	11.6	15.4	18.8	10.9	9.9	5.2	
23	11.5	15.3	19.2	11.4	10.5	5.0	
24	11.4	15.4	19.0	11.3	9.9	4.9	
25	11.5	15.6	19.2	11.5	9.8	4.8	
26	11.3	15.8	19.0	11.6	10.0	4.4	
27	11.2	15.4	19.2	11.4	9.7	5.2	
28	11.4	16.2	19.3	11.7	9.6	4.6	
29	11.5	16.2	19.2	11.5	10.0	4.8	
30	11.5	16.3	19.2	11.6	9.4	4.7	
31	11.2	16.4	19.2	11.5	9.4	4.8	
PROM							

REGISTRO DE MORTALIDAD DE OVAS, LARVAS Y ALEVINES NACIONALES

PISCICULTURA MONTE AZUL
REGISTRO DE MORTALIDAD DE OVAS EMBRIONADAS, LARVAS Y ALEVINES NACIONALES

MESES: Mayo (2018) SALA: Nº 1 AÑO: 2018
OVAS NACIONALES

D	NUMERO DE INCUBADORAS												TOTAL	TOTAL	TOTAL	MOET.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	MOET. OVAS	MOET. LARVA	MOET. ALEVIN	MOET. NACIONAL	
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
TOTAL																	

selección ova c/ ego: 20338

9

PESQUERA MONTE AZUL
 INSTITUTO DE EXPERIMENTACIÓN
 DE PESCO PARA EL MUNDO

**REGISTRO DE MORTALIDAD DE OVAS
 EMBRIONADAS, LARVAS Y ALEVINOS** DESQUE: 17/05/2018

MES: JULIO SALA NÚM 1-2 AÑO: 2018
 NACIONALES

D	NUMERO DE INCUBADORAS												TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	MORT OVAS	MORT LARV	MORT ALEV	
1													68			
2																
3													101	8		
4													49			
5													53			
6																
7													62			
8																
9													95	6		
10													75			
11																
12													129			
13													54			
14													45	16		
15													187	54		
16															74	
17															36	
18															21	
19															37	
20															30	
21																
22															60	
23															24	
24															29	
25															26	
26															33	
27																
28															49	
29															27	
30															19	
31															24	
TOTAL																

JULIO

PREPARADO POR

10

PESQUERA MONTE AZUL
 INSTITUTO DE EXPERIMENTACIÓN
 DE PESCO PARA EL MUNDO

**REGISTRO DE MORTALIDAD DE OVAS
 EMBRIONADAS, LARVAS Y ALEVINOS** DESQUE: 17/05/18

MES: JULIO-AGOST. SALA NÚM 2-3 AÑO: 2018
 NACIONALES

D	NUMERO DE INCUBADORAS												TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	MORT ALEV.	MORT LARV	MORT ALEV LOG.	MORT. ALEV. LOG.
1																
2													35			
3																77
4													48			28
5													33			23
6													28			34
7													39			27
8																
9													43			57
10													24			21
11													28			19
12													33			24
13																
14													57			
15													20			52
16													24			19
17													907		26	21
18															31	894
19															24	
20															53	
21															24	
22															32	
23															26	
24															33	
25															41	
26																
27															62	
28															26	
29															29	
30																
31															31	
TOTAL																26

JULIO

AGOSTO

PREPARADO POR

FLUJOGRAMA EN LA PRODUCCIÓN DE ALEVINES

13

ESTAB. 11/05/18

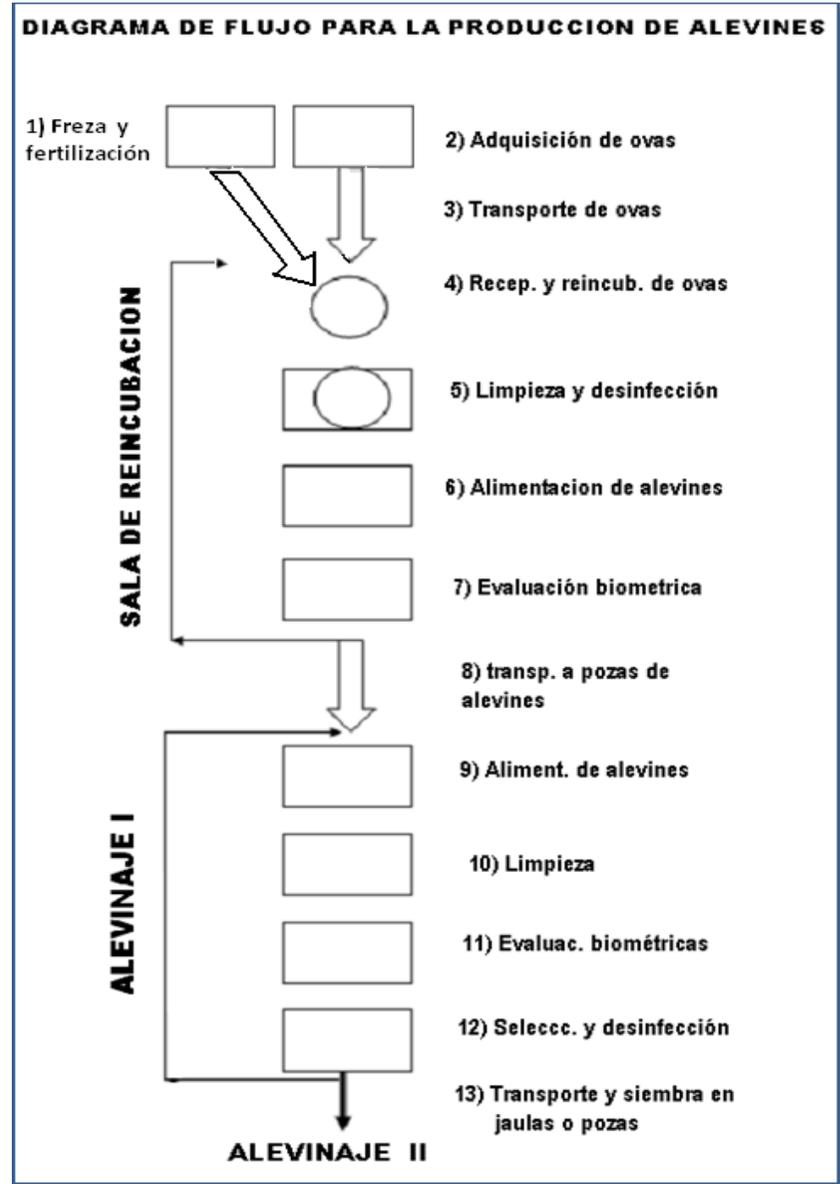
AÑO: 2018

MORT. ALEV. LOGRAD. LOGRAD.

MES: JULIO - AGOSTO SALA N° 2-3 IMPORTEADOS

D	NUMERO DE INCUBADORAS												TOTAL OVAS ALEV.	MORT. LARV.	TOTAL ALEV. LOGRAD.	TOTAL ALEV. LOGRAD.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
A	NUM. BAJAS	NUM. BAJAS	NUM. BAJAS	NUM. BAJAS	NUM. BAJAS	NUM. BAJAS	NUM. BAJAS	NUM. BAJAS	NUM. BAJAS	NUM. BAJAS	NUM. BAJAS	NUM. BAJAS	NUM. BAJAS				
1														207		205	
2														84		73	
3														96		82	
4														118		114	
5																148	
6														138		202	
7														103		165	
8														92		117	
9														84		103	
10														61			
11														76		178	
12														94		131	
13																68	
14														142		93	
15														97			
16														58		122	
17														102		71	
18																52	
19														222		74	
20														103		48	
21														130		62	
22														3436	142	51	
23															108	3127	
24																	
25																150	
26																93	
27																113	
28																97	
29																103	
30																162	
31																	
TOTAL																	

PREPARADO POR



REGISTRO DE INVENTARIO

PISCICULTURA MONTE AZUL E.I.R.L.
UNIDAD ECLOSERIA Y ALEVINAJE
REGISTRO DE INVENTARIO
Nacionales.

Seq. N°	Fecha	Invent. por especie	Selecc. (mm)	Peso Unit. (gr)	Long. Unit. (cm)	Alev/kg Prom	Biom. Prom. (kg)	N° Tot. de truch
Desove I	C-1	1-set	cabeza	3.95	6.5	253	28.7	7262
	C-2	1-set	Cuerpo	2.40	5.2	417	12.8	5249
	C-3	1-set	Cuerpo	2.40	5.2	417	12.0	5000
	B-1	1-set	cola	1.90	4.9	526	1.0	545
				total			54.5	18156
Desove II	C-4	9-set	cabeza	4.10	6.8	244	39.8	9701
	C-5	9-set	cuerpo	2.41	5.3	415	16.6	6500
	C-6	9-set	Cuerpo	2.41	5.3	415	15.1	6250
	B-2	9-set	cola	1.92	4.8	520	1.2	647
				total			71.7	23098
Desove III	C-7	15-set	cab.	4.0	6.5	250	25.5	6384
	C-8	15-set	cuerp	2.40	5.1	417	19.2	8017
	B-3	15-set	cola	1.91	4.8	524	0.85	446
				total			45.6	14847
Total Alevinos Nacionales							171.8	56101
Al. 15 SET								

Elaborado por la Administración

PISCICULTURA MONTE AZUL E.I.R.L.
UNIDAD ECLOSERIA Y ALEVINAJE
REGISTRO DE INVENTARIO
Importadas.

Seq. N°	Fecha	Invent. por especie	Selecc. (mm)	Peso Unit. (gr)	Long. Unit. (cm)	Alev/kg Prom	Biom. Prom. (kg)	N° Tot. de truch	
Cabeza	C-9	22-Ag	cabeza	4.12	7.0	243	28.8	7000	
	C-10	"	"	4.12	7.0	243	28.8	7000	
	C-11	"	"	4.12	7.0	243	30.7	7447	
	TOTAL CABEZA:							88.3	21447
	C-12	22-Ag	Cuerpo	2.35	5.8	426	20.36	8665	
Cuerpo	C-13	"	"	2.35	5.8	426	19.7	8400	
	C-14	"	"	2.35	5.8	426	19.7	8400	
	C-15	"	"	2.35	5.8	426	19.7	8400	
TOTAL CUERPO:							79.46	33865	
Cola	B-4	22-Ag	Cola	1.78	5.1	526	2.0	1129	
Total Alevinos Importados							169.8	56441	

Elaborado por la Administración

CONTROL DE PESO Y TALLA (BIOMETRÍA)

Muestreo de Peso y talla, Alevines de Ovas Importadas.

Fecha: 28 de Julio - 2018

Grupo 1: "Cabeza"

MUESTRA N°	P. NETO	CANT. ALEV.	P. UNIT.	TALLA
1.	35	14	2.5	5.8
2.	28.8	12	2.4	6.1
3.	28.6	17	2.6	6.2
4.	24.0	10	2.4	5.9
5.	30.0	12	2.5	6.0
Promedio:				2.48 gr. 6.0 cm.

GRUPO 2: "Cuerpo"

muest. 1	P. NETO	CANT. ALEV.	P. UNIT.	TALLA
1)	26.6	14	1.90	5.2
2)	29.4	15	1.96	5.4
3)	25.2	13	1.94	4.9
4)	19.6	10	1.96	5.2
5)	23.4	12	1.95	5.3
Promedio:				1.94 gr 5.2 cm

Confirme *[Signature]*
28-Jul-18

CONTROL DE PESO Y TALLA ALEVINES NACIONALES

FECHA: 15 - AGOSTO - 2018

GRUPO 1: "CABEZA"

MUEST. N°	PESO NETO	CANT. ALEV.	P. UNIT.	TALLA
1)	24.4	10	2.44	5.6
2)	35.0	14	2.50	5.8
3)	32.0	13	2.46	6.0
4)	28.3	12	2.36	5.9
5)	24.0	10	2.40	5.8
PROMEDIO:				2.43 gr. 58.0 cm

GRUPO 2: "CUERPO"

MUEST. N°	PESO NETO	CANT. ALEV.	P. UNIT.	TALLA
1.	25.7	14	1.84	5.2
2.	28.8	16	1.80	5.1
3.	26.7	15	1.78	4.9
4.	25.3	14	1.81	5.3
5.	21.4	12	1.78	5.0
Promedio:				1.80 gr 5.1 cm

Desove II opcional *[Signature]*
15/Ago. '18

ULTIMO CONTROL DE PESO Y TALLA EN ALEVINES DE OVAS IMPORTADAS

FECHA: 22 - AGOSTO - 2018

GRUPO 1: "CABEZA"

MUESTREO N°	PESO NETO (gr)	CANT. ALEV.	P. UNIT. (gr)	TALLA (cm)
1)	49.68	12	4.14	7.1
2)	57.40	14	4.10	6.2
3)	65.9	16	4.12	7.2
4)	74.7	18	4.15	7.0
5)	41.0	10	4.10	6.9
Promedio:				4.12 7.0

GRUPO 2: "CUERPO"

MUESTREO N°	PESO NETO (gr)	CANT. ALEV.	P. UNIT. (gr)	TALLA (cm)
1)	31.0	13	2.39	5.2
2)	38.3	14	2.38	5.6
3)	32.7	14	2.34	6.0
4)	27.6	12	2.30	5.2
5)	23.5	10	2.35	5.8
PROMEDIO:				2.35 5.8

GRUPO 3: "Cola"

MUESTREO N°	PESO NETO (gr)	CANT. ALEV.	P. UNIT. (gr)	TALLA (cm)
1)	25.2	14	1.80	5.1
2)	21.4	12	1.78	5.4
3)	21.7	12	1.81	5.2
4)	17.7	10	1.77	4.9
5)	19.4	11	1.76	5.0
Promedio:				1.78 5.1

Alevines importados *[Signature]*
22-Ag-2018

CONTROL FINAL DE PESO Y TALLA ALEVINES NACIONALES

FECHA: 9 - SEPT - 18

GRUPO 1: "CABEZA"

MUESTRA N°	PESO NETO	CANT. ALEV.	PESO UNIT	TALLA
1)	58.3	14	4.2	7.0
2)	64.5	15	4.3	6.8
3)	46.8	12	3.9	7.0
4)	41.0	10	4.1	6.7
5)	56.0	14	4.0	6.9
PROMEDIO:				4.1 gr. 6.9 cm.

GRUPO 2: "CUERPO"

MUESTRA N°	PESO NETO	CANT. ALEV.	PESO UNIT	TALLA
1)	39.0	15	2.6	5.8
2)	28.8	12	2.4	5.9
3)	35.0	14	2.5	6.0
4)	23.0	10	2.3	5.6
5)	26.4	12	2.2	5.9
Promedio:				2.41 gr. 5.8 cm

GRUPO 3: "COLA"

MUESTRA N°	PESO NETO	CANT. ALEV.	PESO UNIT	TALLA
1.	26.6	14	1.83	5.1
2.	27.0	15	1.80	4.9
3.	21.8	12	1.82	5.4
4.	19.9	11	1.81	5.4
5.	23.8	13	1.83	5.2
PROMEDIO:				1.82 gr 5.2 cm

[Signature]
09-Set-18

INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS EN ECLOSERÍA



Vista externa de la Eclostería. Sala de incubación

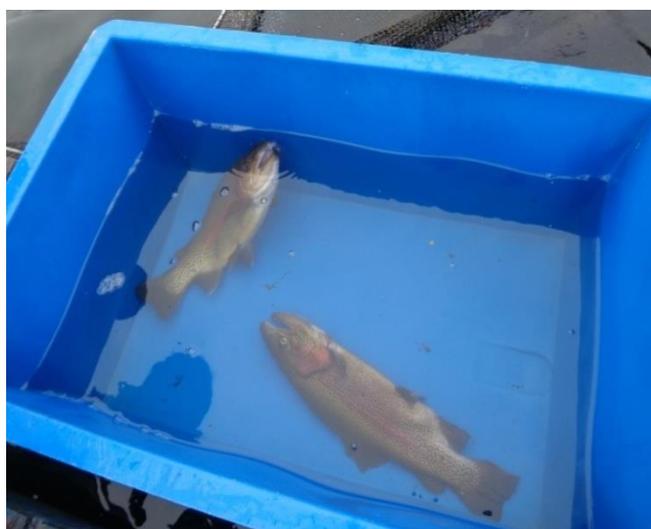


Pozas para fases primera e intermedia de alevines



Pozas para alevines en fase final (de embarque) y tanques circulares

DESOVE Y FERTILIZACIÓN



Uso de un tranquilizante, antes de extraer óvulos y semen



Liberación de gametos y fertilización



Mezcla, lavado e hidratación de las ovas



Traslado, recepción, cuantificación y siembra de ovas

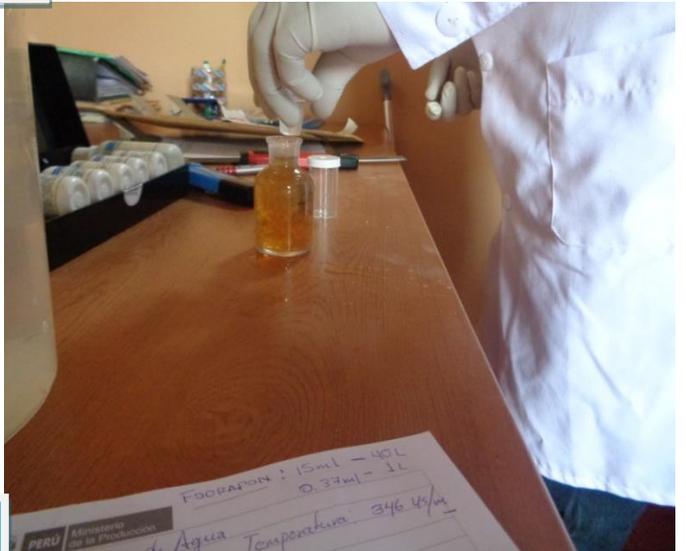
ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO DEL RECURSO HÍDRICO



Equipo de Análisis de agua. Análisis de pH



Análisis de O₂ disuelto y nitritos



Análisis Físico

REINCUBACIÓN DE OVAS IMPORTADAS



Desinfección, hidratación y siembra

MANEJO DE OVAS, LARVAS Y ALEVINES



Fases Embrion y Larva



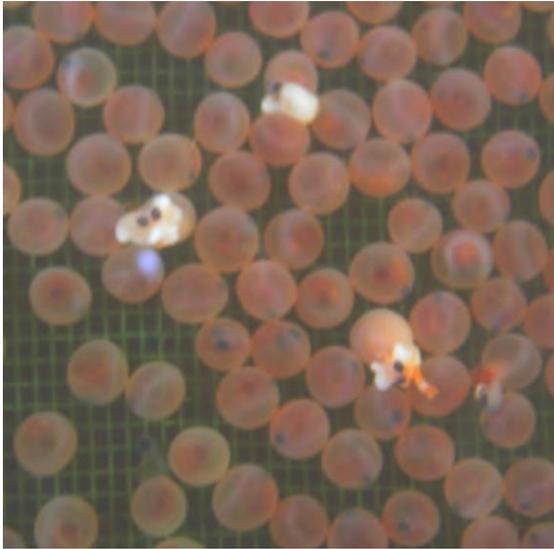
Fases Alevines

SELECCIÓN Y CONTROL BIOMÉTRICO



Selección y control de Peso y Talla

MANEJO DE OVAS LARVAS Y ALEVINES



Limpieza de incubadora, retirando ovas y larvas muertas



Suministro y forma de distribución del alimento

ALTERACIONES Y MALFORMACIONES CONGÉNITAS PRODUCIDAS EN FASE EMBRIONARIA



Ovas: Congelamiento de vitelo y picadura de hongo



Observación a través de un lente de aumento



Malformación del eje axial: Xifosis



Aborto Embrionario



Siameses: Causas principales: Embriones expuestos a altas concentraciones de hormonas tiroideas y a aguas contaminadas.