PROYECTO PINCOY

MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS

Índice

1. INTRODUCCIÓN 7
2. PRODUCCIÓN EN ETAPA DE AGUA DULCE 10
   2.1. GENÉTICA 11
      2.1.1. Ovas provenientes de un programa genético 11
      2.1.2. Edad del reproductor para evitar madurez temprana 12
      2.1.3. Tamaño de la ova 12
      2.1.4. Ventana de desove 13
   2.2. DISMINUCIÓN DE LA PRESIÓN DE INFECCIÓN 14
      2.2.1. Densidad de cultivo 14
   2.3. AMBIENTE DE CULTIVO 15
      2.3.1. Sistema de Incubación 15
      2.3.6. Velocidad de la corriente 21
      2.3.7. Fotoperiodo 21
   2.4. CALIDAD DEL AGUA 22
      2.4.1. Porcentaje de saturación del oxígeno 23
      2.4.2. Dióxido de carbono 23
      2.4.3. Nitrógeno amoniacal total 24
      2.4.4. Nitrito 25
      2.4.5. pH 25
      2.4.6. Salinidad 25
   2.5. NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN 26
      2.5.1. Estrategia de uso de dietas en agua dulce 27
      2.5.2. Cantidad de alimento a entregar 28
      2.5.3. Uso adecuado de calibres 29
      2.5.4. Control de pérdidas 30
      2.5.5. Distribución alimento en unidad de cultivo 30
   2.6. PRODUCCIÓN, EVALUACIÓN DE CALIDAD Y TRASLADO DE SMOLT A CENTROS DE MAR 32
      2.6.1. Seguimiento ATPasa 33
      2.6.2. Peso Ingreso Smolt a centros de Mar 34
      2.6.3. Coeficiente de variación del peso de ingreso a mar 34

2.6.4. Grasa peripilórica 35
2.6.5. Traslado de smolt 35
2.6.6. Factores de éxito en el transporte de smolt 36
2.6.7. Gestión del trasporte 39
2.6.8. Carga de peces 40
2.6.9. Transporte terrestre 40
2.6.10. Tecnologías de transporte 41
2.6.11. Trasporte de smolt 42
2.6.12. Descarga de smolt al barco 42
2.6.13. Requerimientos mínimos para una óptima recepción en mar 43
3. PRODUCCIÓN EN ETAPA DE AGUA DE MAR 44
3.1. DIETAS Y ALIMENTACIÓN 44
3.1.1. Utilización de dietas de transferencia 44
3.1.2. Utilización de dietas de alto desempeño 45
3.2. ESTRATEGIA DE ALIMENTACIÓN 47
3.2.1. Saciedad 47
3.2.2. Miniraciones o microraciones 49
3.2.3. Raciones discretas 51
3.3. CONSIDERACIONES ESPECIALES EN LA DEFINICIÓN DEL PLAN DE ALIMENTACIÓN 52
3.3.1. Alimentación y corrientes 52
3.3.2. Alimentación y oxígeno 52
3.3.3. Alimentación y ayuno 53
3.3.4. Personal y el factor humano 54
3.3.5. Sistemas de alimentación 55
3.3.6. Utilización de cámaras y sistemas de control de pérdida de alimento 57
3.3.7. Control de gestión de la alimentación 57
3.4. PRÁCTICAS PRODUCTIVAS 58
3.4.1. Tipos de jaula 58
3.4.2. Siembra a doble densidad en mar 59
3.4.3. Desdoble 60
3.4.4. Uso de fotoperiodo en mar 61
3.4.5. Estrategia de uso, cambio y limpieza de redes 61
3.4.6. Extracción de la mortalidad 62
3.4.7. Traslado de peces para cosecha 63
3.4.8. Utilización de oxígeno 64

3.4.9. Realización de muestreo de peso 65
3.5. AMBIENTE 65
3.5.1. Ingresos de peces por barrio y peces por centro 65
3.5.2. Planes de Manejo Aprobados 66
3.5.3. Resoluciones que establecen densidades de cultivo 67
3.5.4. Densidad 67
3.5.5. Oceanografía 68
3.5.6. Parámetros ambientales 68
4. SALUD ANIMAL 70
4.1. PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES 71
4.1.1. Screening de reproductores 71
4.1.2. Implementación de medidas de bioseguridad 73
4.1.3. Vacunación 74
4.1.4. Consideraciones operacionales para la aplicación de vacunas 75
4.1.5. Utilización de dietas funcionales y aditivos nutricionales 77
4.2. PLAN DE VIGILANCIA SANITARIA 78
4.2.1. Realización de necropsias 79
4.2.2. Diagnósticos agua dulce 79
4.2.3. Diagnósticos en agua mar 80
4.3. CONTROL DE ENFERMEDADES 80
4.3.1. Control de fungosis en agua dulce 81
4.3.2. Tratamientos antiparasitarios en centros de mar 82
4.3.3. Tratamientos antibióticos 84
5. MONITOREO DE BIENESTAR ANIMAL 87
5.1. MONITOREO DE INDICADORES OPERACIONALES DE BIENESTAR ANIMAL EN CENTROS DE CULTIVO DE AGUA MAR 88
5.1.1. Registros diarios 88
5.1.1.1. Oxígeno disuelto 88
5.1.1.2. Mortalidad diaria 89
5.1.1.3. Presencia de microalgas nocivas 89
5.1.1.4. Conducta letárgica 90
5.1.1.5. Nado anormal 91
5.1.1.6. Boqueo 91
5.1.2. Registros semanales 92
5.1.2.1. Caligidosis 92

5.1.2.2. Piscirickettsiosis (SRS) 93
5.1.2.3. IPN 94
5.1.2.4. Depredadores 95
5.1.2.5. Ayuno 95
5.1.2.6. Deformidades vertebrales 96
5.1.2.7. Lesiones en aleta dorsal 97
5.1.2.8. Descamación 97
5.1.2.9. Lesiones corporales y ojo 98
5.1.2.10. Estado de branquias 98
5.1.2.11. Estado y limpieza de redes 99
5.1.3. Registros mensuales o trimestrales 100
5.1.3.1. Madurez sexual 100
5.1.3.2. Factor de condición 100
5.1.3.3. Dispersión de peso 101
5.1.4. Recolección y registro de los datos 102
5.2. MONITOREO DE INDICADORES OPERACIONALES DE BIENESTAR ANIMAL EN CENTROS DE AGUA DULCE 102
5.2.1. Registros diarios 102
5.2.2. Actividades quincenales 111
5.2.3. Actividades semanales 112
5.2.4. Actividades rutinarias junto a evaluación de ATPasa 113
5.2.5. Actividades mensuales 116
5.3. MONITOREO DE INDICADORES OPERACIONALES DE BIENESTAR ANIMAL DURANTE EL TRANSPORTE DE PECES VIVOS 118
5.3.1. Oxígeno disuelto 118
5.3.2. Temperatura 118
5.3.3. Densidad 119
5.3.4. Mortalidad al final del viaje 121
5.3.5. Conducta letárgica 121
5.3.6. Descamación al final del transporte 122
6. GLOSARIO 123
7. ANEXOS 129
7.1. Tabla de score de grasa peripilórica para evaluacion de calidad de smolt 129
7.2. Tabla resumen requerimientos aplicación vacunas inyectables 131
7.3. Tabla resumen parámetros de evaluación de calidad de Smolt para traslado a mar 132
7.4. Tablas resumen requerimientos traslado de smolt 133

7.5. Métrica de clasificación de suciedad y cambio de redes peceras en centros de mar ... 134
7.6. Tablas de indicadores operacionales de bienestar animal en centros de cultivo 138
7.7. Tablas de indicadores operacionales de bienestar animal en centros de agua dulce .. 140
7.8. Tablas de indicadores operacionales de bienestar animal durante el transporte de peces 143

1. INTRODUCCIÓN

Pincoy es un proyecto colaborativo entre empresas estratégicas de la industria salmonera, que están dispuestas a aportar conocimiento del estado del arte de la producción de salmones, en las diferentes áreas de especialidad de cada una de ellas, para generar mejoras a nivel productivo, con el fin de obtener soluciones sostenibles.

Este proyecto busca establecer buenas prácticas que permitan reducir el riesgo de aparición de enfermedades, y en particular, las de origen bacteriano. Pincoy no tiene como propósito terminar con el uso de antibióticos en la salmonicultura chilena, ya que estas enfermedades requieren de la aplicación de antibióticos para restaurar la salud de los peces y además facilitan el control de las enfermedades bacterianas.

El objetivo del Manual de Buenas Prácticas de Pincoy es lograr reunir una serie de buenas prácticas transversales a la industria, ejecutables fácilmente, que nacen de la experiencia de cada uno de nuestros colaboradores, que permiten reducir finalmente el uso de antibióticos en la producción de salmones en Chile.

Según el "Informe sobre uso de antimicrobianos en la salmonicultura nacional" emitido por el Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA) que reune el consumo de antibióticos utilizados durante el primer semestre del 2018, señala que el 94,4% de los antimicrobianos fueron utilizados durante el cultivo en mar, donde se usó principalmente florfenicol, oxitetraciclina y flumequina. La especie que recibe el mayor número de tratamientos porcentual es el Salmón del Atlántico, que corresponde a la especie mayormente producida en Chile. La principal causa de uso de los antimicrobianos corresponde a Piscirickettsiosis o a Síndrome Rickettsial del Salmón (SRS), con un 98,3%. El control de un brote de Piscirickettsiosis se basa en el uso de antibioticos para restaurar la salud de los peces enfermos y asegurar su bienestar, pero también involucra una serie de manejos no farmacológicos para reducir el impacto de esta enfermedad. El agente causal de esta enfermedad es la bacteria *Piscirickettsia salmonis*, la cual vive al interior de las células, donde puede evadir las defensas del pez, lo que dificulta su preveción y control. El uso de antibioticos se encuentra regulado en Chile a través de SERNAPESCA, quienes siguen las directrices de la Organización Mundial de Sanidad (OIE) en el uso de antibióticos. Previo a la cosecha de los salmones, estos deben cumplir con muestreos oficiales de residuos de antibióticos, para poder ser autorizada su cosecha. Los peces que recibieron tratamientos pueden a su vez quedar registringidos para la venta, dependiendo del mercado de destino y de las regulaciones propias de cada país o región económica. Además del impacto del producto en mercados, se debe señalar que el uso de antibióticos en el mundo está en la agenda de instituciones internacionales como la rganización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), OIE y la Organización Mundial de la Salud (OMS), quienes velan por el correcto uso de estos y se preocupan de la aparición de bacterias resistentes a los

antibióticos. Adicionalmente, la reputación de la industria se puede ver afectada, ante la opinión pública, debido al uso de estos fármacos.

A través de este proyecto tenemos la oportunidad de demostrar que es posible el trabajo colaborativo para buscar soluciones o implementar buenas prácticas que permitan controlar a uno de los principales problemas sanitarios que afecta a la industria nacional.

Pincoy no partió desde cero. En su inicio consideró, por un lado, la información elaborada previamente por SalmonChile y SERNAPESCA, quienes apoyan este proyecto, y la información elaborada por la academia. Por otro lado, este proyecto considera todo el desarrollo farmacéutico, genético y productivo en los que se ha avanzado durante los últimos años para combatir la Piscirickettsiosis, pero que no había sido aplicado aún de manera conjunta y coordinada. Bajo esta estrategia colaborativa se pudo compartir experiencias y trabajar en conjunto, para generar mejores prácticas e información que será compartida con el resto de la industria, materializada en este manual.

Pincoy involucra una serie de objetivos asociados directamente con la producción de salmones, así como objetivos que nacen de estos. Queremos vincularnos a través del crecimiento sostenible con nuestra comunidad y consumidores, con los actores de la cadena productiva, las autoridades y otros participantes de la industria y la academia.

Los objetivos del proyecto Pincoy son:

- Desarrollar un enfoque holístico para reducir el uso de antibióticos
- Mejorar la salud de los salmones
- Mejorar el desempeño productivo
- Incorporar el bienestar animal y su monitero, como parte clave de la salud y desempeño de los peces
- Contribuir al crecimiento sostenible de la industria
- Generar vínculos entre todos los actores de la cadena productiva, autoridades y academia
- Resaltar los beneficios del consumo de salmón chileno como alimento de calidad

Además, Pincoy busca mejorar la reputación de Chile como un productor sostenible de peces, basándonos en el trabajo colaborativo entre empresas y sus colaboradores, a través de la excelencia operacional.

Este manual presenta las condiciones de producción del Salmón del Atlántico que son consideradas por nuestros paneles de expertos como buenas prácticas, y que representan el escenario ideal en la producción de salmones, para lograr los objetivos directos e indirectos asociados a Pincoy.

Las buenas prácticas se presentan en capítulos, tales como: producción en etapa de agua dulce, producción en etapa de agua mar, salud y monitoreo de bienestar animal.

Cada buena práctica, fase o método de producción es descrita, se presentan sus fundamentos, recomendaciones a considerar durante el cultivo de los salmones y en algunos casos se entrega un método de evaluación para el control y monitoreo de estas.

2. PRODUCCIÓN EN ETAPA DE AGUA DULCE

Descripción: El proceso de producción de smolt en la etapa de agua dulce involucra el desarrollo de los ejemplares, desde la incubación de las ovas y el alevinaje, hasta terminar con la salida de los peces preparados para el ambiente salino -o smolt- hacia los centros de producción en etapa de engorda (en agua de mar o aguas estuarinas).

Fundamento: Dado que esta etapa es fundamental para la obtención de peces con óptimo desempeño productivo en mar, se definen algunos aspectos que son relevantes a considerar para obtener finalmente smolts con adecuada capacidad de adaptación al ambiente marino y óptimo desempeño productivo. Dentro de los aspectos a considerar, se incluyen las condiciones de cultivo (densidad, tasa de recambio de agua, limpieza de unidades estanque, etc.), la alimentación, el manejo de mortalidad (bioseguridad, clasificación por causas de mortalidad, registros, etc.) y manejos (aplicación de vacunas, muestreos, traslados, etc).

Recomendación: Utilizar y registrar indicadores tales como: rendimiento de ovas/smolt, FCRb y FCRe, costo de smolt, porcentaje de mortalidad total al momento de traslado, porcentaje de mortalidad atribuible a brotes de enfermedades infecciosas y uso de antibióticos (expresados como gramos de principio activo/smolt), los que serán utilizados para la obtención de un indicador de calidad de smolt, para utilizarse en el futuro con el fin de correlacionarlo con los resultados de producción en mar.

Evaluación: Para la correcta evaluación de los indicadores definidos, es necesario clasificar correctamente la mortalidad, llevar a cabo un plan de muestreo de salud y analizar la información de consumo de alimento en forma mensual y acumuladamente, los cuales deben ser contrastados con el plan inicial y con los objetivos del centro de cultivo. Estas prácticas deben ser consideradas en las diferentes etapas de desarrollo de los peces y por cada uno de los centros de agua dulce (AD) en los que fueron cultivados.

Respecto de las condiciones de cultivo de peces en AD, se deben considerar algunos factores relevantes -como el bienestar animal- ya que, bajo condiciones adversas de cultivo, estas predisponen la presentación de enfermedades.

A continuación, se indican algunos aspectos relevantes a considerar durante la etapa de producción en agua dulce.

2.1. GENÉTICA

Descripción: El principal objetivo de todo programa de cría selectiva es mejorar aquellos caracteres de valor económico de la población, en especial, aquellos que están determinados por los genes de los peces. El productor confía en que una mejora en la frecuencia de los genes que codifican caracteres deseables de su producción, aumentará su valor monetario. Para conseguir este objetivo, se seleccionan aquellos peces que poseen determinados caracteres y se descarta el uso de aquellos que no los poseen, originando de esta forma una población mejorada genéticamente. De esta manera, los peces de la siguiente generación serán más valiosos, porque sus genes les permitirán obtener caracteres de interés, mayores tasas de crecimiento, resistencia a enfermedades, tolerancia a estrés, mejora en la calidad de la carne y madurez sexual controlada.

Fundamento: En los últimos 40 años, el progreso genético ha contribuido a:

- Reducir el tiempo de cultivo en agua dulce (ova - smolt) de 16 a 8 meses, y agua de mar (smolt - cosecha) de 24 a 12 meses
- Aumentar la edad de la maduración sexual
- Mejorar el uso del alimento, mediante el aumento en la eficiencia de conversión, utilizando menos kilos de alimento por kilos de carne producida
- Lograr mayor tasa de supervivencia. Como por ejemplo, el aumento de la resistencia a la enfermedad viral Necrosis Pancreática Infecciosa (IPN)
- Mejorar la calidad de grasa y color

Está bien documentado que al menos el 40% del aumento colectivo de la productividad en la producción de aves de corral, carne de res, cerdo y salmón, puede atribuirse al progreso genético mediante la cría selectiva.

2.1.1. Ovas provenientes de un programa genético

Descripción: El cultivo de salmónidos es una de las principales actividades relacionadas con la acuicultura a nivel nacional, y una de las que genera productos acuícolas con mayor valor económico a nivel mundial. Al igual que en otros sistemas intensivos de producción animal, el éxito de esta actividad depende en gran medida del control de las enfermedades infecciosas. Los programas de mejoramiento genético han permitido aumentar el retorno económico de las explotaciones agropecuarias.

Fundamento: El objetivo del mejoramiento genético debe ser definido para cada especie animal y para cada población. En general, todas aquellas características de importancia

económica deberían estar incluidas en el objetivo de mejoramiento. Así, en salmones se incluyen caracteres relacionados con el crecimiento corporal, color y textura de la carne, como también la resistencia genética a enfermedades de tipo viral y bacteriano.
El mapeo de QTL (del inglés *Quantitative Trait Locus*) es una estrategia que puede entregar información sobre la ubicación y el efecto de los genes que se encuentran influenciando una característica cuantitativa compleja, tal como la resistencia a enfermedades infecciosas. Las metodologías de detección de QTL se basan en la utilización de marcadores de ADN para identificar regiones genómicas involucradas en la variación genética de un determinado carácter de interés productivo, lo que permite seleccionar a los peces segun la presencia de estos en el genoma.

Recomendación: Uso de ovas con marcador QTL-IPN y QTL-SRS, para la resistencia a necrosis pancreática infecciosa y *piscirickettsiosis,* respectivamente.

2.1.2. Edad del reproductor para evitar madurez temprana

Descripción: Junto con el crecimiento y la supervivencia, la edad de madurez sexual es uno de los rasgos económicamente más importantes en la producción de salmónidos. La madurez sexual precoz conduce a pérdidas económicas, ya que estos peces no alcanzaran un peso óptimo ni las características económicamente deseables en la cosecha.

Fundamento: Varios estudios muestran que el rasgo “edad de maduración sexual” está bajo control genético, encontrándose diferencias entre cepas o familias en la proporción de madurez sexual después de uno o dos inviernos en el mar. Las estimaciones de la heredabilidad en las diferentes clases de edad variaban considerablemente (de 0.11 a 0.49).

Recomendación: Uso de cepas que presenten baja madurez al primer invierno en mar.
Reproductores de dos o más inviernos y/o incorporar la selección de madurez tardía mediante marcadores QTL para este carácter.

2.1.3. Tamaño de la ova

Descripción: Una mala calidad de ovas es una de las mayores limitaciones en la acuicultura, tanto de especies marinas como de especies de agua dulce. Históricamente ha existido la percepción de que, en términos de calidad, ovas más grandes son mejores. El tamaño de las ovas puede variar dentro de una especie, dentro de los límites establecidos por sus genes.

Fundamento: Ha sido sugerido que en la naturaleza, las crías más grandes nacen de ovas más grandes y tienen una ventaja en la supervivencia durante los primeros días de su vida,

ya que tienen mayores reservas energéticas. Además, pueden presentar mayores tasas de crecimiento, son capaces de evitar depredadores más eficientemente y comen una variedad más amplia de alimentos. Sin embargo, esto no es necesariamente así, ya que una descendencia más grande sería más notoria como presa. Adicionalmente, a las ovas más grandes les toma más tiempo en eclosionar que a las ovas más pequeñas, y por esta razón están en riesgo de depredación o condiciones abióticas adversas por períodos más largos de tiempo. En cambio, las ovas más pequeñas eclosionan más temprano y las larvas pueden entonces evitar condiciones adversas. Explicaciones ecológicas para la diferencia en el tamaño de las ovas en diferentes poblaciones incluyen cambios temporales y espaciales en el tamaño de las partículas de alimentos, disponibilidad de este para las larvas y depredación. La edad a la madurez también puede afectar el tamaño de las ovas, con un tamaño de cuerpo mayor que, a menudo, resulta en la producción de huevos más grandes. Además, se sabe que el tamaño y el peso de las ovas de salmónidos varían dentro de un amplio rango.

Se ha descrito que larvas más grandes salen de ovas más grandes, sobreviven y crecen mejor que las más pequeñas. Así como que, alevines provenientes de ovas pequeñas de Salmón del Atlántico, fueron alevines más pequeños que aquellos provenientes de ovas de mayor tamaño, pero que estas diferencias de tamaño no fueron observadas posterior a 35 días.

Estos antecedentes plantean que las ovas de menor tamaño pueden no ser necesariamente de menor calidad que aquellas de mayor tamaño. Aún así, para quien maneja la etapa de eclosión de ovas en los centros de agua dulce, la existencia de ovas de distinto tamaño (dispersión) es un problema, ya que las ovas de menor tamaño tienden a eclosionar antes que las de mayor tamaño, y si esto no se controla con una graduación previo a la eclosión, se presentarán problemas en las semanas posteriores a la eclosión, debido a la dispersión de tamaños de los peces.

Recomendación: Ovas de tamaño homogeneo ≥ 5mm

2.1.4. Ventana de desove

Descripción: Ha sido una práctica tradicional de incubación utilizar “Unidades Térmicas Acumuladas” (UTA) para indicar el progreso en el desarrollo embrionario. Desafortunadamente, el uso es solo aproximado, ya que el número de grados días para una determinada etapa de desarrollo no es una constante para los diferentes regímenes de temperatura.

Fundamento: Mientras menos tiempo tenga la ventana de desove, más homogéneo será el manejo de la población, permitiendo estandarizar los manejos durante las primeras etapas del cultivo.

Recomendación: Lote de ovas provenientes de un lapso de desove ≤ 30 días. UTA de entrega entre 350 y 380.

2.2. DISMINUCIÓN DE LA PRESIÓN DE INFECCIÓN

Descripción: En sistemas de producción de salmónidos, es posible reducir el riesgo de transmisión de agentes patógenos entre animales y entre unidades de cultivo, al reducir la exposición de los peces a factores que puedan predisponer la aparición de brotes de enfermedades infecciosas.

Fundamento: En condiciones de cautiverio, los peces están expuestos a las condiciones en las cuales se cultivan, por lo que es importante monitorear y registrar de forma periodica estas condiciones, para lograr que sean adecuadas a la fisiología normal de los peces y de esta forma, corregir eventuales desviaciones que puedan afectar el bienestar animal y la fisiología normal de los peces en cultivo.

A continuación, se describen algunos factores relevantes que deben ser monitoreados y controlados durante las etapas de cultivo en AD, para reducir el riesgo a brotes de enfermedades infecciosas.

2.2.1. Densidad de cultivo

Descripción: La densidad de cultivo es la cantidad de kilos de biomasa expresado por unidad de volumen o por unidad de superficie, en este caso, de la primera etapa de cultivo en AD. El manejo de la densidad tiene por objeto fijar el número y/o biomasa en el cultivo de peces, lo que comprende particularmente el control de su crecimiento. Dado que en las primeras etapas del cultivo en AD los peces tienden a ocupar el fondo de la unidad de cultivo, la densidad de cultivo se calcula dividiendo la cantidad de peces por la unidad de superficie de la batea o estanque que los contiene.

Fundamento: Mientras más kilos de biomasa o número de peces son contenidos en una unidad de volumen o superficie, mayor es la densidad y tasa de contacto entre animales y menor es la calidad del agua de cultivo, producto de la actividad metabólica de estos animales. Estos factores son estresantes y, por lo tanto, ante la presencia de agentes infecciosos, pueden predisponer a la presentación de brotes de enfermedades infecciosas.

Recomendación:

- Flujo Abierto (FA)
    - Primera alimentación: 10.000 a 14.000 (alevines/m^2)
    - Alevinaje: ≤ 45 kg/m^3

- Esmoltificación: ≤ 50 kg/m^3
- Recirculación (RAS):
  - Primera alimentación: 10.000 a 12.000 (alevines/m^2)
  - Alevinaje: ≤ 50 kg/m^3
  - Esmoltificación: ≤ 60 kg/m^3

2.3. AMBIENTE DE CULTIVO

Descripción: El ambiente de cultivo involucra al entorno en el cual se cultivan los peces. Tiene relación con las instalaciones que contienen a los peces, el aporte de agua que se ocupa para cultivarlos, el regimen de luz con que se cultivan, entre otros.

Fundamento: En la medida en que los peces se encuentren en un entorno adecuado a sus necesidades fisiológicas, va a ser posible que estos puedan expresar mejor su potencial de desempeño productivo.

2.3.1. Sistema de Incubación

Descripción:
-Incubación ova fertilizada: El sistema a seleccionar debe ser adecuado para proporcionar a las ovas un ambiente apropiado en lo que a calidad de agua se refiere. Debe permitir que la ova se mantenga inmóvil, sobre todo en la etapa más crítica (primeras 200 UTA), además de hacer uso eficiente del agua y de los espacios.
-Incubación para eclosión de la ova: debe permitir mantener las condiciones sanitarias óptimas antes de la eclosión y posterior a ésta (flujos de agua). Debe permitir el uso eficiente del agua, facilitar los manejos y utilizar los espacios de forma óptima.
Se recomienda el uso de sistemas de incubación vertical o bateas.

Fundamento
Existen muchos sistemas de incubación, y es importante encontrar uno que se ajuste a las necesidades y presupuesto. Los tres sistemas tradicionalmente conocidos son:

- Bateas de incubación horizontales (California Trays)
- Incubadoras de jarro con flujo ascendente (MacDonals Jars)
- Incubadoras verticales de bandejas (Heath Trays o CompcHatch)

Como es el caso de la mayoría de los procesos en acuicultura, el uso de métodos simples es frecuentemente la mejor opción, y estos tres sistemas cumplen con esa condición. La clave para cualquier criadero y la premisa en el diseño de estos sistemas, es entregar un apropiado flujo de agua y, por ende, oxígeno a las ovas en todo momento. La falta de

oxígeno conduce a deformidades y/o mortalidades en la población. Otro proceso relevante en esta etapa, es la limpieza de las unidades de cultivo, que involucra retirar periódicamente las cáscaras de ovas (restos de corion después de la eclosión) y ovas muertas. El proceso de limpieza debe ser exhaustivo a fin de evitar el desarrollo de hongos en las incubadoras, evitando mortalidades excesivas.

Recomendación
La elección de un sistema de incubación dependerá del agua, espacio y personal.

2.3.2. Tipo de sustrato

Descripción: Para proteger al pez en esta fase tan sensible, y para ayudar a mejorar la circulación de agua -evitando la aparición de abortos, alargamiento de saco, entre otros-, las bateas deben estar limpias y se debe instalar en el sistema de incubación un sustrato que permita dar la protección adecuada, antes de producirse la eclosión.

Fundamento: Lo más importante a tener en cuenta es la protección del saco vitelino, evitando situaciones como alargamiento, coagulación, constricción o edema del saco. El sistema debe proporcionar un ambiente tranquilo, que evite el estrés durante todo el proceso de absorción, para lograr mayor tasa de sobrevida y peces robustos y vigorosos, preparándolos para el inicio de su primera alimentación.

Recomendación: Existen distintos tipos de sustrato con resultados probados, desde algunos muy simples hasta otros de material sintético (EasyHatch).

2.3.3. Tipo de unidad de cultivo

Descripción: La elección de los estanques de cultivo es una parte importante al momento de definir un proyecto de piscicultura. Sus características, forma y tamaño pueden influir en el desarrollo de los peces.

Fundamento: El tipo de unidad de cultivo a utilizar es un ítem muy importante, y se ha descrito que lo ideal es tener estanques de tamaños medianos y pequeños, para asegurar una adecuada entrega de alimento y los cuidados necesarios para los alevines.
Se recomienda la utilización de estanques circulares que aseguren:

- Buen recambio de agua
- Buena auto-limpieza (eliminación de residuos sólidos con el flujo natural del agua que sale de la unidad de cultivo; fecas y restos de alimentos, principalmente)
- Adecuado flujo de agua dentro del estanque

En base a los fundamentos descritos, sin duda que los estanques circulares son los preferidos a utilizar durante toda la etapa de agua dulce.

Recomendación: Existen diferentes tipos y tamaños de estanques, donde los más utilizados son circulares. A modo de recomendación se puede indicar:

-Primera alimentación: tamaños entre 1 - 4 a m^3, tamaños que permiten ajustar rápidamente el nivel de agua, son los más recomendados (preferiblemente pequeños), ya que otorgan facilidad para la inspección y el cuidado de los peces.

-Alevinaje: Los estanques circulares son los de mejor auto-limpieza, permiten un recambio más eficiente del agua, con un consecuente mejor crecimiento de los peces. Los estanques de grandes superficies (diámetro) requieren de un equipo de alimentación (o inclusive dos) para distribuir bien el alimento. Los estanques con aguas poco profundas necesitan alimento con mayor flotabilidad, pues la mayoría de los peces no comen el alimento en el fondo del estanque. Por otro lado, peces en estanques más profundos pueden lidiar con el alimento que se hunde más rápido sin efecto negativo sobre el crecimiento. La gama de tamaños de estanques es enorme, pudiendo ir desde los 30 m^3 a 70 m^3.

-Smolt: Los estanques circulares siguen siendo los más recomendados. En la actualidad, los estanques de esmoltificación han presentado un cambio radical, con tamaños enormes. Quizás diez años atrás, los estanques de esmoltificación bordeaban los 100 m^3 a 200 m^3 , como mucho. En la actualidad, son cada vez más comunes los estanques de 300, 500 y hasta 1500 m^3, especialmente con la incorporación de sistemas de recirculación.

2.3.4. Recambios

Descripción: Es importante establecer un adecuado nivel de limpieza y una buena remoción de los desechos dentro del estanque, para mantener y entregar un adecuado medio de cultivo para los peces, libre de material fecal, amonio y/o restos de alimento, a un pH balanceado y niveles bajos de CO_2, etc.

Fundamento: A través del agua se aporta el oxígeno necesario para los peces, y también se sacan los productos residuales producidos durante su cultivo. En cualquier sistema de cultivo es importante asegurar que los parámetros que afectan la calidad del agua, estén por debajo de los valores críticos para el cultivo de salmones. Una vez realizados los cálculos necesarios, el sistema debe operar a la tasa más alta de flujo posible, mientras todavía mantenga los parámetros en o más bajo que su máximo tolerable (o valor de diseño), por ejemplo, Amoniaco o CO_2.

Para poder estimar o determinar cómo se comportarán los diferentes parámetros dentro de las unidades de cultivo, se puede utilizar el balance de masas, que permite calcular el consumo o producción del parámetro (acumulación) dentro del estanque de cultivo. Un

balance de masa, es aplicable para cualquier parámetro (x) de interés que se quiera controlar.

Para el cálculo del balance de masas es necesario conocer el caudal de flujo de entrada (l/min o m^3/h), la concentración del parámetro a medir (mg/l, g/l o kg/l) en el flujo de entrada, la producción del parámetro a medir dentro de la unidad de cultivo (mg/l, g/l o kg/l) o el consumo del parámetro a medir dentro de la unidad de cultivo (mg/l, g/l o kg/l), el caudal de flujo de salida (l/min o m^3/h), la concentración del parámetro a medir (mg/l, g/l o kg/l) en el flujo de salida. En los sistemas de cultivo del salmón, el caudal de flujo de entrada y salida suele ser estable o igual, por lo que el cálculo de balance de masas se reduce a conocer las concentraciones del parámetro, en el flujo de entrada [Qe], eventual producción [Qp] o consumo en el estanque [Qc] y concentración en el agua de salida [Qs], como se señala en la siguiente fórmula:

Acumulación $_x = [Qe]_x - [Qs]_x + [Qp]_x - [Qc]_x$

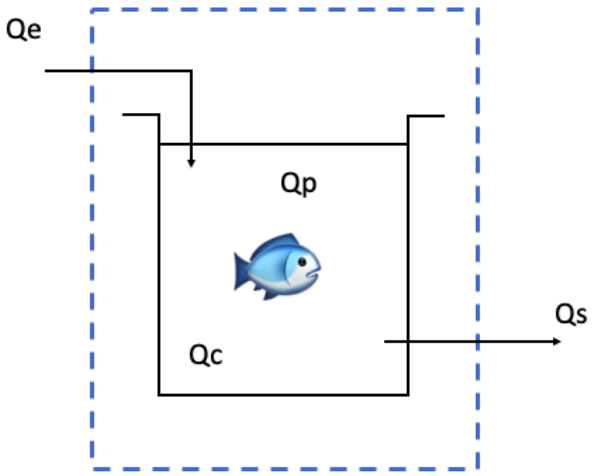


Figura 1. Esquema general para balance de masas.

Finalmente, se puede establecer una tasa de carga en litros (l), que no es más que la cantidad de peces que pueden ser mantenidos por unidad de flujo o kilogramos /litros por minuto (lpm). La tasa de carga se calcula dividiendo la densidad de peces (Dpeces) en kg peces / m^3, con el número de recambios de agua por hora (R/h), a través de la unidad de cultivo y multiplicando el resultado por la constante 0.06.

$$\textit{Tasa de carga} = 0.06 \ \frac{D_{peces}}{R}$$

0.06 = constante que convierte lpm en m^3/h

Recomendación:

- Flujo Abierto
    - Alevinaje: ≥ 1 R/h

- Esmoltificación: ≥ 1 R/h

- Recirculación :´
  - Alevinaje: ≥ 2,5 R/h
  - Esmoltificación: ≥ 2 R/h

2.3.5. Temperatura agua cultivo

Descripción: La temperatura es un factor relevante en el cultivo de los salmónidos, dado que estos regulan su metabolismo dependiendo de la temperatura del ambiente en el que viven (poiquilotermos). La temperatura tiene un rol en el resultado final de cada una de las distintas etapas de producción y, por supuesto, en la duración del ciclo.

Fundamento: El oxígeno disuelto y la temperatura del agua son de suma importancia, debido al impacto que tienen en la viabilidad biológica y económica de una empresa acuícola comercial. La temperatura influye directamente en los procesos fisiológicos, tales como tasa de respiración, eficiencia de alimentación y asimilación, crecimiento, comportamiento y reproducción. Tradicionalmente los peces han sido agrupados en tres categorías, dependiendo de la temperatura que prefieren: de agua muy fría, agua fría y agua cálida. Las especies de agua muy fría prefieren temperaturas del agua que estén en el rango de los 15°C (60°F); las especies de agua fría, entre 15°C - 20°C (60°F - 68°F), y las especies de agua cálida, sobre los 20°C (68°F). Estas no son definiciones exactas y hay muchos factores involucrados en determinar la tolerancia de los peces a diferentes temperaturas; las que incluyen la especie, edad, tamaño e historia térmica anterior. Los peces se clasifican como poiquilotermos o como "de sangre fría", lo que significa que la temperatura de su cuerpo es muy parecida al ambiente que los rodea. Por lo tanto, cada especie tiene un rango de temperatura óptima que maximiza su crecimiento, y un límite superior e inferior, más allá de los cuales no pueden sobrevivir. Dentro del rango de temperatura que tolera cada especie, las tasas de crecimiento aumentan a medida que la temperatura del agua aumenta, hasta alcanzar la temperatura óptima para la especie. Adicionalmente, a temperaturas más altas de la óptima, el factor de conversión del alimento de los peces es menor. Aumentos de temperatura superiores a la óptima no son beneficiosos, y de hecho, pueden aproximarse a niveles letales. De modo que, para asegurar un crecimiento máximo y minimizar el estrés, las temperaturas del sistema deben ser mantenidas lo más cercano posible al valor óptimo. A modo de referencia, se presentan en la Tabla 1 los rangos de temperatura óptima para diversas especies de salmonídeos.

Especie	**Rango T°C**
Trucha café (*Salmo trutta*)	12 – 14°
Trucha arcoíris *(Oncorhynchus mykiss)*	14 – 16 °
Trucha de arroyo *(Salvelinus fontinalis)*	7 – 13 °
Salmón rey (*Oncorhynchus tschawytscha*)	10 – 14 °
Salmón Coho *(Oncorhynchus kisutch*)	9 – 14 °

Salmón Atlántico (*Salmo salar*)	15 º
Salmón rojo (*Oncorhynchus nerka*)	15 º

Tabla 1. Rangos de cultivo por especie de peces.

Recomendación: Debido a que los salmónidos regulan su metabolismo según la temperatura del ambiente en el que son cutivados (poiquilotermos), sin lugar a dudas la temperatura es un factor crítico del cultivo, resultado final de cada una de las distintas etapas de cultivo y, por supuesto de la duración del ciclo productivo.

Temperaturas de referencia para las etapas de cultivo en fase agua dulce (para mas detalle sobre temperatura ver tabla 35):

- Incubación: ≤ 8 °C
- Primera alimentación: ≤ 10°C
- Alevinaje: ≤ 12°C
- Esmoltificación: ≤ 14°C

El estado del desarrollo en salmónidos se puede medir en base a UTA, es decir, una edad en base a la temperatura acumulada en grados Celsius durante las distintas etapas del cultivo de los peces. A continuación, en la tabla 2, se presentan las etapas de desarrollo del salmón según las UTA.

Etapas de desarrollo		Descripción
Ova	Ova verde	Corresponde a la ova recién extraída o recién fertilizada e hidratada comenzando a producirse las divisiones celulares
	Ova ojo	Después de aproximadamente 300 a 250 UTA, la ova muestra una agrupación celular que corresponde a un ojo en formación
Alevín	Eclosión	Habiendo transcurrido alrededor de 420 a 450 UTA, el alevín eclosiona, dejando el huevo, pero aún con saco vitelino y sin capacidad natatoria
	Inicio de alimentación	Una vez que el saco vitelino ha sido absorbido, el alevín comienza a tener un mayor desplazamiento en el agua, a la vez que comienza a alimentarse de manera autónoma
Fry	Alimentación activa	En esta etapa, el salmón ya presenta gran capacidad de nado, además de no tener problemas para capturar su alimento
	Parr	En esta etapa el pequeño salmón muestra sus características manchas laterales, típicas del periodo de su vida en agua dulce (1200 UTA)

Smolt	Smolt	En esta etapa desparecen las manchas Parr, aparece un borde negro alrededor de las aletas, el cuerpo del pez se torna plateado. Es en este momento que el pez se encuentra fisiológicamente preparado para realizar el viaje a agua de mar (3200 UTA)

Tabla 2. Etapas de desarrollo del salmón del Atlántico y su descripción.

2.3.6. Velocidad de la corriente

Descripción: La velocidad de la corriente del agua dentro de un estanque de cultivo de peces, se puede definir como la magnitud física que muestra y expresa la variación en cuanto a la posición de la partícula de agua en función del tiempo, y que puede ser expresada como L/t (L = distancia; t = tiempo).

Fundamento: Diversas publicaciones científicas han asociado la capacidad cardiovascular de peces teleósteos como un indicador de robustez, pudiéndose considerar como predictor de buen crecimiento y baja mortalidad post transferencia en smolt de especies salmonídeas. La capacidad cardiovascular de los peces se asocia directamente con el ejercicio, lo cual se obtiene con el manejo de la velocidad de la corriente dentro del estanque de cultivo y que va en directa relación a la longitud total del pez.

Recomendación: Se ha definido como indicador de la velocidad de la corriente, a la unidad de longitud expresada como longitud total del pez (cm) por unidad de tiempo (seg).

$$Velocidad\ de\ corriente = \frac{largo\ de\ pez(cm)}{unidad\ de\ tiempo\ (s)}$$

En la etapa de smolt se considera como óptimo de velocidad de corriente, valores entre el rango 0.8 a 1.4 largo de pez/s.

2.3.7. Fotoperiodo

Descripción: Se define como fotoperiodo a la duración o tiempo relativo de los períodos de luz y oscuridad diarios, a que están sometidos los peces.

Fundamento: La glándula pineal presente en peces teleósteos poiquilotermos es el principal receptor fotosensible que libera al medio sanguíneo la melatonina, enzima que juega un rol fundamental en diferentes aspectos fisiológicos del individuo. La influencia de los factores abióticos ha sido investigada extensamente en la acuicultura para controlar variables en cultivo. Se han realizado estudios para determinar la influencia (ya sea positiva o negativa) del fotoperiodo sobre diferentes etapas del ciclo de vida de algunas especies. El

fotoperiodo puede condicionar la capacidad de visualización del alimento, el uso de la energía derivada de la alimentación e incluso el comportamiento social de los peces en cultivo, lo cual influye tanto en el crecimiento como en la supervivencia. El fotoperiodo también juega un papel importante en la liberación de hormonas reproductivas y la expresión de genes que estimulan el desarrollo sexual, lo cual influye directamente en la reproducción de los peces. Así mismo se describe que el manejo del fotoperiodo en poblaciones de peces en cultivo se traduce en mejoras en crecimiento y tolerancia a la salinidad para peces anádromos.
En el manejo del fotoperiodo para la esmoltificación existen 2 fases, fase invierno (8 h luz / 16 h oscuridad) durante un mínimo de 4 semanas hasta 10 de duración, y una fase posterior de verano de 24 h luz continua, con una duración de entre 4 a 6 semanas (aproximadamente 350 - 450 UTA).

Recomendación: Se recomienda para las diferentes etapas cultivo el siguiente manejo de fotoperiodo (duración del ciclo horas luz y horas oscuridad), para lograr la esmoltificación previo a la transferencia al mar.

	Fotoperiodo (horas luz/ horas oscuridad)	Tipo de luz
Etapa alevinaje	24/0	Luz blanca
Etapa esmoltificación	Esquema cuadrado de fotoperiodo con 4 semanas 8/16 y 6 semanas 16/8 o 24/0	Luz blanca y/o luz verde

Tabla 3. Recomendación en manejo de fotoperiodo para esmoltificación.

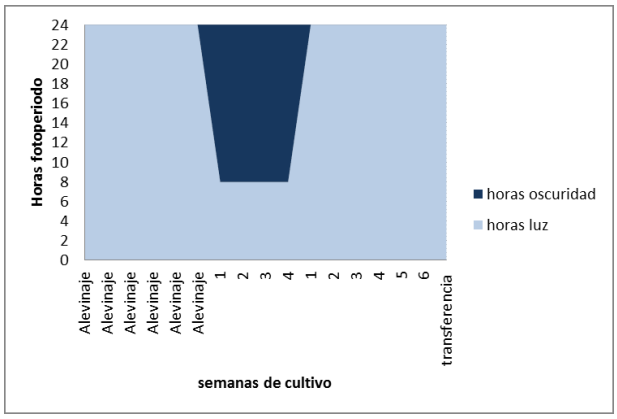


Figura 2. Recomendación en manejo de fotoperiodo para esmoltificación.

2.4. CALIDAD DEL AGUA

Descripción: El agua es el ambiente donde viven los peses, por lo que la calidad del agua influye directamente en los procesos fisiológicos del pez. En la medida que el agua de cultivo sea compatible con las actividades fisiológicas de los peces, ellos podrán expresar su mejor desempeño productivo y sanitario.

Fundamento: Bajo condiciones de cultivo intensivo, las características físicas y químicas del agua que se utilice puede verse afectada por la actividad metabólica de los peces. En este contexto, es necesario mantener una rutina de monitoreo de estas características, de manera de asegurar un ambiente adecuado para el desarrollo normal de los peces, con el fin de reducir el riesgo de enfermedades ante eventuales condiciones desfavorables en el agua. Bajo condiciones de cultivo en recirculación, el monitoreo de las características del agua es fundamental para asegurar la viabilidad y buen rendimiento de los peces.

A continuación, se indican algunos parámetros de calidad de agua a monitorear:

2.4.1. Porcentaje de saturación del oxígeno

La distribución del porcentaje de saturación de oxígeno (O_2) al interior de los estanques debe ser homogéneo, a fin de no exponer a los peces a zonas con hiperoxia o hipoxia. Este parámetro es limitante en la producción de peces, tanto en sistemas cerrados como abiertos. En los cultivos modernos, se debe considerar la adición de oxígeno, en particular si hay aumento de biomasa, considerando también la relación con la temperatura y alimentación de los peces. La sobresaturación de oxígeno asegura suficiente oxígeno para una alta biomasa y bajo uso específico de agua. Este manejo se puede hacer de diferentes modos, pero se debe tener precaución, ya que la falta de control puede llevar a que los peces sean continuamente expuestos a altos niveles de O_2 (hiperoxia). El control es necesario debido a la toxicidad que puede alcanzar un medio sobresaturado de O_2, por la producción de superóxido (0_2-), que es un radical libre del oxígeno. Los radicales libres son altamente reactivos y pueden -en altas concentraciones- oxidar y destruir enzimas, enlaces intracelulares y producir la muerte del pez. Finalmente, se debe tener presente que el O_2 disponible en el agua disminuye con el aumento de temperatura y salinidad, mientras que el consumo de oxígeno de los peces aumenta durante alzas de temperatura del agua, debido al aumento del metabolismo del pez.

Recomendación:

- FA: >80% - <110%
- RAS: >80% - <110%

2.4.2. Dióxido de carbono

La reducción del intercambio de agua (l/kg pez) lleva a un aumento en la cantidad de dióxido de carbono (CO_2), disminuyendo el pH, aumentando el nitrógeno amoniacal total (NAT) y la materia orgánica (TOC) en suspensión. La exposición a altos niveles de CO_2 aumenta la frecuencia de respiración, incrementando temporalmente los niveles de hematocrito. Los efectos de exposición a niveles de CO_2 elevados, a largo plazo, pueden aumentar el riesgo de nefrocalcinosis (cálculos renales, precipitación de carbonato de calcio en riñón), reducir el factor de condición, crecimiento y en algunos casos puede causar la muerte. El aumento de CO_2 genera una disminución del pH, que es además un factor de riesgo ante la presencia de metales como el aluminio, pudiendo ser una condición nociva para los smolts. Adicionalmente, parece ser que el CO_2 es más tóxico a bajas temperaturas del agua, lo que implica regular los valores del CO_2 en relación a la temperatura del agua.

Recomendación:

- FA: <7 - 8 mg/l
- RAS: <15 mg/l

2.4.3. Nitrógeno amoniacal total

Las dos formas combinadas de amoniaco son NH_4^+ (amonio), y la forma no ionizada, NH_3 (amoniaco). A estas dos formas se les denomina nitrógeno amoniacal total (NAT) y se mide como nitrógeno. Su distribución es altamente dependiente del pH, salinidad y temperatura. Particularmente, el NH_3 es conocida como la forma más tóxica, probablemente porque se difunde más fácilmente sobre las membranas del pez, mientras que estas son relativamente impermeables al NH_4^+. El NH_3 tiene un valor determinante en la toxicidad del NAT y es la única combinación fuertemente tóxica frente a la disminución de temperatura. El aumento de las concentraciones de amonio en los estanques se debe a la actividad metabólica de los peces. Para el caso de un sistema de flujo abierto, el amoniaco no representa ningún problema. En escenarios con CO_2 elevado y especialmente en sistemas RAS o durante el transporte de peces, el amonio se acumula, lo que puede ser un problema, especialmente en casos en que hay un aumento del pH del agua. Los efectos de niveles elevados de amoniaco en los peces son sobre cortisol y las catecolaminas plasmáticas; la respiración y circulación sanguínea; los factores metabólicos; el balance hídrico e iónico; los factores hematológicos; la estructura del tejido de las branquias y el tejido del hígado y riñones. El salmón es una especie que tiene una baja tolerancia al amoniaco. Los problemas con NH_4^+/NH_3 se presentan principalmente en cultivos de smolts que utilizan gran cantidad de agua de mar.

Recomendación:

- FA: Factor no limitante
- RAS: <0.01 mg/l

2.4.4. Nitrito

El NO_2 (nitrito) es la forma ionizada de un ácido relativamente fuerte, el ácido nitroso, y es el producto intermedio en el proceso de nitrificación del amoniaco al nitrato. Aunque la conversión del nitrito a nitrato es relativamente rápida mediante el uso de ozono o bacterias nitrificantes en un biofiltro adecuadamente equilibrado, constituye un problema en sistemas cerrados, porque puede acumularse fácilmente si la segunda parte del proceso de nitrificación no funciona correctamente. El nitrito es altamente tóxico, porque afecta la habilidad de la hemoglobina de la sangre para transportar el oxígeno. Cuando el nitrito ingresa al torrente sanguíneo, oxida el hierro de la molécula de la hemoglobina (desde estado ferroso a férrico). El producto resultante se llama metahemoglobina, que tiene un color característico café (enfermedad de la sangre café). Niveles altos de cloruro en el agua reducen la absorción de nitrito por parte de los peces. Los niveles de cloruro se pueden aumentar agregando sal común o cloruro de calcio.

Recomendación:

- FA: Factor no limitante
- RAS: <1 mg/l

2.4.5. pH

El pH de la mayor parte de las aguas subterráneas y superficiales, es regulado por sistema tampón bicarbonato-carbonato, y tienen valores entre 5 y 9. Son excepciones de esto las aguas subterráneas con altas concentraciones de dióxido de carbono disuelto. Por otro lado, el agua de mar es regulada por el sistema tampón bicarbonato-borato, y tiene un pH relativamente estable, entre 8.0 y 8.5. La exposición de los peces a un pH extremo puede ser estresante o letal, pero lo más importante en acuicultura, son los efectos directos resultantes de las interacciones del pH con otras variables. El pH del agua esta involucrado en una amplia variedad de reacciones de equilibrio y solubilidad, de las cuales la más importante es la relación entre la forma no ionizada e ionizada del amoniaco y del nitrito. El pH influye en la toxicidad del ácido sulfidríco y de metales como el cobre, el cadmio, el zinc y el aluminio. Finalmente, el pH puede variar ampliamente si no existe capacidad tamponante o buffer, por lo que los residuos metabólicos deben ser removidos eficientemente desde los estanques de peces.

Recomendación: pH 6.5 - 7

2.4.6. Salinidad

Los peces mantienen las concentraciones de sales en los fluidos de su cuerpo, que son necesarias para el funcionamiento normal del pez, regulando el ingreso de iones del medio

ambiente, y por otro lado, evitando la pérdida de éstos por parte del pez. Cuando los peces están expuestos a niveles de salinidad fuera de los rangos normales de tolerancia, estos gastan considerable cantidad de energía en la osmoregulación y a expensas de otras funciones, tales como el crecimiento. Si la salinidad se desvía considerablemente del rango óptimo, el animal no puede mantener la homoestasis y muere. La sangre de los peces en agua dulce tiene una presión osmótica aproximadamente igual a la presión osmótica de una solución de cloruro de sodio de 7 ppt. Los sistemas de agua dulce por lo general se mantienen en una salinidad de 2 - 3 ppt para disminuir los niveles de estrés y la cantidad de energía requerida para la osmoregulación, aumentando así la tasa de crecimiento.

Recomendación:

- FA: No aplica
- RAS:
    - Alevinaje: 3 - 4 ppt
    - Esmoltificación: 8 - 10 ppt

2.5. NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

Descripción: La nutrición y alimentación influyen en diversas funciones de los peces, incluyendo el crecimiento, reproducción, salud y su respuesta ante patógenos y estresores fisiológicos y ambientales. El desarrollo de soluciones nutricionales costo-eficientes, depende del conocimiento de los requerimientos nutricionales y su cumplimiento, de acuerdo a las diferentes fases del ciclo productivo, a través de la formulación de dietas balanceadas y de prácticas de alimentación apropiadas.

Fundamento: La dieta debe suministrar todos los nutrientes esenciales y la energía requerida para cubrir las necesidades fisiológicas de los peces, para su óptimo crecimiento y para lograr el éxito reproductivo. Por otro lado, la calidad física del alimento debe ser adecuada para poder resistir el transporte y manejo durante la alimentación, sin generar una cantidad excesiva de material particulado en el agua. Adicionalmente, la eficiencia del consumo de alimento se ve afectado por la forma, tamaño (largo y diámetro) y la densidad (tiempo de hundimiento y flotación) de los pellets. Otro parámetro importante a considerar, relacionado con la calidad física del alimento, es la turbidez generada por la pérdida de materia seca desde el alimento, ya que influye en la penetración de la luz y la habilidad de los peces para detectar el alimento, por lo que generalmente se considera que tiene un impacto negativo en la alimentación y en la calidad de agua. Dado que los requerimientos nutricionales van cambiando durante las distintas etapas del ciclo productivo, se debe aportar y ajustar los nutrientes para cubrir las necesidades nutricionales de cada etapa.

Recomendación: Se debe asegurar el suministro de alimentos formulados para cada etapa de cultivo, de acuerdo a los objetivos productivos señalados en la tabla 4.

ETAPA	DIETA	OBJETIVO	USO
Reproductor	Dieta de reproductores	Maximizar crecimiento (SGR) Maximizar parámetros reproductivos (fecundidad relativa)	Al menos 1 año antes del inicio del desarrollo gonadal
Primera alimentación	Dieta de primera alimentación	Iniciar alimentación exógena Mantener calidad de agua	Desde término de absorción de saco vitelino, hasta 5 g de peso
Alevinaje	Dieta de alevinaje	Maximizar crecimiento (SGR)	Desde 5g de peso hasta inicio smoltificación (señal fotoperiodo)
Esmoltificación	Dieta de transferencia	Apoyar el desarrollo de la capacidad osmorregulatoria Fortalecer estado sanitario Potenciar consumos post transferencia (SFR)	6 semanas previo a la transferencia al mar. Considerar uso de dieta post transferencia por 6 semanas con posterioridad al ingreso a mar

Tabla 4. Tipos de dietas, objetivos y regimen de uso según etapa productiva del salmón del Atlántico.

2.5.1. Estrategia de uso de dietas en agua dulce

Descripción: Se debe contar con una estrategia de uso de dietas definida previamente, que considere el objetivo de la piscicultura, como es la producción de ovas, alevines o smolt y los distintos desafíos productivos, biológicos, ambientales y operacionales detectados en ella. A partir de estos, se debe definir la solución nutricional y el tiempo de uso de las dietas, con las cuales se quiere lograr el objetivo final. Se debe contar con un plan de acción que permita generar un cambio en la estrategia de alimentación y tipo de alimento cuando se detecten desviaciones de lo planificado inicialmente.

Fundamento: La planificación estratégica de dietas ayuda a conseguir óptimos resultados productivos. Esto se logra identificando desafíos tales como los que ocurren en el manejo de los peces durante la primera alimentación, graduación, selección, vacunación, baños, o cuando hay diminución de la calidad del agua o presencia de patógenos u otros estresores medioambientales. Los distintos objetivos de las soluciones nutricionales disponibles por los proveedores de alimento, deben estar dirigidos a entregar el soporte necesario para enfrentar adecuadamente los desafíos anteriormente mencionados.

Recomendación: Cumplimiento de los siguientes puntos:

Uso de dietas correspondientes a la etapa de cultivo para las que fueron formuladas.

Uso de líneas de dietas de acuerdo al sistema productivo. En sistemas de recirculación, se deben utilizar dietas diseñadas específicamente para ello. Se recomienda el uso de este tipo de dietas en sistemas de flujo abierto con regímenes térmicos fríos o unidades de cultivo con baja altura útil de agua, ya que estas líneas deben considerar no sólo mantener una buena calidad de agua, sino que deben presentar velocidad de hundimiento lento.

Uso de dietas funcionales de acuerdo a la recomendación del proveedor de alimento previo a condiciones de mayor riesgo, como manejos en general, vacunaciones y aumento del riesgo de brotes de enfermedades infecciosas (ver sección 4.1.5)

Evaluación: La estrategia de uso de dietas debe ser auditada en forma periódica. Esto implica verificar el tiempo de uso recomendado por el proveedor de alimento, el uso de calibre adecuado, el resultado productivo de consumo (SFR), crecimiento (SGR), eficiencia de conversión (FCR) y mortalidad total de peces (% mortalidad). Dada la gran cantidad de manejos en la etapa de agua dulce, se recomienda realizar evaluaciones mensuales y activar el plan de acción ante desviaciones acordado en el diseño inicial de la estrategia de uso de dietas.

2.5.2. Cantidad de alimento a entregar

Descripción: El crecimiento del pez está condicionado a la entrega de todos los nutrientes esenciales y energía requerida para sus procesos biológicos, donde la tasa máxima de crecimiento se obtiene al alimentar los peces a saciedad.

Fundamento: Una reducción en la disponibilidad de alimento o restricciones en la ración, generan un aumento en la dispersión, debido a que comienzan a manifestarse jerarquías sociales dentro del grupo. Por otro lado, el suministro de una cantidad inadecuada del alimento, ya sea por carencia o por exceso, genera una reducción en la eficiencia de conversión del alimento.

Para optimizar la cantidad de alimento a entregar, los productores utilizan referencias proporcionadas por las empresas productoras de alimento.

Recomendación: Utilizar los modelos entregados por las empresas productoras o empresas proveedoras de alimento. Se sugiere alcanzar los siguientes cumplimientos de la referencia para consumo (SFR) y crecimiento (SGR):

Reproductor: Modelos reproductores SFR y SGR 100% (FCR 1.0 a 1.5)
Primera alimentación: Modelo agua dulce SFR y SGR 100% (FCR 0.7 a 0.8)
Alevinaje: Modelo agua dulce SFR y SGR 90% a 100% (FCR 0.8 a 1.0)
Esmoltificación: Modelo agua dulce SFR y SGR 80% a 100% (FCR 1.0 a 1.1)

2.5.3. Uso adecuado de calibres

Recomendación: La definición del calibre óptimo a entregar debe seguir la recomendación de los proveedores de alimento, los cuales han realizado pruebas de desempeño en relación al peso mínimo o promedio en la que se encuentran los peces. En la tabla 5, se muestra la recomendación en relación al peso del pez (g) y el tamaño de la partícula de alimento (mm).

Peso cuerpo del pez (g)	Diámetro de la partícula (mm)
< 0.3	0.3
0.3 – 0.8	0.5
0.8 – 1.5	0.8
1.5 – 5	1 – 1.2
5 – 10	1.5 – 1.8
10 – 30	2
30 – 100	3
100 – 250	4
500 – 1000	6
2000 – 3000	9

> 3000	12

Tabla 5. Diámetro de partícula de alimento (mm) recomendada para la alimentación en salmónidos, en relación al peso del pez (g). Fuente: Datos compilados de compañías de alimento comerciales

2.5.4. Control de pérdidas

Descripción: Independiente del sistema de entrega de alimento, éste debe tener un método de control del alimento que efectivamente es consumido por los peces, y de la fracción de alimento que no es consumida, la que se pierde al ser arrastrada por el flujo de agua hacia el fondo del estanque y posteriormente hacia el desagüe. Se debe contar con métodos o sistemas que permitan determinar si el alimento está siendo consumido o no.

Fundamento: La alimentación tiene como objetivo entregar la cantidad de alimento adecuado para satisfacer las necesidades fisiológicas de los peces, mimimizando las pérdidas de alimento no consumido. Monitorear si el alimento entregado está siendo consumido total o parcialmente, permite saber si la cantidad o la frecuencia de alimentación es la adecuada, lo que a su vez permite detectar si es necesario ajustar la ración y/o la tasa de alimentación (aumentar o disminuir). De esta modo, se optimizará el crecimiento de los peces, y el factor de conversión será más eficiente.

Minimizar las pérdidas por alimento no consumido permite evitar una disminución de la calidad del ambiente de cultivo, como consecuencia del aumento de materia orgánica depositada en las unidades de producción.

Recomendación: Cada piscicultura deberá tener un método de control de pérdida del alimento adecuadamente descrito y acorde a las características de las instalaciones de cultivo, el cual deberá incluir acciones correctivas de acuerdo a los resultados obtenidos de la alimentación. Deberá existir un registro periódico de cada control, que genere una acción correctiva.

2.5.5. Distribución alimento en unidad de cultivo

Descripción: El consumo de alimento en el estanque está condicionado por la disponibilidad y acceso al mismo por parte de todos los peces, a su vez que el acceso al alimento está relacionado a la forma de entrega y su distribución en el estanque.
La distribución del alimento en el estanque se refiere al espacio que es cubierto por el alimento cada vez que es entregado, tomando en cuenta tanto el área superficial como la altura de la columna de agua.

Fundamento: Una entrega de alimento en un área reducida puede provocar que individuos altamente competitivos monopolicen el lugar de alimentación y supriman el consumo de sus pares menos competitivos.
Dispersar el alimento sobre una proporción amplia del volumen de la unidad de cultivo permite disminuir la competencia, por lo tanto, se reduce el problema de la distribución desigual entre individuos.
El objetivo, es lograr una distribución homogénea del alimento en todo el estanque, evitando generar zonas sin acceso a alimentación o "áreas muertas", asegurando que toda la población tenga acceso a alimento en la columna de agua.

Recomendación: Para estanques circulares, se puede estimar el porcentaje del área del estanque cubierto de acuerdo al tipo de alimentador.

El cálculo de área cubierta por alimentadores estacionarios, aplica para los siguientes tipos:

- Disco (disc feeder)
- Cilindro rotatorio
- Tornillo sin fin (tipo Betten)

1. Cálculo del % área cubierta con alimentadores estacionarios

Se cálcula el % de área del estanque cubierta por el alimento con la fórmula:

% Área cubierta = (Distancia cubierta por el alimento)/(Perímetro del estanque) x 100

Donde:
Distancia cubierta por el alimento = (Número de alimentadores) x (Altura columna agua m) x (Tiempo de hundimiento del alimento seg/m) x (Velocidad de la corriente m/seg)

Perímetro del estanque = perímetro del estanque en metros

(*) (1 tornillo sin fin equivale a 2 alimentadores)

Ejemplo:

Número alimentadores: 2
Altura columna de agua: 1,5 m
Tiempo hundimiento del alimento: 20 seg/m
Velocidad de la corriente: 0,22 m/seg
Perímetro del estanque: 16 m

Entonces:
Distancia cubierta por el alimento: 2 x 1,5 m x 20 seg/m x 0,22 m/seg = 13,2 m

Por lo tanto:

% Área cubierta = (13,2 m) / (16 m) x 100 = 82,5%

2. Cálculo del área cubierta con alimentadores tipo spreader

El % del área del estanque cubierta por el alimento se calcula con regla de 3:

Radio total del estanque = 100%
Radio cubierto por el alimento con spreader = x%

Ejemplo:
Radio total del estanque = 5 m = 100%
Radio cubierto por el alimento: 3 m = x%

Por lo tanto

% área cubierta por el alimento = 3/5 x 100 = 60%

2.6. PRODUCCIÓN, EVALUACIÓN DE CALIDAD Y TRASLADO DE SMOLT A CENTROS DE MAR

Descripción: Los smolts son peces preparados para vivir en el agua de mar, y se obtienen como resultado final de la etapa de producción en agua dulce. Además, son la principal materia prima de la etapa de producción en mar. La esmoltificación es el proceso más relevante del cultivo, en el cual los peces de las pisciculturas se preparan fisiológicamente para su ingreso al mar.

Fundamento: El proceso de esmoltificación es un proceso complejo en el cual los peces se ven sujetos a cambios en su fisiología, los que le permitirán adaptarse a las condiciones de vida en ambiente marino. Si la esmoltificación es correcta y homogénea en la población, el desempeño expresado por el lote de peces (también denominado origen o grupo) en las primeras etapas de su desarrollo, marcará la ruta a seguir durante el proceso de engorda, en el cual se deberá expresar el máximo potencial de crecimiento de cada grupo de cultivo. La calidad del smolt se ve afectada, entre otros factores, por las condiciones de cultivo previo en agua dulce, además de manejos tales como traslados de los peces, selecciones, vacunaciones, entre otros. Es fundamental que las pisciculturas tengan un óptimo estado sanitario y de calidad del agua, en particular, previo al traslado de los smolt a la etapa de engorda, ya que de este dependerá gran parte el éxito de la producción. Las condiciones de producción a la que son sometidos los peces durante todo el ciclo de producción en agua

dulce, y sobre todo durante el proceso de esmoltificación, tienen un impacto en el desempeño de los peces y son relevantes para lograr un adecuado proceso de cambio fisiológico, que garantice una rápida adaptación a la vida en ambiente marino.

Recomendación: Registro de indicadores como categoría de smolt (S0, S1, S2), tiempo de trasferencia expresado en UTA, número de inmunizaciones, antígenos aplicados y periodo de desarrollo inmunitario en UTA, registro sanitario, rendimiento del lote productivo, peso de despacho, coeficiente de variación del peso, factor de condición, canal de selección, valores de ATPasa (ascendente), régimen de fotoperíodo, y todos los antecedentes que sean relevantes a considerar (ejemplo diferentes histo-score). Mayores referencias en anexo 7.3.

2.6.1. Seguimiento ATPasa

Descripción: Uno de los cambios cuantificables que se generan en los peces durante el proceso de esmoltificación, es el aumento en la cantidad y distribución de la enzima sodio-potasio ATPasa en la branquial. Rutinariamente, se realizan mediciones de esta enzima a una muestra de la población, en evaluaciones seriadas en el tiempo para evaluar la cantidad y su tendencia, asociadas a los fotoperiodos utilizados durante el cultivo en agua dulce.

Fundamento: Es necesario identificar en forma precisa y oportuna cuando un pez se ha transformado en un smolt, para transferir con éxito a los peces preparados para el ambiente marino.

La esmoltificación involucra una serie de cambios de tipo morfológicos, fisiológicos y conductuales que son expresados debido a una sincronización interna (nerviosa y endocrina) y externa, cuyos factores determinantes son el fotoperiodo y la temperatura principalmente. En algunos casos y dependiendo de la cepa, la edad tambien puede ser un indicador.

El seguimiento periódico de los niveles de ATPasa permite evaluar en forma precisa el inicio del proceso y la duración de la esmoltificación. Es por ello que se recomienda comenzar el seguimiento al momento del ingreso de los peces durante su último verano, ya que, según la temperatura del agua dependerá a su vez la velocidad o rapidez con que se alcance la esmoltificación, y determinará el periodo disponible para realizar el traslado de los smolts al agua de mar.

Recomendación: Independiente de la técnica a usar, es necesario realizar al menos 3 muestreos de ATPasa para asegurar tendencia ascendente. Verificar niveles individuales de ATPasa al momento de traslado de los smolts al mar de minimo 14 ug/mg.

2.6.2. Peso Ingreso Smolt a centros de Mar

Descripción: el peso promedio de ingreso a un centro de mar, se determinará de acuerdo a muestreos de cada unidad de cultivo de agua dulce que sea destinada para el traslado. Los muestreos deberán ser de un mínimo de 200 ejemplares escogidos al azar y el peso será expresado en gramos.

Fundamento: el ingreso o siembra en centros de mar con peces de mayor peso es un factor determinante en el incremento de la sobrevivencia y adaptación de estos en el mar. Por otra parte, permite acortar el ciclo de engorda, así como también reducir la exposición de los peces frente a patógenos y parásitos presentes en el agua de mar.

Recomendación: Se recomienda ingresar peces con un peso promedio mínimo de 150 g y realizar análisis mensual y acumulados de porcentajes de mortalidad total y de peces desadaptados posterior al ingreso, además de factores productivos durante los primeros meses de engorda, tales como: PC, SGR, FCRb y FCRe.

Evaluación: para realizar una correcta evaluación de los parámetros productivos es necesario una correcta clasificación de la mortalidad, plan de muestreo de peso y análisis de la información de consumo de alimento en forma mensual y acumulados, los cuales serán contrastados con el plan inicial y con los objetivos del centro de cultivo.

2.6.3. Coeficiente de variación del peso de ingreso a mar

Descripción: Se refiere a la desviación de peso existente en una población. Se calcula dividiendo la desviación estándar, por el peso promedio y multiplicandolo por 100.

Fundamento: Uno de los procesos más importantes y que dependerá el desempeño posterior de los peces es la primera alimentación y adaptación posterior a la siembra en mar. A menor variación de peso en un lote de peces, menor es la competencia por alimento en el cardumen. Para obtener un buen coeficiente de variación (CV), es necesario realizar un proceso llamado selección, que consiste en separar los peces por tallas, para así obtener un CV lo más bajo posible.

Este proceso se realiza en etapas tempranas del cultivo (parr o juveniles) y previo a la vacunación, para así disminuir el estrés en el proceso fisiológico posterior, que es la esmoltificación.

Recomendación: variación de peso menor o igual a 18%.

2.6.4. Grasa peripilórica

Descripción: Se define como grasa peripilórica a la acumulación de grasa que rodea los ciegos pilóricos, y que juega un rol fundamental en la reserva de energía disponible para el pez. La mucosa de los ciegos pilóricos está provista de numerosos pliegues con glándulas secretoras de enzimas (lactasa, sacarasa, lipasa) que intervienen en la digestión de las grasas. Los ciegos pilóricos tienen un rol en la absorción de los alimentos, ya que amplian la superficie del tracto digestivo que está en contacto con el alimento.

Fundamento: El nivel de acumulación de grasa peripilórica se puede considerar como un indicador de la capacidad que puede tener un smolt post transferencia para hacer frente a periodos de tiempo en ayuno y que son inherentes al proceso de transferencia, tales como: el ayuno previo al traslado, ayuno durante el traslado y ayuno por estrés al ingresar al mar, debido al desafío del ambiente salino. Durante el primer mes posterior a la transferencia al mar, el pez es capaz de utilizar la reserva de grasa corporal para dar soporte al metabolismo.

Recomendación: El score de cantidad de grasa peripilórica en smolt muestra que los peces con mayor puntuación, son aquellos con mayor cantidad de depósito de grasa alrededor de los ciegos pilóricos (Anexo 7.1: Score de grasa peripilórica). Se recomienda como indicador, una puntuación igual o menor a 1 como valor promedio, en al menos 20 peces muestreados por unidad de origen (estanque) en agua dulce.

2.6.5. Traslado de smolt

Descripción: El transporte de smolts desde las pisciculturas hasta los centros de producción en el mar es considerada una actividad crítica y una de las más importantes. Para lograr un traslado adecuado es necesario manejar de la manera más óptima posible los ayunos, calidad del agua, tipo de transporte terrestre (tipos de estanques) y marítimos asociados al traslado de los peces.

Fundamento: El transporte de los peces involucra varias actividades (estresores): ayuno, carga, transporte y descarga. La manipulación y el transporte pueden iniciar una respuesta de estrés con consecuencias severas en los smolt.

El ayuno y la privación temporal del alimento debe efecturase para garantizar una buena calidad de agua durante el transporte, evitando la acumulación de posibles restos de material fecal, y/o vómitos que pueden llevar a una contaminación con desechos tóxicos en los estanques de traslado, afectando la salud y calidad de los smolts.

Recomendación: Ausencia total de contenido gastrointestinal en los peces de traslado. Esto se logra con ayuno total entre 48 y 72 horas previo al traslado, que a su vez depende de la temperatura e indirectamente involucra el tipo de centro de cultivo (RAS o FA).

2.6.6. Factores de éxito en el transporte de smolt

Descripción: Para obtener un buen resultado final de traslado de los smolt, se deben considerar y controlar varios aspectos, tales como actividades propias previas al traslado, el proceso de carga y descarga de los peces, la mantención de los parámetros de calidad del agua, el manejo del estrés, el control de transmisión de patógenos, el bienestar animal, la planificación en general, el uso de tecnologías, la fisiología del pez, etc.

Fundamento: Uno de los factores claves para un traslado exitoso, es comenzar con agua de buena calidad y mantener la calidad del agua durante el transporte. Los parámetros recomendados a evaluar y controlar durante el traslado de los smolt, y que pueden ser producidos o alterados por el metabolismo de los peces o que pueden alterar el metabolismo de estos, son presentados a continuación.

2.6.6.1. **Calidad de agua:** Se deben considerar parámetros que deben ser monitoreados y controlados antes y durante el proceso de trasporte de los peces.

2.6.6.2. **Oxígeno:** Es fundamental mantener los niveles de oxígeno en un rango óptimo, tanto la condición de hipoxia e hiperoxia tienen un efecto negativo sobre el smolt. La sobresaturación es tóxica para los peces, afectando la actividad enzimática.

Recomendación: Los niveles recomendados para transporte se encuentran entre 90% - 110% de saturación de O_2.

2.6.6.3. **Temperatura:** Este parámetro influye directamente sobre la tasa de respiración y sobre la solubilidad del oxígeno en el agua (se recomienda <12 °C). En cuanto a los traslados de peces, la diferencia de temperatura entre el origen (piscicultura) y la temperatura de destino (centro de cultivo) debe ser la menor posible. Si esta diferencia es muy elevada, se recomienda realizar aclimatación de los peces en la piscicultura de origen, hasta llegar a los niveles deseados o a un diferencial adecuado.

La operación de aclimatación se realiza incorporando agua fresca o de la línea de alimentación de la piscicultura según corresponda, al estanque que

transporta los peces, que a su vez evacua el exceso hasta alcanzar la temperatura deseada. Es decir la temperatura de destino o estanque receptor debe estar alrededor de ± 3°C, con respecto a la temperatura del estanque del camión.

Recomendación: No superar los 3 °C de diferencia entre estanques de origen y destino.

2.6.6.4. **CO_2:** Este gas es altamente soluble en el agua y su concentración depende del pH del agua. La alta concentración de CO_2 acidifica el medio. Existe una correlación de niveles altos de CO_2 y el desempeño de los smolt en la fase de agua de mar. La acumulación de CO_2 puede producir peligrosas variaciones de pH. En altas concentraciones, es tóxico para los smolt, causando problemas como la alteración de la frecuencia respiratoria y el incremento del hematocrito.

Los efectos de exposición a concentraciones elevadas de CO_2 se ven en el aumento del riesgo de nefrocalcinosis, la alteración del crecimiento, y en algunos casos la posibilidad de causar la muerte.

Recomendación: $\leq$ 12 mg/l CO_2

2.6.6.5. **pH:** Se recomiendan valores de 7 en la escala de pH. Variaciones del pH pueden producir irritación sobre el tejido epitelial, afectando el intercambio gaseoso. Este parámetro entrega información como indicador indirecto de la concentración de CO_2. Un pH controlado facilita el equilibrio químico del amoniaco en sus formas ionizadas y no-ionizadas (recomendado pH 6.5 - 7).

Recomendación: pH 6.5 – 7.0

2.6.6.6. **Densidad:** La carga de camiones, debe cumplir con las siguientes densidades, a modo de asegurar un adecuado traslado de peces. Las densidades máximas a cargar en camión estándar (estanque de fibra de vidrio, sin sistema de recirculación) y barcos, deberán asegurar el bienestar de los peces.

Recomendación:
A temperaturas del agua <12°C, transportar hasta 60 kg/m^3
Entre 12°C y 17°C transportar en promedio 55 kg/m^3
A temperaturas >18°C, no transportar más de 50 kg/m^3

Estas recomendaciones son referenciales para traslado tradicional, ya que finalmente dependerán de la condición sanitaria, peso de los peces, robustez de los peces y la distancia a recorrer.

2.6.6.7. **Mortalidad post-traslado y seguimiento de los peces**: La mortalidad posterior al traslado puede estar influenciada por varios factores, como fallas o alteraciones en la esmoltificación, presencia de agentes infecciosos, problemas asociados al traslado (toxicidad o falla en la entrega del oxígeno), etc.

Se recomienda monitorear de manera minuciosa, evaluando las causas de mortalidad día a día.

Recomendación: < 0 = 1% de mortalidad, dentro de los primeros 30 días post-transferencia.

2.6.6.8. **Fisiología de la especie:** Se debe tener en cuenta los aspectos críticos que están involucrados en el trasporte, desde el punto de vista de la fisiología del organismo.

Uno de los conceptos fisiológicos que está involucrado en el transporte de smolt, es el de homeostasis, que se refiere a la capacidad de mantener el equilibrio fisiológico interno del pez. Esto es de suma importancia, debido a la relevancia que tiene en el resultado final relacionado con la calidad y condición fisiológica del organismo que está siendo trasladado al medio marino. La calidad y condición fisológica del smolt pueden ser influenciadas significativamente por los manejos que se realicen durante todo el proceso de traslado de los peces.

Para alcanzar esta condición fisiológica óptima, es necesario conjugar de manera óptima las condiciones internas y externas necesarias del organismo, considerando los siguientes aspectos:

2.6.6.8.1. **Estrés:** Bajo condiciones de cultivo, el equilibrio interno del smolt se ve afectado por factores tales como: alta densidad, manejos generales, carga y descarga, ayuno, alteración de parámetros en calidad del agua, etc. Para compensar, el smolt activa mecanismos que permiten volver al equilibrio fisiológico, dependiendo de la intensidad de estos estímulos externos estresantes. Si el smolt no puede mantener su equilibrio interno, el estrés se traducirá en un retardo en el crecimiento y en la aclimatación al medioambiente marino al cual será expuesto, además de causar disminución de la respuesta del sistema inmune.

2.6.6.8.2. **Bienestar animal:** Se refiere al estado en que se encuentra el smolt en relación con sus intentos por controlar su medio ambiente. El bienestar animal se relaciona con el uso de buenas prácticas de manejo.

2.6.6.8.3. **Robustez:** La robustez en los smolt se refiere al fortalecimiento del sistema cardiovascular y a un mejor desarrollo, los que se logran cuando son sometidos a un entrenamiento físico aeróbico en condiciones óptimas antes de ser trasladados al mar, lo que se asocia a una mayor resistencia a las enfermedades.

2.6.7. Gestión del trasporte

Definición: En la gestión del transporte se debe considerar integrar el uso de tecnologías para lograr el equilibrio entre el medio acuático que contiene el smolt y el estado fisiológico de éste al momento del traslado.

Planificación: La planificación del traslado empieza por determinar el número de peces que cumplen adecuadamente las especificaciones y requerimientos de los clientes (cliente interno puede ser otro centro de la misma compañía). Una planificación adecuada es factor clave para mantener el bienestar de los peces durante el transporte. Los preparativos, la duración y el itinerario vendrán determinados por el objetivo final del transporte y la fase del cultivo que corresponda a continuación.

Antes de iniciar el transporte se elaborarán planes para:

a) Preparar la biomasa para el traslado.
b) Determinar el tipo de camión y barco a utilizar, y material de transporte necesarios.
c) Itinerario, integrando factores como la distancia y las condiciones meteorológicas y/o marítimas previstas.
d) Duración del transporte.
e) Cuidado de los peces durante el transporte.
f) Procedimientos de respuesta ante situaciones de emergencia o desvíos detectados, para resguardar el bienestar de los peces.
g) Evaluar el nivel necesario de seguridad biológica, por ejemplo, métodos de limpieza y desinfección de los medios de transporte, lugares seguros para el cambio de agua o tratamiento del agua de transporte.
h) Evaluar necesidades especiales para mantener y controlar la calidad de agua según la duración del transporte.

i) Bioseguridad: conjunto de medidas “preventivas” que tienen como objetivo proteger el estado sanitario de los smolt, con el objetivo de evitar la introducción, proliferación y propagación de patógenos. Involucra los procesos de desinfección de las instalaciones y equipos antes y después del proceso de trasporte, utilizando principalmente agentes químicos, junto con la desinfección de los afluentes y efluentes durante el traslado marítimo de los smolt.
j) Capacitación: es importante tener un buen nivel de capacitación en temas relacionados con el trasporte de smolt, de tal forma de obtener las competencias necesarias en quienes estén encargados de estas operaciones, para lograr los objetivos establecidos.

2.6.8. Carga de peces

Para no causar estrés o lesiones a los peces de modo innecesario, se deben considerar los siguientes aspectos al momento de la carga:

a) La operación debe ser realizada y supervisada por personal técnico capacitado.
b) Realizar un procedimiento cuidadoso de agrupación en un estanque o jaula antes de la carga de los peces para ser bombeados a los estanques del camión.
c) Evaluar eventuales deficiencias del estado del material a utilizar en la carga (redes, bombas, tuberías y accesorios), como por ejemplo identificación de ángulos cortantes o protuberancias.
d) En algunas ocasiones, los peces deberán pasar por una fase de aclimatación cuando haya probabilidades de que la temperatura (o algún otro parámetro) de las aguas de transporte vaya a diferir significativamente. Es muy importante conocer las características del agua que será utilizada durante el trasporte, ya que, de acuerdo a su origen (pozo, río, lago, etc.) sus parámetros o características de calidad serán distintas.
e) La densidad de los peces no debe exceder el límite recomendado.
f) Se debe llevar un registro de todas las acciones y manejos que estén involucrados en el proceso de carga.

2.6.9. Transporte terrestre

En el trasporte terrestre de smolt se utilizan camiones especialmente equipados con estanques de fibra de vidrio (PRF) y también se utilizan camiones con estanques de acero inoxidable. En estos estanques se utiliza al menos un sistema de inyección de oxígeno, que desde una batería de cilindros incorpora oxígeno al agua a través de difusores. Los sistemas

mejor preparados controlan y monitorean este parámetro, junto con controlar el nivel de CO_2 y la temperatura.

Los camiones tradicionales tienen entre 3 a 9 estanques de fibra de vidrio (camión y carro) de 3 m^3 cada uno para el transporte, con una disponibilidad de volumen de agua entre 9 a 27 m^3.

A través de los años, se han ido implementando sistemas más modernos, como camiones con estanques de acero inoxidable. Estos sistemas de transporte incorporan tecnologías de monitoreo y control de parámetros, ofreciendo ventajas sobre los camiones tradicionales, ya que cuentan con sistemas computacionales de control y ajuste continuo.

Algunas actividades asociadas al traslado de smolt son:

a) **Gestión del traslado**: Al planificar la producción de smolt, se tiene por defecto la fecha aproximada de las siembras. La fecha final se va ajustando a medida que se va avanzando en el proceso de producción de los smolt. Al entrar los peces a la fase de verano, se corroboran las fechas de traslado (para la coordinación de los ayunos) y del transporte terrestre, utilizando camiones especialmente equipados, y luego barcos de transferencia desde el puerto hasta el centro de engorda, coordinando con el centro de destino. Adicionalmente a la gestión del traslado, se efectúa un manejo de graduación de peces para manejar la dispersión de la biomasa, de acuerdo con la estrategia de la empresa.

b) **Preparación de la biomasa**: Antes del transporte terrestre y/o marítimo, se privará de alimento a los peces (ayuno), teniendo en cuenta la especie de los peces, la temperatura y el tiempo de traslado. Se deberá evaluar la capacidad de los peces para soportar el estrés del transporte, considerando su estado sanitario, los manejos previos y operaciones de transporte recientes. Por lo general, sólo deberán cargarse los peces óptimos y aptos para el transporte. El ayuno de la biomasa se realiza dependiendo de la estrategia de producción de la empresa, el tiempo de duración del traslado y las condiciones de cultivo, el que puede ser de entre uno y dos días. Este tiempo depende del tamaño del pez y de la temperatura del agua (peces de mayor tamaño y temperaturas más bajas pueden requerir de periodos de ayuno más largos). Es importante no prolongar demasiado el ayuno, sobretodo si el transporte es de larga duración y durante éste se usa un sistema de recirculación de agua. El transporte prolongado causará que los peces comiencen a consumir sus propias proteínas para producir energía para su metabolismo. Cuando esto sucede, aumenta la producción de NH_3/ NH_4^+ (amoniaco/amonio), el cual en altas concentraciones, es tóxico para los peces.

2.6.10. Tecnologías de transporte

a) Ingeniería de estanques: Se utilizan en general dos tipos de estanque para el trasporte de smolt. Estanque de fibra de vidrio (PRF) de 3 m^3 y estanques de acero inoxidable de 3 a 9 m^3, los cuales tienen divisiones internas. Ambos sistemas alcanzan un volumen total de traslado por camión de 27 m^3.
b) Máquinas y equipos: Los sistemas más eficientes poseen sistemas de monitoreo de temperatura, oxígeno, nitritos, CO_2, NH_3, pH, de los cuales el oxígeno es controlado automáticamente por un sistema electrónico.

En el caso del CO_2, se utilizan sistemas de aireación (blower) que permiten liberar este gas.

Se deben tener y mantener equipos portátiles que permitan monitorear en forma manual estos parámetros, como manejo preventivo y para la detección de desviaciones de alguno de ellos de su rango recomendado.

La gestión del traslado debe considerar mantener equipos calibrados para obtener mediciones de los parámetros a tiempo real.

2.6.11. Trasporte de smolt

Durante el transporte se deben realizar inspecciones periódicas para comprobar que se mantienen las condiciones de bienestar animal, controlando los parámetros de calidad de agua y realizando los ajustes oportunos ante desvíos, para evitar estrés en los peces.

Se debe llevar un registro de las mediciones de oxígeno y temperatura del agua a través de una tabla estandarizada como se muestra en el anexo 7.8.

Si en el viaje es necesario efectuar algún manejo, éste deberá ser realizado con el mínimo de movimientos bruscos posibles, para evitar estrés o lesiones en los peces.

2.6.12. Descarga de smolt al barco

Descripción: Los principios de manipulación apropiada de los peces durante la carga, aplican igualmente a las operaciones de descarga.

Tras la llegada de los peces a su destino en el puerto, se debe proceder a descargarlos lo antes posible, utilizando el tiempo necesario para comprobar que el procedimiento de descarga no les resulta dañino.

Fundamento: Se debe verificar que la calidad y los parámetros del agua en el barco sean adecuados. Para esto se realizan mediciones de temperatura, oxígeno y CO_2 a través de

equipos portátiles. De la misma forma, se debe verificar el correcto funcionamiento de los equipos del barco antes del ingreso de los smolt.

Recomendación: Las actividades de descarga deben ser registradas en la planilla de traslado. Se recomienda que la diferencia de altura de descarga al wellboat, no sea mayor a 4 m.

2.6.13. Requerimientos mínimos para una óptima recepción en mar

Descripción: Durante la producción de los smolt se deben gestionar aspectos ambientales, administrativos, normativos y operacionales, que aseguren el cumplimiento de los planes de producción, con el fin de obtener los parámetros recomendados para ATPasa, CV, PDI y score de grasa peripilórica.

Fundamento: Para mantener la calidad de los smolt y permitir que demuestren un desempeño adecuado posterior a la transferencia al mar, es necesario contar con una planificación estratégica que garantice las condiciones apropiadas para que el proceso de adaptación sea exitoso. Lo anterior se enfoca en lograr que la alimentación posterior al ingreso al mar sea adecuada, que comience lo antes posible, así como evitar cualquier factor estresante que pueda afectarla.

Recomendación: Los indicadores y requerimientos necesarios a cumplir en el centro de cultivo para la óptima recepción de los peces en el mar, se presentan en la tabla 6.

INDICADOR	REQUERIMIENTO
2.5.19.1. Estado INFA (Muestreo y evaluación de agua y, sedimentos en centros de cultivo)	Aeróbica
2.5.19.2. Declaración de estructura en SIFA (**Sistema de Información para la Fiscalización de Acuicultura)**	Declarado: balsa/jaula, peceras, coordenadas de posicionamiento
2.5.19.3. Ficha Declaración doble densidad o final	Plan de siembra (N° smolt)
2.5.19.4. Intensión de Siembra	Declarado y/o aprobado

2.5.19.5. Estatus centro operativo (centro llave en mano) Para obtener un buen desempeño del smolt, el centro debe encuentrarse 100% operativo, al momento del ingreso de los peces	30 días antes de la siembra, el centro debe contar con el personal, sistema de alimentación operativo y sin faenas de servicios trabajando

Tabla 6. Requerimientos necesarios a cumplir por el centro de cultivo para la óptima recepción de los peces en el mar.

3.PRODUCCIÓN EN ETAPA DE AGUA DE MAR

3.1. DIETAS Y ALIMENTACIÓN

3.1.1. Utilización de dietas de transferencia

Descripción: El uso de dietas comerciales permite potenciar el desempeño de los peces antes, durante y posterior a la transferencia de los smolt al agua de mar, de manera de otorgarles el mejor comienzo en la etapa de pre-engorda. Estas dietas han demostrado maximizar el desempeño de los smolt al generar un rápido y temprano consumo de alimento, reduciendo el número de días de adaptación al ambiente marino. Esto tiene como resultado la obtención de peces más grandes a la cosecha.

Fundamento: Las dietas de transferencia contienen ingredientes funcionales que apoyan los cambios fisiológicos asociados a una correcta smoltificación, y son clave para contrarrestar potenciales pérdidas de crecimiento en los smolt, producto de la disminución del consumo de alimento que se observa posterior al ingreso al mar. Estas dietas deben ser utilizadas 6 semanas antes de la transferencia al mar, y luego continuar por 6 semanas posterior al traslado al mar. Posteriormente, se deben utilizar dietas comerciales que puedan potenciar el desempeño en la etapa de cultivo inmediatamente posterior a la transferencia de los peces.

Recomendación: Cumplimiento en el uso de la estrategia definida para el centro de cultivo a través de reportes de producción, obtenidos directamente del software de control de producción. Seguimiento de consumos, SFR%, dietas usadas, comparados con el modelo del proveedor de alimento. Elaboración de gráficas de consumo diario por jaula.

Evaluación: Se medirán los días que tarda cada unidad en alcanzar el SFR% para el peso y temperatura del modelo de crecimiento entregado por el proveedor de alimento, el cual debe ser proporcionado para cada centro de cultivo.

Dieta	Etapa	Duración
Dieta comercial formulada para proceso de smoltificación y pre transferencia	Agua dulce	6 semanas previo al traslado
Dieta comercial formulada para post transferencia	Agua de mar	6 semanas posterior al traslado

Tabla 7. Resumen de dietas de transferencia por etapa de cultivo y duración de los tratamientos, asociados al traslado de los smolt.

3.1.2. Utilización de dietas de alto desempeño

Descripción: Se utilizarán dietas de alto desempeño a lo largo del proceso de engorda, hasta la cosecha y posterior al término de entrega de dietas post transferencia. Para obtener un

desempeño productivo óptimo, se recomienda realizar el cambio de calibres diligentemente, ya que un cambio oportuno favorecerá el mejor desempeño.

Las estrategias de uso de dietas de alto desempeño comienzan una vez que los peces han estado consumiendo por lo menos por 6 semanas el alimento post transferencia en la etapa agua de mar, donde posteriormente se continúa con la dieta comercial que recomiende el proveedor, acorde al cumplimiento del plan del centro.

Fundamento: En general en salmónidos y otras especies de peces, el alimento consumido es regulado por la cantidad de energía. Una vez satisfechos los requerimientos de energía y proteína digestible con la composición correcta de aminoácidos, el aumento de la cantidad de ambos en el alimento resultará en un menor factor de conversión (Figura 3) y SGR (Figura 4). Existe una relación lineal inversa entre energía digestible en el alimento y el factor de conversión. (Figura 3).

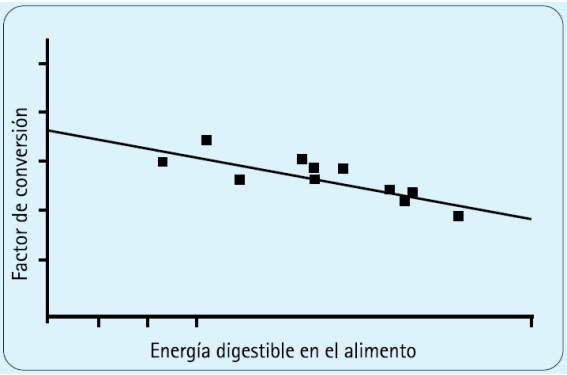


Figura 3. Relación entre energía digestible en el alimento y el FCR.

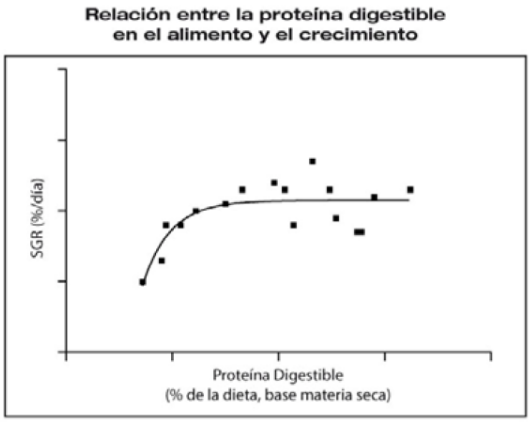


Figura 4. Relación entre proteína digestible como porcentaje de la dieta, base materia seca y el SGR porcentual por día.

Adicionalmente a esta reducción de factor de conversión, las dietas de alto desempeño generan mayor crecimiento en los peces, disminuyendo el tiempo de engorda. Estas dietas son formuladas con un mayor aporte de energía, a través de un preciso y óptimo balance

entre los aportes de proteínas y lípidos, entregando los requerimientos adicionales necesarios para que estos peces puedan expresar su potencial de crecimiento.

Una vez alcanzados los 800g de peso, se debe comenzar el uso de dietas que posean un mayor contenido proteico y una alta concentración energética (de acuerdo a la recomendación del proveedor de alimento), teniendo en cuenta el mayor requerimiento de estos peces. El uso de las dietas de alto desempeño reduce el factor de conversión, mejora el crecimiento y por lo tanto disminuye el tiempo de cultivo, aumentando el nivel de grasa y omega-3 en el filete, y por consiguiente, el rendimiento del filete.

Recomendación: Cumplir el plan productivo de cada centro en cada compañía. Revisión periódica de indicadores productivos (FCR, SGR, SFR) y del cumplimiento de la estrategia establecida a través de reportes obtenidos desde el sistema de control de producción de la empresa con chequeos en el centro, cruzado con información de despachos del proveedor. Seguimiento detallado sobre los cambios de calibre, SFR y estrategias de entrega (TEA).

Evaluación: Se efectuará un análisis jaula a jaula para evaluar el comportamiento mensual de los peces y verificar que se estén cumpliendo los consumos esperados, y que estos consumos reflejen el crecimiento según una conversión acorde al peso.

3.2. ESTRATEGIA DE ALIMENTACIÓN

3.2.1. Saciedad

Descripción: La saciedad es la percepción que alcanza el organismo del pez al no tener necesidad inmediata de ingerir alimentos, se trata de una respuesta homeostática dirigida a restablecer el equilibrio en cuanto la demanda de nutrientes queda satisfecha, siendo un proceso activo que necesita de un compromiso neuronal complejo y que desencadena finalmente la inhibición de la conducta de ingesta. Es fundamental contar con una estrategia de alimentación que contribuya a la maximización de los indicadores productivos, acortando los ciclos productivos, reduciendo el riesgo sanitario y generando robustez en los peces. En este sentido, una política de entrega a saciedad proporciona la maximización de estos atributos.

Fundamento: Lograr saciedad es la vía para alcanzar los objetivos planteados anteriormente. Esta estrategia de alimentación garantiza la obtención de mayor crecimiento y mejor conversión de alimento. Por eso se debe procurar entregar el alimento a saciedad a lo largo de todo el ciclo de producción. No obstante, para todo pez existe una

relación óptima entre crecimiento y conversión, que puede ser obtenida a un tamaño de ración óptima tal como se muestra en la siguiente figura.

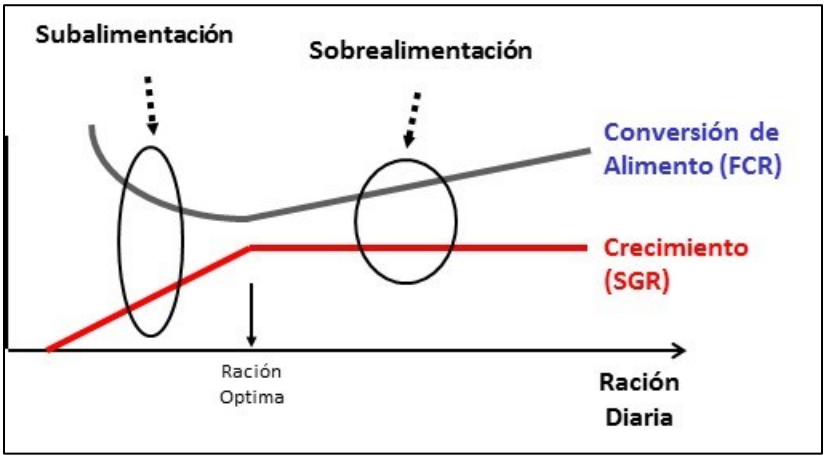


Figura 5. Esquema de ración optima de alimentación diaria y su relación con FCR y SGR.

La saciedad de cada jaula debe ser analizada durante el cultivo, de tal forma de ir determinando los aspectos y condiciones que describan de mejor manera la saciedad en la población, y así, optimizar el control de la alimentación, la conversión y el crecimiento.

Si bien la saciedad es una condición subjetiva que dependerá del criterio de cada alimentador, esta se relaciona con el tamaño de ración óptima. Esta relación dependerá de la adecuada interpretación del comportamiento del cardumen durante cada proceso de alimentación y de los análisis indirectos de desempeño, que deben realizarse en base a la información recopilada durante el cultivo, la especie, cepa, el conocimiento específico del potencial de crecimiento y conversión de la(s) dieta(s) consumidas, el factor de condición (K), el historial sanitario y las condiciones ambientales del sitio, entre otras variables.

La interpretación del comportamiento del cardumen como control de la alimentación se basa en la observación de la apetencia y actividad de los peces de forma superficial directamente en las unidades de cultivo, vía remota por medio de cámaras submarinas, o por ambas. Se realiza advirtiendo el momento en que los peces dejan paulatinamente de alimentarse masivamente cerca de la superficie, e inician un descenso en la columna de agua como señal de saciedad. Durante este proceso, la tasa de alimentación (velocidad de entrega de alimento por unidad de biomasa o pez) juega un rol muy importante, ya que puede ir ajustándose y disminuyendo, para maximizar la ración de entrega sin sobrepasar la demanda de alimento de un momento en particular, evitando así pérdidas de alimento. El diseño e implementación de la estrategia de entrega de alimento, debe ser planificada rigurosamente por el alimentador cada día, ocasión en la cual deberá considerar antecedentes históricos del centro de cultivo, dispersión, manejos, influencias ambientales existentes (como temperatura, luminosidad, corrientes, mareas, concentración de oxígeno, floración de algas nocivas (FAN), etc.), potencial de los peces para lograr la saciedad y

capacidad de los equipos remotos para evitar pérdidas de alimento registrado por las cámaras submarinas y la ausencia de pellets no consumidos.

Recomendación: Los indicadores para lograr saciedad están relacionados con el cumplimiento del plan productivo inicial, de acuerdo a la estrategia definida para cada centro. Estos serán K, PC, SGR, PC, SGRc, FCRb y FCRe, todos analizados desde una perspectiva mensual, como también acumulados.

Evaluación: Para la correcta evaluación de este parámetro se necesita de una correcta implementación de un plan de muestreos de la población, y de análisis de información mensual de consumos de alimento y resultados mensuales, los cuales serán contrastados con el plan inicial y con los objetivos del centro. De esta forma, se verificará que todo el alimento que se entregue se transforme en biomasa, y se corregirá cualquier desviación que muestren los resultados a través de recomendaciones técnicas para optimizar el proceso de alimentación. Las evaluaciones de potencial de crecimiento y conversión en base a un modelo, son una buena referencia para ir controlando y validando de forma indirecta el desempeño de un centro de cultivo. Con ello, es posible evaluar el consumo diario (PC) de alimento, el crecimiento y conversión a través de una estrategia de muestreos periódicos (idealmente mensual).

3.2.2. Miniraciones o microraciones

Descripción: Se recomienda una estrategia de entrega de alimento, utilizando miniraciones o microraciones, en la medida que el centro cuente con los recursos humanos y tecnológicos mínimos para implementarla. Esta estrategia divide la entrega de alimento en múltiples raciones (o también llamadas “visitas”) al día, por medio del uso de un sistema automático en modalidad cíclica. Su principal atributo es que permite mantener una relación estrecha entre la oferta instantánea de pellets y la demanda instantánea (apetencia) en la columna de agua. De acuerdo al tamaño de las raciones es posible definir dos modalidades: las microraciones, cuando el tamaño de cada visita considera menos pellets que el número de peces en la jaula; y las miniraciones, en que la cantidad de pellets entregados es mayor al número de peces en la jaula. En base a estas definiciones, es muy importante tener en cuenta el calibre del alimento que se está entregando, la capacidad de entrega con que se cuenta, las horas luz disponibles y la dotación de personal alimentador, ya que con estas variables se podrá evaluar la mejor alternativa.

Fundamento: A través de estas estrategias se minimizan los eventos de pérdida de alimento, basando la interrupción de la alimentación en el comportamiento de los peces, más que en una señal del pellet propiamente tal, habilitando la oportunidad a alimentarse diariamente a una mayor proporción de peces, reduciendo con esto la variación en la población y contribuyendo de esta forma a generar robustez en los peces. El diseño de estas

estrategias dependerá de los factores indicados en el punto anterior, con especial importancia en la relación directa entre tasa de alimentación y tamaño de las visitas, ya que mientras mayor número de visitas se desee entregar en una misma cantidad de horas seguidas, se deberá aumentar la tasa de entrega, para compensar los tiempos muertos de cambio de jaulas de las selectoras.

Como referencia, se presentan dos tablas que presentan las variables de alimentación a considerar, al implementar miniraciones o microraciones en un centro de 20 jaulas con 4 líneas de alimentación, con un total de 7 horas de alimentación.

Microraciones

DATOS		**Calibre 4mm**		**Calibre 6mm**		**Calibre 9mm**		**Calibre 12mm**	
		Min.	**Máx.**	**Min.**	**Máx.**	**Min.**	**Máx.**	**Min.**	**Máx.**
Biomasa/jaula (kg)		5.760	12.000	12.000	38.400	38.400	120.000	120.000	240.000
Stock (nº/jaula)		48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000
Peso promedio (kg)		0,12	0,25	0,25	0,8	0,8	2,5	2,5	5
SFR		2,40%	1,92%	1,76%	1,50%	1,54%	0,89%	0,86%	0,54%
Tasa	PPM	2,7	50	0,39	8	0,37	1,1	0,25	0,34
Tamaño visita	Pellet/pez/visita	0,9		0,9		0,9		0,9	
Nº visitas		56	93	24	65	23	42	18	22
Kg alimento/visita		2,5	2,5	8,9	8,9	25,3	25,3	58,9	58,9
Tiempo total alimentación (h)		**7,0**	**9,3**	**7,0**	**7,0**	**7,0**	**7,0**	**7,0**	**7,0**

Tabla 8. Variables de alimentación y de la población de peces a considerar para la implementación de microraciones y cálculo del tiempo de alimentación.

Miniraciones

DATOS		**Calibre 4mm**		**Calibre 6mm**		**Calibre 9mm**		**Calibre 12mm**	
		Min.	**Máx.**	**Min.**	**Máx.**	**Min.**	**Máx.**	**Min.**	**Máx.**
Biomasa/jaula (kg)		5.760	12.000	12.000	38.400	38.400	120.000	120.000	240.000
Stock (nº/jaula)		48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000
Peso promedio (kg)		0,12	0,25	0,25	0,8	0,8	2,5	2,5	5
SFR		2,40%	1,92%	1,76%	1,50%	1,54%	0,89%	0,86%	0,54%
Tasa	PPM	1	2,4	0,3	1,18	0,3	0,62	0,21	0,28
Tamaño visita	Pellet/pez/visita	2		2		2		2	
Nº visitas		25	42	11	29	11	19	8	10
Kg alimento/visita		5,5	5,5	19,7	19,7	56,1	56,1	130,8	130,8
Tiempo total alimentación (h)		**7,0**	**7,0**	**7,0**	**7,0**	**7,0**	**7,0**	**7,0**	**7,0**

Tabla 9. Variables de alimentación y de la población de peces a considerar para la implementación de miniraciones y cálculo del tiempo de alimentación.

Para cada calibre de alimento se simulan los efectos de ambas estrategias en el rango mínimo y máximo de peso promedio, en función de un SFR objetivo (más un 20% como margen utilizado en la planificación). Como se puede apreciar, bajo determinados escenarios, la práctica de microraciones requiere aumentar bastante las tasas de entrega hasta rangos que podrían generar pérdidas de alimento, mientras que para miniraciones, este efecto es menor. La alternativa para minimizar este efecto, es extender las horas de alimentación (para bajar tasas) o contar con más líneas de alimentación que den una relación de cantidad de unidades por línea menor (capacidad de alimentar más unidades simultáneamente). Ambas medidas consideran desafíos adicionales tales como: contar con el recurso humano necesario para abordar jornadas extensas de monitoreo y contar con sistemas de monitoreo simultáneo, para poder seguir visualmente en las pantallas la alimentación de varias jaulas al mismo momento.

3.2.3. Raciones discretas

Descripción: Corresponde a una estrategia de entrega de alimento que considera entre una ración (monoración) a tres raciones al día, cuyo uso por lo general se ajusta bien para sortear condiciones ambientales desfavorables, como por ejemplo, corrientes fuertes, bajas de oxígeno, problemas sanitarios a través de la entrega de alimentos medicados, horas luz limitadas y/o limitada capacidad de entrega (líneas de alimentación) por unidad de cultivo (elevada relación de jaulas por línea). Esta estrategia tiene como característica la entrega de altas tasas de alimentación (kg/ton/min o Pellet/pez/min), lo cual permite reducir los tiempos de alimentación. Para el caso de centros de cultivo con corrientes estacionales fuertes y/o limitado equipamiento (relación jaulas/líneas elevadas), puede ser una muy buena opción para aprovechar las ventanas de tiempo para alimentar.

Fundamento: Durante la elección de la estrategia de alimentación, se debe considerar que los eventos de pérdidas de alimento por error humano debido a detecciones tardías de saciedad, ubicación errada de la cámara de monitoreo, o sencillamente por deriva de pellets, tienen un mayor impacto y probabilidad de ocurrencia al usar tasas altas de alimentación. Esto se debe a que la diferencia entre la oferta instantánea de pellets (tasa) y la demanda instantánea (apetencia) es mayor a medida que el cardumen va llegando a la saciedad, lo que hace a esta estrategia más sensible y dependiente de las capacidades y calidad del control.

Recomendación: Dependiendo de los recursos disponibles y las características de los equipos de cada centro, se establecerán los criterios base para la selección de estrategias de alimentación, las que considerarán las diferentes etapas de cultivo y eventos posibles,

según los argumentos anteriormente señalados. El cumplimiento de estos argumentos conformarán la recomendación apropiada para hacer seguimiento a las raciones discretas de alimento.

Evaluación: La evaluación será realizada a través de la auditoría del plan de alimentación directamente del software de alimentación, durante las visitas del personal técnico al centro de cultivo. Adicionalmente, se correlacionará la ejecución de este plan de alimentación con los principales indicadores productivos mensuales y acumulados. En base a esta evaluación y las condiciones propias del centro, se podrá proponer ajustes al plan de alimentación propuesto.

3.3. CONSIDERACIONES ESPECIALES EN LA DEFINICIÓN DEL PLAN DE ALIMENTACIÓN

3.3.1. Alimentación y corrientes

Descripción: Las corrientes están presentes en todos los centros de cultivo de engorda, y pueden ser de variada magnitud, dependiendo del sitio. Son una causa importante de pérdida de alimento y de ineficiencias durante el proceso de alimentación y de producción de peces.

Fundamento: Disminuir la pérdida de alimento.

Recomendación: El centro de cultivo debe contar con tecnología necesaria para medir corrientes, para poder tomar decisiones en relación a la alimentación. Se establecerá un criterio para alimentar considerando las corrientes del centro de cultivo. Sobre cierto umbral, se detendrá la alimentación o se tomarán resguardos necesarios para evitar la pérdida de alimento. El proveedor de alimento proporcionará herramientas de análisis y trabajará con el centro de cultivo en un plan de alimentación con corrientes, a través del cual se definirán criterios y el posicionamiento de los dispersores y cámaras de alimentación para su monitoreo.

Evaluación: Se utilizarán correntómetros, derivadores y la experiencia del personal del centro, para definir criterios de alimentación y la interrupción de esta.

3.3.2. Alimentación y oxígeno

Descripción: Es fundamental para los peces tener adecuados niveles de oxígeno durante el cultivo, ya que el oxígeno es un factor limitante del bienestar animal, del rendimiento productivo de los peces y del potecial que los centros pueden alcanzar. La disponibilidad de oxígeno en el agua puede variar hasta alcanzar valores límites para la alimentación y la sobrevida de los peces. Alimentar los peces durante bajas concentraciones de oxígeno puede tener como consecuencia malos rendimientos productivos (como bajos SFR, altos FCR), como también ocurrencia de mortalidades asociadas a peces alimentados durante episodios de bajas concentraciones de oxígeno.

Fundamento: Disminuir el riesgo de mortalidades y mal rendimiento productivo, asociado a la alimentación y las bajas concentraciones de oxígeno presentes en el agua.

Recomendación: Centros de cultivo con mayor riesgo o historial de bajas de oxígeno, deben contar con la tecnología necesaria para medir la concentración de oxígeno en el agua al interior de las jaulas de cultivo en forma continua, de forma tal de poder tomar decisiones en relación a la alimentación y su interrupción. Se establecerá por tanto un criterio para alimentar, considerando la concentración de oxígeno en miligramos por litro y saturación porcentual de oxígeno al interior de las jaulas de cultivo, donde, cerca de cierto límite predefinido, se detendrá la alimentación en forma inmediata.

Evaluación: Se utilizarán oxigenómetros con sondas de monitoreo permanente al interior de las jaulas de cultivo, y se definirá suspender la alimentación de forma inmediata en caso de que las concentraciones de oxígeno alcancen el umbral de 5,0 mg/l o 60% de saturación.

3.3.3. Alimentación y ayuno

Descripción: La práctica de ayunar los peces previamente a efectuar manejos rutinarios es común en los centros de cultivo, y se considera una medida necesaria para disminuir el riesgo de presentación de mortalidades o para disminuir los efectos adversos durante tratamientos y manipulaciones de los peces. Se considera una medida necesaria a implementar en presencia de eventos ambientales desfavorables, tales como presencia de micro algas nocivas en ciertas concentraciones, eventos climáticos como temporales, y bajas transparencias del agua, entre otras. El ayuno realizado previo al transporte de los peces, es una medida absolutamente necesaria para garantizar la seguridad y bienestar durante su traslado.

Fundamento: Preparar a los peces para tolerar mejor los diversos manejos que forman parte del proceso de cultivo, y evitar mortalidades que podrían presentarse frente a condiciones adversas en el medio ambiente, que resulten incompatibles con la alimentación de los peces.

Recomendación: El centro de cultivo debe tener un criterio de aplicación del ayuno, que contemple esta práctica previo a los diferentes manejos que forman parte del proceso de cultivo, y también en casos de condiciones ambientales adversas contraindicadas con la alimentación de los peces.

Manejos programados	**Ayuno previo**	**Ayuno posterior**
Tratamiento inyectable	48 h	12 h
Tratamiento inmersión (baños)	24 h	12 h
Traslado por cosecha	48 h	No Aplica
Manejo desdobles	24 h	12 h
Muestreo de peso	12 h	No Aplica
Cambios de red pecera	12 h	No Aplica

Tabla 10. Ayuno en centros de cultivo recomendados ante manejos programados.

Causales
1.- Presencia de algas nocivas en concentraciones cercanas a niveles críticos para los peces
2.- Transparencia de agua igual o inferior a 1 m de visibilidad (riesgo de pérdida de alimento)
3.- Presencia de condiciones climáticas (temporales) que impidan la adecuada dispersión de alimento o su monitoreo
4.- Eventual presencia de depredadores dentro de la unidad de cultivo (ej. lobos marinos)
5.- Niveles de oxígeno bajo los 5 mg/l o saturación < 60%

Tabla 11. Ayuno ante eventos ambientales o presencia de depredadores.

Evaluación: La evaluación será realizada a través de la auditoria a los registros del centro de cultivo en planilla de registro de información diaria.

3.3.4. Personal y el factor humano

Descripción: La experiencia, formación y un número adecuado de personal profesional y técnico en un centro de cultivo son factores clave para el cumplimiento de objetivos. Las estrategias planteadas transversalmente al centro de cultivo, deben tener relación directa y ser consistentes con las características del personal responsable. En particular, con foco

en la experiencia y formación del personal alimentador, considerando un número suficiente de personas dada la relevancia de esta tarea en el éxito del cultivo.

Recomendación: El indicador será el número y perfil de la dotación definida en función de un correcto análisis, que cumpla con lo anteriormente descrito de acuerdo a las características del centro, infraestructura, equipamiento, estrategias de alimentación y criterios definidos.

Evaluación: El cumplimiento constante de la recomendación, y el análisis de correlación con los principales parámetros productivos del ciclo.

3.3.5. Sistemas de alimentación

Descripción: Los sistemas de alimentación están compuestos por un conjunto de elementos y equipos como silos, dosificadores, tornillos, exclusas, sopladores, selectoras y tuberías de alimentación, los que son operados remotamente a través de un software centralizado, que permite programar y realizar la entrega del alimento de diferentes modos. Las características deseables de un sistema son: contar con la mayor cantidad de silos y líneas de alimentación, y la posibilidad de conectar cada silo con la mayor cantidad de líneas disponibles.

Fundamento: La versatilidad de un sistema de alimentación se entiende como la posibilidad que este tiene para implementar diferentes estrategias de alimentación posibles, especialmente aquellas requeridas frente a situaciones productivas particulares. Dicha versatilidad se traduce en la flexibilidad que presenta el sistema para administrar diferentes dietas y/o calibres a través de varios silos y líneas de alimentación. Con ello, se pueden implementar soluciones particulares por jaula, minimizando los impactos productivos en jaulas anexas y los riesgos operativos por ajustes y adaptaciones en terreno. A su vez, da mayores holguras para alimentar en una menor cantidad de horas y/o a menores tasas, lo que ayuda en gran medida a lograr los objetivos productivos.

Recomendación: La disponibilidad de sistemas de alimentación versátiles no es una condición gestionable durante un ciclo productivo, por lo que su indicador debe ser lograr el óptimo uso de cada sistema en función de sus atributos, seleccionando e implementando correctamente la mejor estrategia para cada caso. Se debe considerar el cumplimiento periódico de la configuración e ingreso de datos correctos (input) cargados en el software de alimentación, calibraciones de silos (dosser y/o tornillos) junto con la disponibilidad de cada sistema.

Evaluación: La evaluación de un adecuado uso del sistema de alimentación, se puede dividir en ámbitos productivos y operativos, en donde el primero será a través del seguimiento periódico (semanales o mensuales) de los parámetros productivos FCRb y SGR. El segundo,

se puede evaluar mediante el seguimiento de la disponibilidad de equipos (causales de ayuno) y la cuantificación de fino y partido, que permite evidenciar el posible impacto en la conversión por problemas en el trazado silo-jaula, alimento defectuoso, o configuración inadecuada de las velocidades de soplado. Este parámetro se debe evaluar al inicio de cada ciclo de producción en mar, cada vez que se realice cambios de calibre de alimento y cada vez que se detecten problemas técnicos en algún componente del sistema de alimentación utilizado (soplador, dosificador, cañerías y mangueras de transporte, válvulas selectoras, guillotinas, dispersores).

Las muestras de alimento deben ser tomadas en 3 réplicas: al salir del dosificador, al salir de la selectora, en el dispersor de la jaula más cercana y más lejana de cada línea. También se debe tomar una muestra del alimento en el silo o en el envase original, para determinar cuál es su estado inicial, el cual no debe superar el 1% de fino y partido.

La cantidad de finos y partidos generada por el sistema de alimentación completo al salir del dispersor no debe superar el 1%.

La tabla 12 y 13 muestran referencias de tamaños de abertura de tamiz para cada calibre, tabla de referencia de velocidad del aire de transporte y probabilidad de obstrucción de línea y rompimiento de pellet.

Calibre (mm)	Entero (%)	Quebrado (%)	Polvo
4.1	3.35	2.0	Fondo
6,4	5.6	3.35	Fondo
9	8.0	4.75	Fondo
12	9.5	6.3	Fondo

Tabla 12. Tamaños de abertura de tamiz para cada calibre.

Velocidad de transporte 9 m/sec	Necesaria para levantar verticalmente el pellet; alto riesgo obstrucción; bajo rompimiento
Velocidad de transporte 13 m/sec	Mínimo del sistema para evitar obstrucción, alto riesgo obstrucción; bajo rompimiento

Velocidad salida 17 – 21 m/sec	Esparcimiento 5 – 7 m; riesgo medio de obstrucción; bajo rompimiento
Velocidad salida 21 – 28 m/sec	Esparcimiento 7 – 9 m; bajo riesgo de obstrucción; bajo rompimiento
Velocidad salida 28 – 35 m/sec	Buen esparcimiento; Bajo riesgo obstrucción; rompimiento medio
Velocidad salida 35 – 50 m/sec	Muy buen esparcimiento; muy bajo riesgo obstrucción; Muy alto rompimiento

Tabla 13. Valores de velocidad del aire de transporte y probabilidad de obstrucción de línea y rompimiento de pellet.

3.3.6. Utilización de cámaras y sistemas de control de pérdida de alimento

Descripción: Existen diferentes tipos de cámaras que permiten monitorear la alimentación como herramienta de apoyo en el proceso, para evitar la pérdida de alimento y observar el comportamiento de los peces. En la actualidad, existen cámaras capaces de girar en 360° horizontal y verticalmente, y que pueden medir parámetros ambientales como temperatura y oxígeno.

Fundamento: Las cámaras cumplen un papel fundamental en la disminución del riesgo de pérdidas de alimento durante la alimentación, mediante estrategias de entrega de alimento con raciones, multiraciones o microraciones. El número de cámaras estará condicionada al tamaño de la jaula y la ubicación del centro asociado a sus corrientes, y la profundidad de la cámara estará relacionada a la especie a cultivar, ubicación del centro y estrategia de alimentación seleccionada.

Recomendación: El uso de cámaras servirá para determinar en qué momento se debe disminuir la velocidad de entrega de alimento o para definir detener la alimentación, ya sea por comportamiento de los peces o presencia de pocos pellets. Para esto, cada jaula debe contar con una cámara como mínimo.

Evaluación: Se chequeará que cada jaula cuente al menos con una cámara y que se encuentren limpias y en buen estado. Es indispensable que la calidad de imagen sea óptima. El correcto uso de las cámaras se contrastará productivamente con el cumplimiento de la proyección de cada sitio en FCRb y SGR.

3.3.7. Control de gestión de la alimentación

Descripción: El control de gestión de la alimentación se debe enfocar en 6 ámbitos claves: cuánto se alimenta (volumen); cómo se alimenta; calibración y configuración de los sistemas; monitoreo de la alimentación (control); validación productiva (muestreo de peces); y la capacidad o experiencia del recurso humano. Para cada uno de estos ámbitos se debe implementar un programa periódico de control y seguimiento, que permita observar oportunamente las brechas y desviaciones, dando la opción para tomar acciones y medidas correctivas. Para convertir el control de gestión en un proceso virtuoso, es necesario realizar análisis periódicos de las variables productivas y operativas clave.

Fundamento: El análisis integral de los resultados de seguimiento a los 6 aspectos clave mencionados, junto con los resultados parciales de las variables productivas clave, permiten ir conociendo objetivamente la evolución del cultivo, y así, disminuir la variabilidad del resultado final e influir eficazmente en la corrección de desviaciones para lograr los objetivos. Se recomienda que este seguimiento se realice semanalmente.

Recomendación: Establecer indicadores en función del cumplimiento de los estándares definidos para los 6 ámbitos claves, considerando las características del ciclo de cultivo en desarrollo.

Evaluación: Se deberá evaluar el cumplimiento del plan productivo definido inicialmente para el centro, estos serán PC, GF3, SGR, PCc, SGRc, FCRb, FCRe, todos analizados desde la perspectiva semanal, mensual y acumulados.

3.4. PRÁCTICAS PRODUCTIVAS

3.4.1. Tipos de jaula

Descripción: Desde los inicios de la industria salmonera hasta la actualidad, se han usado un sinnúmero de diseños de jaulas de engorda de salmones en mar, buscando mantener los peces seguros y en densidades de cultivo que permitan un crecimiento óptimo y que permitan obtener las biomasas necesarias para cubrir los costos asociados a la engorda de salmones, logrando costos productivos lo más bajos posibles.

Al inicio del cultivo de salmónidos se utilizaron jaulas cuadradas de madera, jaulas octogonales, jaulas de 10 por 10 m, 15 por 15 m, 30 por 30 m y hoy incluso jaulas de 40 por 40 m y 50 por 50 m cuadradas, formando grupos o trenes de jaulas, dependiendo de las características o condiciones particulares de la concesión de cada compañía (altura de ola,

fetch viento) donde serán fondeadas. Las jaulas cuadradas son las más usadas hoy en día, ya que permiten tener mejores sistemas de control contra depredadores, mejores manejos asociados a la engorda de los peces (selecciones, procesos de vacunación, aplicación de antibióticos y baños contra caligus), y también cuando las condiciones de viento y ola son demasiado extremos, con olas sobre 4 m y fecht sobre 30 km. En centros expuestos al viento norte, que ocurre generalmente en invierno, se usan jaulas circulares de 40 y 50 m de diámetro. Estas jaulas son mucho más complejas de operar durante los manejos de peces, baños, desdobles, etc., como también para el control de depredadores -principalmente lobos marinos- mamífero que genera más daño en los centros de engorda de salmones.

Para cada tipo de jaula es muy importante el diseño de la red de cultivo, ya que esta será la que otorgará los metros cúbicos que tendrá cada una de las jaulas. Dependiendo del tamaño de los peces se utilizan redes peceras de 1", de 1,5", o 2,5".

Fundamento: Dado que el tipo de jaula a utilizar estará determinado por las condiciones particulares de cada centro, y de acuerdo a la forma física de cada concesión, lo importante será que tome relevancia la mantención de los sistemas acompañantes para cada tipo de jaula a utilizar, monitoreado en forma permanente.

Recomendación: Buen estado y uso apropiado de fondeos, boyas, contrapesos, tensores, reticulados, patas de gallo, loberas, mallas de cultivo, sistemas de protección contra predadores, separadores loberos, cuerveras (al inicio en siembra), perimetrales loberos, soportes pajareros, etc.

Evaluación: Mantener alta vigilancia y mantención de las estructuras en forma permanente (observación preventiva en forma diaria, mantención de sistemas submarinos una vez al mes como mínimo), ya que la observación preventiva de cada uno de estos sistemas disminuye el riesgo de ataque de depredadores, los que a su vez estresan a los peces, predisponiéndolos a enfermedades.

3.4.2. Siembra a doble densidad en mar

Definición: La siembra a doble densidad hoy obedece a una medida regulatoria o normativa, que autoriza a sembrar al doble de densidad por estructura, de acuerdo a lo autorizado por proyecto de cada centro, y realizar el proceso de desdoble al kilo de peso del pez. En este proceso se puede descartar hasta un 5% de la población, sin que quede necesariamente en la estadística de pérdidas del centro.

Este proceso tiene ventajas, ya que permite optimizar la primera alimentación de los peces, pues al estar al doble de la densidad hay una mejor respuesta a la formación de cardúmenes, y permite ser más eficiente en el gasto asociado a redes peceras de la primera

etapa de cultivo. Posteriormente, en el proceso de desdoble, permite extraer peces rezagados o desadaptados, como también peces no viables o que presenten algún tipo de daño. También permite aplicar vacunas, refuerzos de vacunas o antibióticos de ser necesario, si la población presenta alguna enfermedad bacteriana al momento de realizar el desdoble.

Otra ventaja que se identifica, es que los peces, al estar cercanos al kilo de peso, son más grandes y permite a través del conteo de peces, obtener el número desdoblado real por jaula, tener una primera evaluación y validar la estrategia de alimentación en función de lo real entregado hasta antes de ese periodo. Por el contrario, las jaulas sembradas a densidad final no tienen ningún manejo durante el desarrollo del ciclo de cultivo, y las diferencias de inventario se encuentran al final de la etapa que corresponde a la cosecha.

Esta estrategia productiva debe ser abordada considerando las condiciones particulares de cada centro, ya que probablemente algunos centros no tienen la posibilidad de realizarlo. También es importante la época del año en que se realizaría el desdoble, ya que no se recomienda en las estaciones otoño y verano.

Marco Normativo que regula la siembra a doble densidad

D.S N°319/01 y sus modificaciones, que establece el reglamento de medidas de protección, control y erradicación de enfermedades de alto riesgo para las especies hidrobiológicas (RESA).

Resolución N° 1971, que establece el procedimiento para autorizar movimiento y acreditar procedencia de recursos hidrobiológicos provenientes de la acuicultura, mediante Sistema de Información para la Fiscalización de la Acuicultura, SIFA.

Resoluciones emitidas por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura establecen las densidades de cultivo en los centros de engorda ubicados en las Agrupaciones de Concesiones de Salmónidos (ACS).

3.4.3. Desdoble

Descripción: La siembra de peces a doble densidad es una práctica que se fundamenta en la reducción de costos durante los primeros meses de cultivo en mar, cubriendo el periodo desde la siembra, hasta que los peces alcanzan un peso promedio de 1 kilo, según lo permitido por la normativa actual. Con la finalidad de reducir el riesgo de exposición de los peces a una situación que pudiera llegar a ser estresante, en los centros Pincoy que utilicen la siembra a doble densidad, se llevará a cabo el desdoble de los peces antes de que éstos se encuentren en una densidad de 8 kg por m^3.

Fundamento: Evitar la exposición de los peces a una condición potencialmente estresante.

Recomendación: Densidad de cultivo no debe superar los 8 kg/m^3, al momento de llevar a cabo el desdoble de peces.

Evaluación: La evaluación será realizada a través de la auditoria a los registros del centro de cultivo, utilizando la planilla de registro de información diaria.

3.4.4. Uso de fotoperiodo en mar

Descripción: El proceso de maduración es un proceso natural y necesario en todas las especies de peces. Sin embargo, bajo condiciones de cultivo comercial, este proceso natural no es deseado durante la etapa de engorda, ya que reduce del rendimiento productivo, afectando negativamente la calidad del producto final, generando pérdidas importantes en los centros de cultivo.

El fotoperiodo ha sido una técnica ampliamente utilizada para reducir la madurez temprana en los peces, observada previo a la cosecha. Además, dentro de ciertos estándares, es capaz de promover un aumento en las tasas de crecimiento de los peces.

Fundamento: Minimizar la incidencia de peces maduros y aumentar la tasa de crecimiento de los peces, promoviendo un mejor desempeño productivo y un periodo de cultivo de corta duración en el mar.

Recomendación: El centro de cultivo debe implementar un sistema de fotoperiodo efectivo, que garantice que los peces estarán expuestos al menos a 0,02 watts/m^2 en el 80% del volumen de la jaula. Adicionalmente, se requiere que los peces sean recibidos en el centro de mar con el sistema de fotoperiodo encendido, y mantenerlo de esta forma hasta la cosecha.

Evaluación: Verificar que los peces sean recibidos con fotoperiodo encendido en el centro de mar; efectuar muestreos de espectro-radiometría para medir la intensidad cuantitativa o absoluta en diferentes longitudes de onda del espectro electromagnético, y evaluación de los muestreos de peso efectuados durante el ciclo, para verificar la presencia de signos de madurez en los peces en cultivo.

3.4.5. Estrategia de uso, cambio y limpieza de redes

Descripción: El buen estado estructural de las redes de cultivo y su limpieza son requisitos fundamentales para la seguridad de los peces y su buen estado sanitario. La administración del centro de cultivo deberá velar por el buen mantenimiento de las redes de producción, de forma tal que los peces no estén expuestos a condiciones adversas relacionadas con

redes en malas condiciones de resistencia, integridad y limpieza. Así se garantiza un óptimo ambiente de cultivo, donde los peces se encuentran protegidos de la acción de depredadores y se maximice el flujo de recambio de agua dentro de las unidades de cultivo.

Fundamento: Para que los peces puedan maximizar su desempeño productivo se requiere contar con redes de cultivo en óptimas condiciones estructurales y permanentemente limpias.

Recomendación: Para garantizar la mantención de redes de cultivo limpias, el centro de cultivo deberá comparar semanalmente el estado de cada una de sus redes con las pautas de limpieza de redes presentadas en el anexo 7.5., clasificándolas de acuerdo a la tabulación pre-establecida del estado de limpieza de las mismas. En función de la clasificación obtenida, la administración del centro de cultivo deberá gestionar las acciones necesarias para garantizar el óptimo estado de limpieza de las redes de cultivo, ya sea mediante limpieza *in situ* -en el caso de redes sin impregnación- o mediante cambios, cuando se trate de redes impregnadas. Para garantizar la resistencia de las redes de producción, se deberá medir en el taller de redes la tensiometría de cada red, en al menos 3 puntos (boca, pared y fondo), el cual no debe ser menor al 50% de su tensiometría original. Este informe debe ser entregado al centro de cultivo junto con red y su guía de despacho. Si la condición de la red no cumple con lo especificado, no debe ser instalada, ya que podría sufrir daños durante el manejo o durante su utilización, lo que implicaría posibles escapes de peces. Ver anexo 7.5.

Evaluación: Se evaluará semanalmente el estado de suciedad de las redes de cultivo mediante la planilla de información productiva, donde se informará el estado de suciedad de éstas. Se evaluará el buen mantenimiento estructural de las redes a través del monitoreo de la mortalidad por depredadores, que se informará también semanalmente en la planilla de información productiva.

3.4.6. Extracción de la mortalidad

Descripción: La extracción de los peces muertos desde los centros de cultivo permite reducir o prevenir la diseminación de agentes patógenos entre las jaulas de cultivo, como también hacia los centros de cultivo circundantes.

Fundamento: Establecer las condiciones sanitarias aplicables a la recolección, manejo y disposición final de las mortalidades generadas en centros de mar, con el objeto de prevenir la diseminación de agentes patógenos.

Recomendación: Designar un operador a cargo del área sucia, junto a operarios calificados como los responsables de trasladar la mortalidad en los centros de cultivo, desde los

módulos o balsas jaulas hacia el sistema de ensilaje, evitando en todo momento el escurrimiento de líquidos. Los encargados velarán por la extracción diaria de la mortalidad, la preparación y desinfección de los implementos, utilizando guantes durante todo el proceso.

El procedimiento de extracción de los peces se realizará en cada unidad de cultivo utilizando contenedores identificados únicos, recubiertos con bolsa plástica, comenzando la extracción por la jaula con mayor mortalidad. Cuando se registre un aumento de mortalidad anormal o una segregación distinta a la habitual, el encargado deberá dar aviso de inmediato a su superior directo, y se informará en el momento al jefe de centro y área. La clasificación de las mortalidades debe realizarse en un área exclusiva para este fin, que cuente con barreras sanitarias ubicadas en el ingreso y salida del sector, y se debe efectuar sobre una superficie lavable y desinfectable, asegurándose que los fluidos resultantes sean canalizados al sistema de tratamiento de mortalidad y en ningún caso sean esparcidos al medio. Los peces deberán ser clasificados primaria y secundariamente según inspección interna y realización de necropsias diarias en el área de ensilaje de mortalidad (u otro sistema de manejo en el futuro), guardando las condiciones de bioseguridad, cuidando la higiene y posterior desinfección de todo instrumento utilizado. Se deberá contar y segregar la mortalidad, y finalmente registrar y entregar la información al jefe y/o asistente del centro para que lo ingrese a un sistema productivo. El proceso de ensilaje, medición de pH diario, se realizará siguiendo los protocolos internos de cada empresa, tomándose todas las medidas de protección personal pertinentes. En caso de derrame se debe limpiar y desinfectar el área vía aspersión. Una vez dispuesta la mortalidad en el estanque picador, se adicionará ácido fórmico según la dosis indicada por el proveedor. Una vez finalizado el traspaso del ensilaje al estanque de almacenamiento, se deberá desinfectar por aspersión, externamente la ventana estanque de picado. El operador a cargo (área sucia) es el responsable de lavar, desinfectar y devolver los contenedores de mortalidad al área limpia en la zona de encuentro determinada.

Para el retiro de la mortalidad, se debe emitir una guía de despacho visada por SERNAPESCA y la disposición final de las mortalidades será entregada a una empresa autorizada para el despacho de dicho desecho. Durante el proceso de despacho se debe evitar derrames y se deben desinfectar las superficies externas del equipo, piping y loza de ensilaje.

Evaluación: Mantener registros de mortalidad en un sistema productivo, guía de despacho visada, registro de ensilaje mortalidad del centro de cultivo y registro de limpieza y desinfección de los equipos.

3.4.7. Traslado de peces para cosecha

Descripción: El traslado de peces desde centros de cultivo a centros de acopio determina ciertas condiciones relacionadas con el bienestar animal y con la calidad del producto final.

Los especialistas señalan que la cosecha es uno de los factores más importantes en determinar la calidad final del producto a exportar, donde una mal proceso de matanza afecta la calidad externa como interna del pez.

Fundamento: Hoy, gran parte de la matanza de salmones es realizada luego del traslado de peces vivos a los centros de acopio, los que posteriormente son beneficiados con un mismo estándar de matanza, evitando la variabilidad producto de la matanza *in situ,* que era la práctica comunmente realizada por gran parte de la industria.

Es importante que los peces no sean manipulados los días previos a su viaje al centro de acopio, ya que esto ayuda a enfrentar de mejor forma el viaje que se realizará en altas densidades, y expuestos al estrés propio de los traslados.

El traslado de peces a centros de acopio utilizando wellboat permite mejorar la calidad del producto final, ya que disminuye los tiempos de cosecha. Sin embargo, requiere de permanente monitoreo de los peces y del agua (CO_2, O_2, temperatura, etc.). Los peces deben ingresar a las plantas de proceso en sistema FIFO (first in-first out); aquel que es ingresado primero, es faenado primero.

Un aspecto a considerar, son las posibles desventajas asociadas al aumento de riesgo sanitario y medio ambiental externo al área del centro de cultivo, ya que los wellboat pueden cargarse con agua y peces de diversos orígenes y de distintos estados de desarrollo. Estos barcos pueden transportar smolt a centros de engorda, transferir peces entre centros, y transportar peces a cosecha, aspecto relevante si se usan en la siembra de un centro.

3.4.8. Utilización de oxígeno

Descripción: Es fundamental para los peces tener adecuados niveles de oxígeno en el medio de cultivo, ya que éste es un factor limitante del bienestar y del rendimiento productivo que pueden alcanzar. El uso de sistemas de suministro auxiliar de oxígeno se ha masificado en los últimos años en nuestro país, y ha demostrado ser de gran ayuda para evitar mortalidades de peces cuando el oxígeno en el agua de mar disminuye por debajo de los límites aceptables (5 mg/l y/o 60% de saturación).

Fundamento: Disminuir el riesgo de mortalidades y mal rendimiento productivo asociado a bajas concentraciones de oxígeno en el agua de mar.

Recomendación: El centro de cultivo debe contar con tecnología necesaria para medir la concentración de oxígeno en el agua de mar al interior de las jaulas de cultivo en forma continua, y a su vez, contar con la capacidad instalada para proveer de oxígeno suplementario de forma inmediata, en caso de que los niveles del agua de mar desciendan por debajo de los 5 mg/l o 60% de saturación.

Evaluación: Se auditarán las instalaciones del centro para verificar que existan equipos de monitoreo de oxígeno y suministro auxiliar de éste, en caso de presentarse bajas de oxígeno en el agua de mar.

3.4.9. Realización de muestreo de peso

Descripción: Consiste en tomar una muestra de la población para determinar el peso, tamaño y factor de condición de la población. En la actualidad existen numerosos equipos de estimación de biomasa y técnicas de muestreo de peso e índice de condición corporal. Se recomienda realizar muestreos de al menos el 50% de las unidades de cultivo, con una frecuencia mensual, ya sea en forma manual o a través de estimadores de biomasa. Cualquiera sea el método utilizado, se debe asegurar que los peces muestreados sean tratados de manera de generar el menor estrés posible, sin provocar lesiones y/o daños. La cantidad de peces a muestrear debe ser determinada por cada productor, de acuerdo al método a utilizar y la técnica. Sin embargo, se recomienda muestrear un número representativo de peces, que permita inferir posteriormente los resultados a la población.

Fundamento: El seguimiento de cada grupo o unidades de cultivo es fundamental para el cumplimiento del plan productivo y comercial de cada compañía. Validar el crecimiento y condición de la población es clave a la hora de tomar decisiones tales como dosificación de tratamientos, fechas de cosecha o desempeño de la población.

Recomendación: Porcentaje de cumplimiento mensual y estimación de biomasa de cada unidad de cultivo de acuerdo al plan de producción.

Evaluación: Evaluación contra proyección particular de cada centro de cultivo o unidad de cultivo.

3.5. AMBIENTE

3.5.1. Ingresos de peces por barrio y peces por centro

Descripción: El Reglamento de Medidas de Protección, Control y Erradicación de Enfermedades de Alto Riesgo para las Especies Hidrobiológicas (D.S. N° 319 de 2001) en su artículo 18 bis, faculta al Servicio Nacional de Pesca para establecer medidas de manejo sanitario en áreas que presenten características epidemiológicas, oceanográficas,

operativas o geográficas que justifiquen su manejo sanitario coordinado, en las que se establecerán medidas de operación armónicas para todos los centros.

En virtud de las medidas de manejo sanitario por área, el Servicio estableció la coordinación de los períodos de descanso para los centros de cultivo integrantes de la agrupación de concesiones, a través de las Resoluciones N° 1449 de 2009; N° 2273 de 2009; N° 1897 de 2010; N° 1381 de 2011.

A su vez, la Ley General de Pesca y Acuicultura establece en su artículo 118 ter, que el incumplimiento será sancionado por resolución de la Subsecretaría de Pesca, previo informe técnico del Servicio Nacional de Pesca y audiencia del interesado. Pudiendo reclamar de la resolución que impone la sanción ante el Ministerio, en el plazo de días hábiles desde la notificación de la resolución, debiendo resolver en el plazo de 15 días hábiles.

Fundamento: En contexto, es fundamental que el centro de cultivo opere en coordinación con sus centros vecinos para propender a un mejor manejo sanitario de cada zona de cultivo.

3.5.2. Planes de Manejo Aprobados

Descripción: Los planes de manejo son acuerdos entre los titulares de las ACS sobre medidas productivas o logísticas a ser implementadas coordinadamente por la ACS o de medidas sanitarias adicionales a las dispuestas por la normativa vigente.

Fundamento: El objetivo del plan de manejo es mejorar el desempeño ambiental o sanitario de la agrupación de concesiones.

La Ley General de Pesca y Acuicultura en su Artículo 2° numeral 52, inciso 7°, señala que los titulares de los centros de cultivo que pertenezcan a una agrupación de concesiones podrán acordar condiciones sanitarias y ambientales adicionales a las establecidas en virtud de los reglamentos de esta ley y de las que dicte el Servicio en ejercicio de sus atribuciones, que sean específicas para la agrupación de concesiones respectiva y que no afecten el medio ambiente o el desarrollo de otras actividades en la zona.

El Reglamento de Medidas de Protección, Control y Erradicación de Enfermedades de Alto Riesgo para las Especies Hidrobiológicas (D.S. N° 319 de 2001) en su artículo 58 I, inciso 1° indica que los titulares de las agrupaciones de concesiones podrán adoptar un plan de manejo que dé cuenta de los acuerdos sobre medidas productivas o logísticas a ser implementadas coordinadamente por la agrupación de concesiones, o de medidas sanitarias adicionales a las dispuestas por la normativa vigente, siempre dando

cumplimiento a estas últimas. Las medidas acordadas deberán estar destinadas a mejorar el desempeño ambiental o sanitario de las agrupaciones de concesiones.

Los planes de manejo acordados y autorizados, son fiscalizados por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.

3.5.3. Resoluciones que establecen densidades de cultivo

Descripción: En conformidad al artículo 86 bis de la Ley General de Pesca y Acuicultura, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura ha establecido mediante resolución, densidades de cultivo para distintas agrupaciones de concesiones y los centros de cultivo que en ellas operen.

De acuerdo a la normativa vigente, hoy día la cantidad de peces sembrados por centro y peces por área, se encuentra asociado al resultado productivo y mortalidades que ha tenido a la fecha cada compañía a nivel de barrio, y de acuerdo a la autorización de siembra de cada concesión.

Lo importante de señalar, es que se necesita una organización por barrio de manera de generar planes de manejo coordinados entre las empresas que participan en la producción de un barrio determinado, tratando de mantener el estado sanitario del barrio de la mejor forma posible (coordinación de tratamientos antiparasitarios, tratamientos antibacterianos, uso de vacunas, booster, etc.).

Si se realiza un esfuerzo por mantener un buen estado sanitario sin preocuparse de la situación de los centros vecinos, estos esfuerzos pueden verse diezmados. Por lo tanto, es relevante que se tenga una permanente relación entre vecinos de cada barrio circunscrito.

En términos de peces por centro, hoy día el balance económico no permite tener menos de 800.000 peces por centro. El número de peces a sembrar por centro son generalmente entre 800.000 y 1.000.000 por centro.

3.5.4. Densidad

Descripción: La densidad de cultivo corresponderá a la biomasa de peces existente en el volumen de cada unidad de cultivo, de un centro de producción.

Fundamento: Mantener una densidad óptima para expresar el máximo potencial productivo y sanitario de cada unidad de cultivo.

Recomendación: El indicador deberá ser expresado en kg/m³ por cada unidad de cultivo. Las densidades no pueden superar los 17 kg/m^3 para Salmón del Atlántico y 12 kg/m^3 para Salmón Coho y Trucha Arcoríris.

Evaluación: La evaluación será realizada contra la proyección inicial de cada centro de cultivo.

3.5.5. Oceanografía

Descripción: Es muy importante considerar aspectos oceanográficos a la hora de validar una concesión que se decida utilizar. Centros que presenten poco recambio de agua, bahías cerradas, con poca interacción de vientos, baja batimetría o de altas corrientes, y las consecuencias del cambio climático, son factores que influirán en el rendimiento productivo de los peces. Por eso es importante elaborar una matriz con todas estas variables a la hora de decidir dónde sembrar un centro a partir de un grupo de concesiones, ya que influirán en la estrategia que debe llevar el centro en particular, atendiendo cada una las variables analizadas.

En oceanografía, generalmente las variables se presentan agrupadas en tres grandes disciplinas: físicas, químicas y biológicas. Otras variables usadas en los estudios interdisciplinarios de ambientes marinos se relacionan con el suelo o fondo marino y con la atmósfera, estas son variables geológicas o meteorológicas, respectivamente. El número de variables posibles a considerar es muy extenso y en general la inclusión de algunas de ellas dependerá de los objetivos, los alcances y recursos de cada estudio.

A la vez, estas variables se pueden distinguir según su referencia a propiedades físicas o químicas del agua misma, a sustancias o compuestos en disolución en ella, o si se relacionan con las formas de energía que mueven el cuerpo de agua, es decir, la hidrodinámica del flujo. Todos sirven para indistintamente caracterizar los cuerpos de agua, para explicar los fenómenos relacionados con su dinámica y los procesos físico-químicos y biológicos.

Un aspecto importante en los estudios integrales de los ecosistemas es la biota, representada por los organismos vivos del ambiente. La presencia y características de estas poblaciones son tomadas frecuentemente como indicadores del estado y condiciones del medio, al ser ellas dependientes de las variaciones de los parámetros ambientales.

3.5.6. Parámetros ambientales

Descripción: La Subsecretaría de Pesca estableció que, para hacer operativa la legislación vigente (artículo 87 de la LGPA), se requiere implementar sistemas de monitoreo ambiental

continuo, cuyo objetivo es “contar con un mecanismo de información del estado del medioambiente en el cual se desarrolla la acuicultura, a través del monitoreo continuo de variables relevantes, orientado a proporcionar datos para la toma de decisiones regulatorias, ambientales y productivas”. Aunque la prescripción de variables y escalas de observación relevantes, así como la metodología a utilizar debiesen fundarse en normas de calidad de agua de los fiordos patagónicos, éstas aún se encuentran en proceso de elaboración. Al no existir dichas normas, la jerarquización de variables de estado y definición de escalas relevantes quedan al arbitrio de las partes interesadas, y son difíciles de conceptualizar.

Si el monitoreo tiene como finalidad establecer las condiciones ambientales en un espacio que contiene una agrupación de concesiones (escala de cuenca), y el objetivo último es evitar que se sobrepasen umbrales admisibles de carga generadas por las actividades productivas, lo esperable es que las variables monitoreadas fuesen indicadores de cargas generadas por el conjunto de balsas jaula presentes en la cuenca. El monitoreo ideal contemplaría también un seguimiento en tiempo real de la presencia y concentración de patógenos, en particular, la aparición de estadíos tempranos de parásitos como Caligus, presencia de virus ISA y de bacterias como *Piscirickettsia salmonis*, así como de especies de microalgas causantes de los afloramientos nocivos comúnmente denominados “mareas rojas”. Eventualmente, toda o gran parte de esta información debiese ser integrada con un modelo físico que incorpore la hidrografía y la circulación de la cuenca en la cual se encuentra emplazada cada área de manejo. No obstante, mientras la tecnología y nuestra propia capacidad de interpretación y síntesis de la información ambiental no experimenten avances sustanciales, la estrategia más viable para controlar rigurosamente los impactos de la acuicultura sobre el ambiente y viceversa, sería implementar en forma progresiva el monitoreo de variables que cumplan con dos requisitos fundamentales: (1) que exista la tecnología disponible para medirlas en forma robusta y a un costo razonable y (2) que sean variables relevantes, o variables de estado, que entreguen información útil para su posterior aplicación en la formulación de modelos de capacidad de carga.

Indicadores

3.5.6.1. Salinidad:

Permite evaluar la variabilidad e influencia de aportes de agua dulce sobre la circulación estuarina y mezcla vertical.

3.5.6.2. Temperatura:

Es importante para determinar el estado fisiológico y dieta de los peces en cautiverio y también como indicador de condiciones favorables para la proliferación de microalgas, especialmente aquellas que son tóxicas. En conjunto, la temperatura y la salinidad permiten evaluar los cambios en la densidad del agua, y con ello los cambios en la estratificación, mezcla vertical y ventilación de la columna de agua. Además, la salinidad y la temperatura

son indicadores importantes para determinar el ingreso de masas de agua oceánicas a los fiordos y canales, y son fundamentales para los modelos de capacidad de carga.

3.5.6.3. Oxígeno disuelto:

Es un indicador de la capacidad del sistema para procesar cargas orgánicas, así como de la condición fisiológica de los peces. Es necesario también tener en consideración que la solubilidad del oxígeno es dependiente de la temperatura.

3.5.6.4. Corrientes:

Junto a otras variables como el oxígeno permiten diagnosticar el grado de ventilación y mezcla de la columna de agua, elementos fundamentales en la construcción de los modelos de capacidad de carga, y también para los cálculos de resistencia, diseño y ubicación (incluyendo la orientación) de las balsas jaulas.

3.5.6.5. Fluorescencia:

Principal indicador de la biomasa fitoplanctónica, e indirectamente, de la productividad primaria en la columna de agua.

Medición: Se usarán los sistemas de medición automáticos y manuales de estas variables y mediciones regulares de presencia de microalgas.

4. SALUD ANIMAL

Descripción: La sanidad animal involucra tanto la “prevención de enfermedades”, como el “control de enfermedades” a través de la aplicación de tratamientos. En la producción de salmónidos, una de las principales causas de pérdidas económicas, está asociada a la mortalidad de peces ocasionadas por la aparición de brotes de enfermedades infecciosas. Además de las mortalidades, se generan pérdidas como consecuencia de pérdida del potencial productivo o secuelas orgánicas en los animales de cultivo, que impactan negativamente en la eficiencia de la conversión del alimento.

Fundamento: Con el objetivo de prevenir la ocurrencia de brotes de enfermedades infecciosas, se definen un conjunto de actividades para evitar el ingreso de agentes patógenos a las instalaciones de cultivo, o que tienden a reducir el impacto de su diseminación, una vez que estos están presentes. Se incluyen las siguientes actividades en la prevención de enfermedades: screening de reproductores, implementación de medidas de bioseguridad, vigilancia sanitaria, aplicación de estrategias de vacunación, uso de dietas

funcionales y aditivos nutricionales. Además de esto, se definen también las condiciones para la aplicación de tratamientos para controlar brotes de enfermedades, una vez que estas ocurren.

Recomendación: Los principales indicadores a monitorear diariamente en cada una de las unidades de cultivo son la mortalidad (a evaluar y registrar por causa) y las necropsias de peces clasificados como Sin Causa Aparente (SCA) en la clasificación primaria de mortalidad.

Evaluación: La evaluación de la condición sanitaria será realizada en forma diaria por el responsable del centro de cultivo y su personal capacitado para la realización de necropsias, quienes alertarán al Médico Veterinario responsable de los aspectos sanitarios del centro de cultivo ante cualquier alteración en la tendencia de mortalidad o hallazgo de necropsia. A su vez, el Médico Veterinario deberá realizar visitas con una frecuencia quincenal como mínimo al centro de cultivo. El objetivo de estas evaluaciones es la detección de enfermedades de la manera más precoz posible.

4.1. PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES

El control de las enfermedades en acuicultura es complejo, debido principalmente al medio en que los peces son cultivados, el cual facilita una rápida diseminación de los patógenos y dificulta el oportuno diagnóstico clínico. Por esta razón, la prevención se convierte en una herramienta estratégica clave, debido a que permite mantener un adecuado estatus sanitario de los peces sin afectar los parámetros productivos, disminuir el uso de antibióticos y antiparasitarios, así como la incidencia y prevalencia de las enfermedades que afectan la acuicultura.

La prevención de las enfermedades abarca una serie de factores a considerar, desde la selección de ovas hasta densidades de cultivo en las diferentes etapas del ciclo productivo. A continuación, se abordarán las variables más relevantes en una Estrategia Preventiva Integral de una piscultura o centros de produccion en mar.

4.1.1. Screening de reproductores

Descripción: Existen enfermedades en las que el agente infeccioso que las provoca puede transmitirse de los padres a su descendencia. Este tipo de transmisión se conoce como transmisión vertical. Para enfermedades como IPN (Necrosis Pancreática Infecciosa), ISA (Anemia Infecciosa del Salmón) y BKD (Enfermedad Bacteriana del Riñón), la transmisión

vertical es uno de los métodos de diseminación. Debido a esto, se realiza un monitoreo en los reproductores utilizando métodos de análisis de laboratorio, para evaluar la presencia de los agentes causales de estas enfermedades, ya que estos peces dan origen a los futuros stock de producción. El objetivo es eliminar los gametos que provengan de reproductores que son informados como positivos a estos agentes infecciosos, para trabajar sólo con gametos provenientes de reproductores negativos. A este monitoreo se le conoce como screening de reproductores.

Fundamento: Los análisis de laboratorio se realizan a partir de muestras de diferentes tejidos, de acuerdo a la estrategia de producción y de acuerdo al patógeno que se busca detectar. Actualmente, la normativa chilena exige la realización de análisis para evaluar presencia de los virus IPN (en reproductores machos y hembras), ISA (en reproductores machos y hembras) y la bacterias *Renibacterium salmoninarum* (agente causal de la enfermedad BKD; monitoreo obligatorio sólo para hembras). Para la realización de estas pruebas, se utiliza principalmente la metodología de qRT-PCR, la cual debe ser realizada en laboratorios que realicen la metodología oficial autorizada por SERNAPESCA LABD-NT2. Dicha normativa también exige la eliminación de gametos provenientes de reproductores confirmados como positivos.

Además, la normativa vigente permite la realización de análisis de un conjunto de muestras (pooles). Sin embargo, se recomienda realizar una revisión del historial de casos, incidencia y prevalencia del centro de reproductores, tipo de patología, sensibilidad de la técnica, entre otros, antes de realizar un diagnóstico en pooles.

Recomendación: Informe de análisis de screening y registro de eliminación de gametos positivos.

A continuacion, se presenta una tabla con las recomendaciones para un adecuado screening de reproductores en las principales enfermedades.

Enfermedad	**Anemia Infecciosa del Salmon (ISA)**	**Necrosis Pancreática Infecciosa (IPN)**	**Enfermedad Bacteriana del Riñón (BKD)**
Técnica analítica	qRT-PCR ISAv	qRT-PCR IPNv	qRT-PCR BKD
Órganos blancos	Riñón – corazón - branquias	Riñón	Riñón

Peces analizados	Todos los peces son analizados Machos y Hembras	Todos los peces son analizados Machos y Hembras	Todos los peces son analizados Machos y Hembras

Tabla 14. Recomendación de técnica analítica, órgano blanco y sexo del pez a analizar para el screening de peces reproductores. (Fuente: Aquagen, 2019).

Evaluación: Se realizará revisión de informes de screening de los reproductores que dan origen a los stocks de producción, en base a los diagnósticos realizados en órganos.

4.1.2. Implementación de medidas de bioseguridad

Descripción: La bioseguridad se basa en un conjunto de medidas para prevenir la diseminación de agentes patógenos entre unidades de producción. Entre estas medidas se consideran, por ejemplo: la definición de rutas de movimiento de materiales, equipos y personas en base al riesgo que representen; restricción de tránsito de personas; uso de elementos de protección personal (EPP) y vestimenta propia del centro de cultivo o desechables; utilización de barreras sanitarias (químicas o físicas); adecuado manejo de mortalidad y ensilaje de mortalidad y desinfección de agua para el cultivo de peces por métodos físicos y/o químicos en instalaciones en tierra.

Fundamento: Considerando que existe riesgo de trasladar agentes patógenos desde o hacia unidades de producción, se asume que la implementación de algunas medidas permiten reducir este riesgo. Las medidas a considerar al menos deben contemplar:

- Definición de rutas de movimiento: De materiales, equipos y personal, en base al riesgo de diseminación de patógenos que estos puedan representar. Se debe definir la distribución de las instalaciones (layout) y vías de tránsito.
- Restricción de tránsito de personal: Se define autorización o restricción de movimiento de personas (personal del centro de cultivo o visitas) dentro de las instalaciones de cultivo, considerando el riesgo que representen. El jefe de centro o piscicultura definirá las restricciones a aplicar según corresponda en base al riesgo.
- Uso de EPP y ropa de uso exclusivo del centro de cultivo o de material desechable: El personal que trabaje en un centro de cultivo debe disponer de EPP y ropa de trabajo de uso exclusivo para el centro. A las personas que visiten los centros de cultivo, se les entregará EPP y ropa de trabajo del centro, o en su defecto, overol o capas desechables.
- Uso de barreras sanitarias (físicas o químicas): Se establecen barreras para restricción de movimientos y separación de zonas con diferente riesgo sanitario. En cada zona, se establece además el uso de químicos desinfectantes, que permiten

reducir la viabilidad o muerte de los patógenos, en la eventualidad de que estos se encuentren presentes en alguna superficie.

- Para el agua de cultivo en instalaciones de tierra, se considera el uso de métodos físicos o químicos para su desinfección.
- Adecuada reducción y disposición final de la mortalidad y desechos de peces. Gran parte de la industria aplica la metodología de ensilaje de mortalidad. Esto corresponde a la mantención de restos orgánicos producto de la mortalidad en un pH ácido (por debajo de pH 4), hasta su entrega para despacho a plantas reductoras. La actual normativa exige el tratamiento de la mortalidad, indicando también como alternativa el compostaje y la incineración. La metodología a emplear, debe ser indicada en el procedimiento del centro de cultivo.

Recomendación: El indicador de implementación de medidas de bioseguridad, será el registro correspondiente de cada una de las medidas implementadas. En lo que se refiere al uso de desinfectantes, se debe seguir la recomendación de uso del proveedor seleccionado, así como del Instituto de Salud Pública de Chile y Directemar.

Evaluación: Se evaluará la eficacia de las medidas de bioseguridad implementadas, en base a la ocurrencia de la prevalencia de las enfermedades infecciosas. En forma aleatoria, se podrá realizar auditorías a superficies que recibieron la aplicación de desinfectantes, para evaluar la eficacia de la desinfección.

4.1.3. Vacunación

Descripción: La aplicación de vacunas es una de las principales herramientas para la prevención de enfermedades. Su uso adecuado permite entregar una protección eficaz contra muchas enfermedades de alta prevalencia e impacto productivo, minimizando las pérdidas asociadas. Con la aplicación de vacunas, se busca la estimulación del sistema inmune de los peces, para obtener una respuesta específica que sea capaz de protegerlos cuando estos se vean enfrentados al patógeno que provoca la enfermedad contra la cual se les está vacunando. La respuesta a las vacunas es variable y depende, entre otros factores, de las características del patógeno contra el cual se desea inmunizar, de las características del animal que se desea inmunizar (factores como especie, edad de los animales, presencia de otros patógenos, condición nutricional, etc.; inciden en la capacidad de generar respuesta inmune), características de la vacuna a utilizar (vacunas inactivadas, atenuadas, vivas, vacunas recombinantes, vacunas heterólogas), vía de administración de la vacuna (inmersión, oral, inyectable), cumplimiento del periodo de inducción de inmunidad y condiciones ambientales tales como la temperatura.

Fundamento: El uso de vacunas constituye uno de los principios básicos relacionado con la prevención de cuadros infecciosos. Los principales objetivos de las vacunas son evitar la

enfermedad o su gravedad, disminuir las mortalidades por cuadros infecciosos y disminuir la propagación de enfermedad en las poblaciones inmunizadas. En el programa de vacunación se deben considerar los principales agentes que afectan al Salmón del Atlántico en la industria chilena.

Dado que las vacunas estimulan una respuesta específica contra un patógeno determinado, es necesario definir una estrategia de vacunación en base al riesgo de exposición de los animales a estos patógenos. Para el éxito de una vacunación, se requiere que los animales estén en condiciones de producir la respuesta inmune que se busca. Para esto, es fundamental lo siguiente:

- Que los animales se encuentren en óptimas condiciones de salud al momento de la aplicación de la vacuna.
- Que se cumpla con el periodo de inducción de inmunidad (tiempo necesario para obtener una respuesta inmune que sea protectiva) recomendado por el provedor de vacuna, antes de la exposición al patógeno contra el cual se busca proteger.
- Evitar eventos que puedan interferir con la capacidad de respuesta del sistema inmune. Por ejemplo, que los peces se vean expuestos a situaciones estresantes que afecten la capacidad de generar una respuesta adecuada contra el patógeno (ayunos prolongados, presencia de depredadores, manejos, etc).
- Que se cumpla con las recomendaciones del fabricante de la vacuna en lo que se refiere a condiciones de mantención, transporte y aplicación de la vacuna.
- Previo al traslado al mar, los smolts de Salmón del Atlántico deben haber sido vacunados al menos con vacunas que contengan antígenos contra IPN - SRS - ISA - *Vibrio ordalii* y furunculosis atípica.

Recomendación: La eficacia del plan de vacunación depende de la elaboración de un programa de vacunación basado en las recomendaciones del fabricante de vacunas, en el ciclo productivo, el bienestar de los peces y la normativa vigente, (mayores referencias en anexo 7.2).

Evaluación: Se evaluará la eficacia de las vacunas administradas basándose en los antecedentes de mortalidad acumulada por causa en cada etapa del ciclo de producción (AD o AM), dependiendo de la vacuna administrada.

4.1.4. Consideraciones operacionales para la aplicación de vacunas

Descripción: Dado que es necesario realizar manejos para la aplicación de vacunas, se debe tener en cuenta ciertos aspectos relevantes que deben ser adecuados, tanto desde el punto de vista del bienestar animal, como para lograr una óptima inmunización.

Fundamento: Los manejos exponen a los peces a condiciones adversas, dado que son una situación estresante (lo que provoca algún grado de inmunosupresión), y predispone a lesiones (por ejemplo daño mecánico) o mortalidad, cuando estos no son realizados adecuadamente. Se debe procurar evitar eventos que puedan interferir con la capacidad de respuesta del sistema inmune. Por ejemplo, que los peces se vean expuestos a situaciones estresantes que afecten la capacidad de generar una respuesta adecuada contra el patógeno (ayunos prolongados, presencia de depredadores, peces esmoltificados, entre otros).

En la planificación de los manejos asociados a una faena de vacunación, se debe tener en cuenta al menos:

4.1.4.1. Capacitación del personal

Para evitar inconvenientes durante la operación de vacunación, el personal involucrado en actividades de vacunación debe haber sido previamente capacitado para ello.

4.1.4.2. Ayuno

Se debe realizar ayuno, previo a la aplicación de vacunas vía inmersión (para evitar la contaminación del agua durante la aplicación de la vacuna), y vía inyectable (para tener un vaciado del tracto gastrointestinal y reducir el riesgo de daño al penetrar con la aguja).

4.1.4.3. Manejos adecuados

Cualquier manipulación debe ser considerada una condición riesgosa, por lo que deben tomarse algunas precauciones:

- Minimizar el tiempo de los peces fuera del agua
- Asegurar que las superficies que toman contacto con los peces estén libre de abrasiones o aristas, que puedan provocar lesiones por daño mecánico al contacto
- Reducir las distancias de traslado y verificar que no se encuentren puntos muertos sin flujo de agua en mangueras de traslado
- En la medida de lo posible, se recomienda el uso de tranquilizantes
- Adecuado manejo de la vacuna y mantención de cadena de frío de acuerdo a recomendaciones del proveedor

Administración de vacunas vía inyectable:

- Los animales deben estar completamente anestesiados al momento de ser inoculados
- Se debe realizar recambios frecuentes del agua en la tolva de anestesia
- Se debe asegurar un adecuado aporte de oxígeno durante el proceso de recuperación de la anestesia

- Se debe monitorear que la recuperación (lona de recuperación) se realice sin inconvenientes
- Se debe monitorear el tiempo y dosis de anestesia utilizada
- Se debe cambiar las agujas utilizadas para inocular la vacuna de acuerdo a recomendación del proveedor
- Se debe monitorear (muestreo de puntos) con regularidad, la aplicación de vacuna en la zona adecuada (línea media) para evitar riesgo de punción de órganos y reacciones adversas (adherencias/melanosis)
- Se debe verificar con regularidad, la administración de dosis de acuerdo a la recomendación del proveedor de vacuna

4.1.5. Utilización de dietas funcionales y aditivos nutricionales

Descripción: Las dietas funcionales han ido ganando, en el último tiempo, un lugar relevante como parte de los programas de prevención y control de las principales enfermedades que afectan la Industria, con el objetivo de preparar, fortalecer y proteger a cada uno de los individuos de la población frente a los desafíos sanitarios y/o medioambientales.

Las dietas funcionales están diseñadas para entregar un aporte determinado de nutrientes, que son requeridos por los peces en ciertos momentos del ciclo (por ejemplo pre y post transferencia, situaciones de mayor susceptibilidad a agentes infecciosos, etc). A su vez, con la utilización de distintas combinaciones de aditivos nutricionales, se busca suplementar las dietas comerciales definidas en el plan de producción, para entregar apoyo nutricional a los peces y cubrir requerimientos específicos de acuerdo a las condiciones de cultivo, como por ejemplo, apoyo a la funcionalidad hepática o regeneración de la piel, entre otros.

Fundamento: Las dietas funcionales son aquellas que contienen nutrientes específicos, destinados a prevenir los efectos de situaciones críticas del estado sanitario de los peces, mediante el aporte de una serie de ingredientes naturales y funcionales que actúan en forma combinada y sinérgica para lograr los siguientes beneficios:

- Disminuir el ingreso de patógenos al pez
- Reforzar el sistema inmune
- Fortalecer la piel y escamas
- Aumentar la capacidad anti-oxidante del pez
- Mejorar la salud intestinal
- Potenciar la eficiencia de las vacunas
- Permitir una mayor tolerancia al estrés

En base a conceptos de prevención de enfermedades y de bienestar animal, se considera el uso de dietas que hayan sido formuladas con altos estándares nutricionales y que idealmente posean un perfil específico de ácidos grasos omega 3 y 6, que permite un óptimo funcionamiento del sistema inmune y cardiovascular. Se recomienda su uso principalmente en situaciones de mayor susceptibilidad de los peces, o en etapas donde se busca producir peces más robustos. Estas dietas pueden ser usadas en todo el periodo de producción, en las fases de agua dulce y mar.

Evaluación: Para la evaluación de uso de dietas funcionales, se debe implementar un sistema de evaluación en base al riesgo de acuerdo a la realidad de cada centro. Existen softwares disponibles como herramientas de apoyo, a objeto de evaluar la probabilidad de ocurrencia de SRS por barrio y por especie (por ejemplo), y de esta forma, sugerir el uso de dietas funcionales para anticiparse a la ocurrencia de un brote en base al resultado de la evaluación de riesgo.

4.2. PLAN DE VIGILANCIA SANITARIA

Descripción: Cada centro tendrá definido un plan de vigilancia sanitaria a cargo de un equipo de Médicos Veterinarios competentes, los que con una frecuencia mínima quincenal, deberán realizar visitas veterinarias a los planteles, tanto en la fase de agua dulce como en la fase de agua mar. Los objetivos de dichas visitas serán detectar precozmente posibles enfermedades que se presentan durante el ciclo productivo (de carácter infecciosas y no infecciosas), velar por el cumplimiento de los programas oficiales de muestreo de patógenos, verificar la aplicación de las medidas de prevención y control, el bienestar animal, la evaluación de las medidas de bioseguridad, indicar el uso de dietas funcionales, la aplicación de planes de contingencia, la capacitación del personal a cargo de temas de salud de peces, etc.

Fundamento: Junto con las medidas indicadas en los puntos anteriores, el diagnóstico precoz y una rápida implementación de medidas de control, son la base para evitar el impacto de brotes y disminuir el uso de fármacos. Esto se logra con una adecuada vigilancia, tanto por parte de los equipos de salud, como por los encargados de los centros de cultivo.

Recomendación: Registro de porcentajes de mortalidad (SCA + causas infecciosas), número de brotes, número de tratamientos, kilos de principio activo de medicamentos administrados /toneladas biomasa cosechada, ausencia de notificaciones de Centro de Alta Diseminación para Caligus y SRS.

Evaluación: Se deberá hacer una revisión mensual del cumplimiento del plan de visitas con registro en la bitácora de salud de cada centro Pincoy. Además, se revisará mensualmente

el registro de mortalidades por causas, y registro de tratamientos que son enviadas al sistema SIFA de SERNAPESCA.

4.2.1. Realización de necropsias

Descripción: Se realizarán necropsias por cada unidad productiva, con una frecuencia mínima de 4 veces por semanas. Estos ejemplares deberán ser de talla promedio de la población, sin deformaciones ni evidencia de daños *post mortem*. El tiempo transcurrido entre la muerte y el momento en que se realice la necropsia, deberá ser el mínimo, ya que los cambios *post mortem* pueden confundirse con algunas alteraciones patológicas. Toda necropsia debe quedar registrada.

Fundamento: Aportar información rápida y oportuna obtenida de la revisión de los signos clínicos de enfermedades, de manera de generar un pre-diagnóstico, siendo un complemento en la identificación de las posibles causas de mortalidad que pudieran estar afectando a un centro de cultivo. Junto con la posible identificación de la causa de muerte, la realización de necropsias puede constituir una manera de seleccionar y obtener muestras de órganos, en los cuales se pueda realizar exámenes adicionales.

Recomendación: Registro de porcentajes de mortalidad (SCA + causas infecciosas), número de brotes, número de tratamientos, kilos de principio activo de medicamentos administrados /toneladas biomasa cosechada, ausencia de notificaciones de CAD Caligus y SRS.

Evaluación: Número de necropsias realizadas durante la semana, a través de la revisión de los registros de necropsia.

4.2.2. Diagnósticos agua dulce

Descripción: Con una frecuencia mínima quincenal, se realizarán necropsias por parte de los Médicos Veterinarios, y se deberá tomar muestras para la detección de patógenos prevalentes a través de qRT-PCR, de acuerdo al criterio veterinario. Además, previo al traslado, se deberá chequear para *Piscine orthoreovirus* (PRV) a través de qRT-PCR.

En lo posible, y frente a eventuales asilamientos de patógenos bacterianos, se deberá realizar pruebas de sensibilidad antimicrobiana.

Fundamento: Identificar la positividad de los principales patógenos que afectan a los peces en la fase de agua dulce, y realizar la evaluación del riesgo sanitario de los diferentes

planteles que darán origen a los centros Pincoy, de manera de establecer posibles medidas de control o establecer la viabilidad productiva del grupo.

Recomendación: Registro de frecuencia de aislamiento e identificación de patógenos, mortalidad mensual asociada a patógenos en agua dulce, número de peces eliminados por cuadros infecciosos.

Evaluación: Disminución de la casuística de cuadros infecciosos que afectan a los centros de agua dulce, comparado con ciclos de producción anteriores.

4.2.3. Diagnósticos en agua mar

Descripción: Con una frecuencia mínima quincenal, se realizarán necropsias por parte de los Médicos Veterinarios, y se deberá tomar muestras para la detección de SRS a través de la técnica qRT-PCR desde el comienzo del ciclo productivo. Para los agentes de HSMI, BKD y Amebiasis, la frecuencia mínima será mensual. En el caso de IPN, la frecuencia será mensual, sólo durante los dos primeros meses de cultivo, a través de PCR. En lo posible, y frente a eventuales asilamientos, se deberá realizar genotipifcación y pruebas de sensibilidad antimicrobiana (CMI), una o más veces durante el ciclo productivo.

Fundamento: Identificar la positividad de los principales patógenos que afectan a los peces en la fase de agua mar, y realizar la evaluación del riesgo sanitario de los diferentes planteles que darán origen a los centros Pincoy, de manera de establecer posibles medidas de control o establecer la viabilidad productiva del grupo.

Recomendación: Registro de frecuencia de aislamiento e identificación de patógenos, mortalidad mensual asociada a patógenos en agua mar, número de peces eliminados por cuadros infecciosos. Seguimiento de la mortalidad específica.

Evaluación: Disminución de la casuística de cuadros infecciosos que afectan a los centros de agua mar, y reducción en el uso de antibióticos comparado con ciclos de producción anteriores.

4.3. CONTROL DE ENFERMEDADES

Descripción: Se considera aplicación de medidas de control a cualquier actividad que se implemente para lograr normalizar la condición de salud de un plantel afectado por la influencia de agentes patógenos.

Fundamento: Toda vez que ocurre un brote de alguna enfermedad viral, fúngica, parasitaria o bacteriana, se deben implementar medidas para establecer el control de la patología detectada, para mantener el bienestar animal y reducir el impacto al centro afectado. El control estará orientado a atacar al agente patógeno que provoca la enfermedad, además de la implementación de medidas de manejo y de apoyo, para evitar su diseminación a otras unidades y para reducir su impacto en la población afectada.

4.3.1. Control de fungosis en agua dulce

Descripción: La fungosis o saprolegniasis es una condición patológica que afecta a las diferentes etapas del cultivo de peces en agua dulce, e involucra a diferentes especies de hongos pertenecientes al género *Saprolegnia*, los cuales son patógenos saprófitos y oportunistas. Su presentación ocurre principalmente después de manejos, eventos de estrés, condiciones deficientes de calidad de agua, altas densidades, quiebres, cambios de temperatura y asociado en forma mixta o a consecuencia de otras enfermedades como la IPN, BKD y Flavobacteriosis (*Flavobacterium psychrophilum*).

Principio activo	Via administración	Dosis	Duración
Bronopol	Inmersión	20-60 ppm	30-60 min
Cloruro de sodio	Inmersión	1,5 a 2%	30-60 min
Formaldehido	Inmersión	100-200 ppm	30-60 min

Tabla 15. Tratamientos antimicóticos para peces en agua dulce.

Estos se pueden aplicar como rutina de baños semanales en base a observación, mortalidad diaria, manejos, etc.

Fundamento: La fungosis genera daño tegumentario, principalmente en la base de aletas, pudiendo producir altas mortalidades y estrés, facilitando la vía de ingreso a otros patógenos. En brotes durante la etapa de smolt, puede ocasionar mortalidad durante el traslado y durante los primeros días post ingreso a mar. Si el daño en aletas es avanzado y alcanza la base de las aletas, genera pérdidas constantes en los peces sobrevivientes.

Recomendación: Registro de porcentaje de mortalidad diaria por micosis calculada en base a clasificación de mortalidad primaria realizada por personal capacitado del centro de cultivo. Los niveles de mortalidad de referencia para terapia curativa serán de 0,005% a 0,05% por la causa. Se recomienda, como estrategia, realizar baños semanales o posterior a manejos.

Evaluación: Porcentaje de mortalidad postbaño. Se revisará diariamente la evolución de mortalidad específica, para revisar los resultados de la estrategia de baños realizada.

4.3.2. Tratamientos antiparasitarios en centros de mar

Descripción: La caligidosis es una enfermedad parasitaria presente durante la fase de engorda de salmónidos en estuarios y mares de las costas chilenas, observada desde los inicios de esta actividad productiva, y actualmente es considerada -junto con SRS- uno de los mayores desafíos sanitarios a resolver en la industria salmonera. La caligidosis es causada por el ectoparásito *Caligus rogercresseyi*, copépodo que se fija en la piel de los peces causando lesiones que predisponen a la presentación de otras enfermedades como el SRS. Además, afecta directamente el consumo de alimento y, por lo tanto, la ganancia de peso y el crecimiento de los peces. Para el control de esta parasitosis se han utilizado diferentes fármacos de administración vía oral y baño.

En relación a los tratamientos antiparasitarios dirigidos al control de la caligidosis, se considerará la administración y dosificación de los siguientes medicamentos antiparasitarios:

Tratamientos antiparasitarios orales:

- Lufenuron 10%: 35 mg/kg como dosis total, el fabricante recomienda entregar 5 mg/kg por 7 días, pudiendo extenderse el tratamiento hasta 10 a 12 días de acuerdo a la experiencia práctica que existe.
- Benzoato de emamectina 0.2%: 0.05 a 0.1 mg/kg por 7 a 14 días.

El uso de antiparasitarios por vía oral en centros Pincoy será de al menos 1 aplicación de emamectina durante los primeros 3 meses posterior al ingreso en centros marinos y estuarinos (con historial del caligus), y en los centros con historial de altas cargas se podrá utilizar Lufenuron, el cual se aplica en los smolt en los centros de agua dulce, 1 mes previo al traslado al mar.

Tratamientos antiparasitarios vía baño:

- Deltametrina 1%: 0.2 - 0.3 ml/m^3 por 40 minutos.
- Cipermetrina 5%: 0.3 ml/m^3 por 30 a 40 minutos.
- Azametifos 50%: 0.2 ppm/m^3 entre 30 a 60 minutos.
- Peróxido de hidrógeno: 850 ppm/m^3 entre 20 a 30 minutos (realizado en jaula o wellboat).
- Hexaflumurón 10%: 20L/1000m^3 por 120 minutos.

Para la realización de tratamientos por baño, se utilizarán cargas parasitarias gatillantes establecidas en la normativa vigente (Res.Ex. Nº13-2015 SERNAPESCA), considerando además rotación de fármacos para reducir el riesgo de generar resistencia a los principios activos. Estos productos farmacológicos se utilizarán sólo en las ventanas de baño definidas y publicadas por SERNAPESCA para cada región, propendiendo a la coordinación de barrios.

Alternativas no farmacológicas para tratamiento y prevención de caligidosis

- Tratamiento térmico contra caligus
- Faldones perimetrales, para prevención de infestación
- Dietas funcionales
- Otros: Ultrasonido, vacunas, snorkel, alimentación submarina, etc.

Fundamento: El uso de tratamientos para controlar la presencia de caligus en los peces de cultivo es necesario para disminuir el impacto en el deterioro del estado de salud, la menor conversión alimenticia, la disminución de la tasa de crecimiento y el menor valor comercial del producto final.

Recomendación: Los indicadores serán los siguientes:

- Carga promedio semanal: Recuento en cada centro de cultivo, en 4 jaulas al azar de número de parásitos promedio de los estadios de desarrollo juvenil, hembra ovigera (HO) y adulto móvil (AMc) excluyendo las HO. Los que serán informados a través de planilla SIFA a SERNAPESCA cumpliendo la normativa vigente.

- Eficacia tratamiento inmersión: Dado por el porcentaje de reducción de la carga calculado con el muestreo previo al baño (24 h antes) y posterior al baño (72 h luego de realizado el baño). Esto, utilizando el promedio de las 4 jaulas en seguimiento, los que serán informados a través de planilla IPT (SERNAPESCA).

Evaluación: Con el fin de evaluar la eficacia del tratamiento antiparasitario, se deben analizar las cargas parasitarias en las jaulas un (1) día previo a la realización del tratamiento y al tercer (3) día de terminado el tratamiento, debiendo ser en ambos casos las mismas jaulas evaluadas. Este monitoreo sólo considera la cuantificación de estadios AMc y HO, de los tratamientos de inmersión.

- Resultados eficacia baño antiparasitario:

Los porcentajes de la tabla 15 indican el nivel de reducción parasitaria posterior al baño, que se utilizarán para identificar si un baño alcanza la eficacia esperada.

Principio activo	Alta	Media	Baja
Azametifos	>95	90-95%	<90
Cipermetrina	>90	75-90%	<75

Deltametrina	>90	75-90%	<75
Peróxido de hidrógeno	>90	80-90%	<80

Tabla 16. Porcentaje de eficacia alta, media y baja de un baño antiparasitario, utilizando la reducción de carga HO entre muestreo previo y posterior al baño.

4.3.3. Tratamientos antibióticos

Descripción: Los agentes antimicrobianos son medicamentos que se utilizan para el control de las enfermedades bacterianas y resultan fundamentales para restaurar la salud animal y mejorar el bienestar de los peces. La salud animal es un componente clave de las políticas de bienestar animal, de seguridad alimentaria y de inocuidad de los alimentos. Para un adecuado control de enfermedades bacterianas utilizando antimicrobianos, se debe considerar la dosis, principio activo a utilizar, frecuencia de entrega del medicamento, características del paciente (especie, edad o estado fisiológico), características del patógeno y pruebas de sensibilidad antimicrobiana (CMI, antibiogramas). Además, en el caso de entrega de antibióticos en centros de engorda, se debe considerar la carencia del medicamento a utilizar (considerando la fecha de cosecha) y las condiciones de manejo en el centro de cultivo que permitirán asegurar la entrega adecuada del medicamento.

Se privilegiará el uso de los siguientes antibióticos y dosis, dirigidos al control de Piscirickettsiosis en centros Pincoy:

Tratamientos antibióticos orales:

- Florfenicol: 10 mg/kg/día de florfenicol por 10 días
- Oxitetraciclina: 75 mg/kg/día de oxitetraciclina por 10 días

Tratamientos antibióticos inyectables:

- Oxitetraciclina: 20 mg/kg dosis única
- Florfenicol: 20 mg/kg dosis única

Fundamento: Los antibióticos florfenicol y oxitetraciclina (bacteriostáticos de amplio espectro) se encuentran autorizados a nivel mundial, para ser usados exclusivamente en medicina veterinaria, y han demostrado eficacia contra el patógeno *Piscirickettsia salmonis*, lo que ha permitido controlar el patógeno y disminuir la mortalidad.

Recomendación: Todo centro de cultivo debe contar con seguimiento veterinario, con visitas al menos en forma semanal y realización de necropsia en forma diaria al 100% de los peces clasificados inicialmente como SCA.

Muestreos de rutina diagnóstica semanal y/o ante situaciones de sospecha de presencia de patógenos.

Para la realización de tratamientos antibióticos en los centros se debe considerar:

Criterio medicación: El Médico Veterinario responsable de la supervisión de los aspectos sanitarios del centro de cultivo debe realizar un análisis de riesgo individual del centro de cultivo a tratar, que incorpore al menos los siguientes aspectos: mortalidad, manejos, densidad de cultivo, peso promedio, época del año, vía de administración (oral o inyectable), diagnóstico de otras enfermedades, carga caligus- baños, condición particular y antecedentes previos del centro, información sanitaria del barrio, etc.

El nivel de mortalidad gatillante para un tratamiento antibiótico estará determinado considerando la época del año y el porcentaje de mortalidad especifica por SRS.

- Octubre – Abril: será de 0.01% día por 3 días dentro de una semana móvil
- Mayo – Sept: será de 0.02% día por 3 días dentro de una semana móvil

En caso de estar afectado sólo entre 10% a 20% del centro, se medicarán sólo las jaulas afectadas.

Si hay más de un 20% de jaulas afectadas bajo los mismos criterios de mortalidad indicados anteriormente, se puede evaluar inyectar las jaulas más afectadas y tratar en forma oral el resto del centro, en espera de su evolución.

Plan de contingencia en caso de presencia de brote de SRS en peces con peso mayor a 4.8 kg:

El plan de contingencia aplica en el escenario donde: el peso tenga un valor promedio >4,8 kg y la mortalidad sea > 0,01% por tres días dentro de una semana móvil (entre octubre-abril) o >0,02% por tres días dentro de una semana móvil (entre mayo-septiembre); en los que sea imposible realizar cosecha por falta de capacidad de procesamiento en plantas; en peces con carencia e imposibilidad de comercializar, u otro evento de fuerza mayor. Independiente del mes en que ocurra el brote, se realizará tratamientos en base jaula, según la dosis óptima recomendada (florfenicol 10mg/kg por 10 días), de acuerdo a la evaluación de riesgo realizada por el Médico Veterinario.

Actividades asociadas:

Se coordinará cosecha parcial al momento de detección de SRS siguiendo los valores de mortalidad diaria anteriormente expuestos. Se retirará la biomasa máxima permitida por el wellboat.

Se realizarán raleos intesivos y remoción de orillados, con frecuencia igual o superior a dos veces durante cada día, por el periodo comprendido desde el aumento de mortalidad diaria por sobre el umbral diario de 0,01% o 0,02%, entre los meses de octubre-abril y mayo-septiembre respectivamente, hasta llegada del wellboat para la cosecha parcial, pudiéndose continuar si la mortalidad no baja del umbral diario.

Evaluación:

- Evolución de mortalidad por SRS (%, Nº) post tratamiento
- Control alimento medicado: “dosis esperada v/s encontrada”
- Antibiótico y dosis administrada
- Tiempo de respuesta de la medicación. Evaluar el inicio oportuno del tratamiento

Reaparición de brotes o cuadros persistentes de SRS

Situación a revisar jaula a jaula para un segundo tratamiento en función del peso y las proyecciones de cosecha. Se puede evaluar aplicar, en jaulas no inyectadas, una inyección con oxitetraciclina o florfenicol, o terapias orales con los mismos principios activos.

Para jaulas inyectadas con oxitetraciclina en función del peso y las proyecciones de cosecha, se puede evaluar uso de florfenicol oral o inyectable.

Las jaulas que necesiten un tercer tratamiento, deben ser evaluadas para su cosecha o eliminación en función de su peso promedio.

5.MONITOREO DE BIENESTAR ANIMAL

Descripción: El sistema de monitoreo de Bienestar Animal (BA) diseñado en este manual permite evaluar el estado de bienestar de los peces de los centros de agua mar, agua dulce y transporte, evaluados a través del seguimiento en el tiempo de indicadores operacionales de bienestar (IOBs) seleccionados. Este sistema entrega un "índice de bienestar" o "welfare index" para todo el ciclo productivo de los centros de cultivo. Estos indicadores operacionales se medirán en una frecuencia diaria, semanal, mensual, trimestral y/o como eventos asociados a otras prácticas productivas (determinación de ATPasa).
El sistema está diseñado para que entregue señales de alerta, con el fin de detectar, controlar y prevenir, a través de los factores causantes relacionados con los IOBs, situaciones de desmejoramiento de bienestar.

Fundamento: El concepto de "bienestar animal", se refiere al estado del animal y al modo en que afronta las condiciones de su entorno. De acuerdo a la evidencia científica, se ha determinado que un animal cuenta con buenas condiciones de bienestar si está sano, cómodo, bien alimentado, seguro, si puede expresar sus formas innatas de comportamiento y si no padece sensaciones desagradables de dolor, miedo o desasosiego. Para mantener el bienestar de los animales es necesario que se prevengan sus enfermedades y que se le administre tratamientos veterinarios apropiados para restaurar su salud. Además, es importante que se les proteja, maneje y alimente correctamente y que se les manipule y sacrifique de manera compasiva.

Con el fin de registrar y monitorear el BA, se elaboró una matriz de todos los indicadores de bienestar basados en el animal y en el medioambiente descritos en la literatura para las fases de agua de mar, agua dulce y transporte. Posteriormente, se realizó una selección de los indicadores, sopesando la practicidad de su evaluación (facilidad de toma de datos, muestreos, periodo de muestreo, etc.) para posteriormente aplicar esta matriz en los centros Pincoy.

Recomendación: Los indicadores operacionales de BA seleccionados para seguimiento, se describen en los anexos 7.6., 7.7 y 7.8

Evaluación: Se recomienda medir y registrar los siguientes indicadores operacionales de bienestar animal en centros de cultivo de agua mar, agua dulce y durante el transporte según lo señalado en los puntos 5.1, 5.2 y 5.3.

5.1. MONITOREO DE INDICADORES OPERACIONALES DE BIENESTAR ANIMAL EN CENTROS DE CULTIVO DE AGUA MAR

5.1.1. Registros diarios

5.1.1.1. Oxígeno disuelto

Descripción: Corresponde a la concentración de oxígeno disuelto en la columna de agua, generalmente expresada como mg/l o porcentaje de saturación (%). Su concentración se ve afectada por la salinidad y temperatura del agua y se le considera como el elemento más importante de la calidad de agua donde viven los peces, toda vez que el metabolismo aeróbico del pez depende de la disponibilidad de oxígeno en el agua.

Forma de medir y regularidad: Se medirá el porcentaje de saturación de oxígeno diariamente en al menos 3 puntos diferentes de cada balsa jaula, y a una profundidad media de la balsa jaula utilizando un oxígenometro calibrado. Luego, se deberá calcular el promedio de las 3 mediciones. Esto se realizará 2 veces al día, durante marea alta y también en marea baja.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente de acuerdo a la siguiente tabla, y se ingresará la valorización del valor del score de bienestar (SB) dentro del sistema.

Porcentaje de saturación de oxígeno	Valorización para SB
< 55%	0
55-85 %	50
85-110%	100
> 110 %	50

Tabla 17. Porcentaje de saturación de oxígeno en centros de cultivo y valorización del SB.

Medidas o acciones de remediación sugeridas: Suspender tratamientos y entrega de alimento, así como chequear crecimiento de algas, enfermedades (incubación), crecimiento y densidades

5.1.1.2. Mortalidad diaria

Descripción: Corresponde a toda la mortalidad diaria, es decir, por causa infecciosa o no infecciosa sin causa aparente. La muerte de animales corresponde al punto mínimo de bienestar en los animales, independiente si es por una enfermedad u otra causa no infecciosa. Valores altos de mortalidad indican problemas de manejo productivo y/o sanitarios que reflejan un nivel de bienestar desmejorado y una alta tasa de mortalidad en un grupo elevado de peces.

Forma de medir y regularidad: Se estimará la mortalidad diariamente para cada balsa jaula, tomando el número de animales muertos, y se dividirá por el número total de animales vivos registrados el día anterior.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente de acuerdo a la siguiente tabla para Salmón del Atlántico, y se ingresará la valorización del SB dentro del sistema.

Mortalidad diaria	Valorización para SB
< 0,01%	100
0,01-0,02%	75
0,02-0,03%	50
> 0,03%	0

Tabla 18. Porcentaje de mortalidad diaria en centros de cultivo y valorización del SB.

Medidas o acciones de remediación sugeridas: Chequear enfermedades subclínicas y clínicas, alimentación, factores abióticos (oxígeno, tóxicos).

5.1.1.3. Presencia de microalgas nocivas

Descripción: Corresponde a la presencia o ausencia de microalgas nocivas para peces en el centro de producción de mar. Las algas nocivas para peces se pueden presentar

como crecimientos algales de diferente color y magnitud, visibles a simple vista, o bien su evidencia puede ser encontrada en peces muertos. La especies de algas más nocivas y comunes en Chile son *Pseudochattonella verruculosa, Karenia sp., Karlodinium cf. Australe, Alexandrium catenella, Chaetoceros convolutus*, pudiendo encontrase otras más.

Forma de medir y regularidad: Se medirá diariamente la presencia de estas microalgas, confirmado por presunción clínica y análisis de laboratorio si fuese necesario en cada balsa jaula.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente de acuerdo a la siguiente tabla y se ingresará la valorización del SB dentro del sistema.

Microalgas nocivas para peces	Valorización para SB
Presente	0
Ausente	100

Tabla 21. Presencia o ausencia de microalgas nocivas en centros de cultivo y alorización del SB.

Medidas o acciones de remediación sugeridas: Suspender alimentación y tratamientos como baños antiparasitarios. Evaluar suplementación de oxígeno con una fuente externa. Considerar cosecha temprana dependiendo del brote y mortalidad.

5.1.1.4. Conducta letárgica

Descripción: La letargia en peces se define como una disminución en la conducta de nado, alimentación y de fuga frente a un estrés visual, sonoro, táctil. Entendida así, corresponde a una disminución de la actividad asociada a estas conductas a nivel de sistema nervioso central. En consecuencia, los peces están en un estado de bienestar desmejorado. Esto último, debido a que pueden estar cursando algún cuadro patológico, o existe una disminución en la alimentación y crecimiento normal.

Forma de medir y regularidad: Se estimará diariamente en cada jaula el porcentaje de peces con letargia. Para esto se deberá observar por al menos 1 minuto a los peces en la balsa jaula y estimar a buen criterio el porcentaje de peces letárgicos.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente, indicando el porcentaje de peces sin letargia.

Medidas o acciones de remediación sugeridas: Verificar existencia de enfermedades bacterianas e iniciar tratamiento, chequear oxígeno y tóxicos ambientales.

5.1.1.5. Nado anormal

Descripción: El nado anormal corresponde a cualquier cambio en el nado (exceptuando letargia) que se visualiza como nado rápido, saltos, nado en tirabuzón, nado invertido, nado en superficie (aletas visibles en superficie), entre otros. Estos nados son causados por una multitud de factores, todos ellos asociados a estados disminuidos de bienestar en peces. Estos incluyen enfermedades (virales, bacterianas, parasitarias, algas nocivas), calidad del agua (oxígeno disuelto, tóxicos), problemas sociales (jerarquías, agresividad), cambios fisiológicos (madurez sexual).

Forma de medir y regularidad: Se estimará diariamente en cada jaula el porcentaje de peces con nado anormal. Para esto se deberá observar por al menos 1 minuto a los peces en la balsa jaula y estimar a buen criterio el porcentaje de peces con nado normal.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente, indicando el porcentaje de peces con nado normal.

Medidas o acciones de remediación sugeridas: Realizar diagnóstico de cuadro clínico en curso y posterior evaluación de un tratamiento, chequear oxígeno y tóxicos ambientales, chequear deformidades.

5.1.1.6. Boqueo

Descripción: Corresponde a la conducta de los peces de salir a la superficie y tomar directamente aire por la boca, con el fin de aumentar la concentración de oxígeno en las branquias. Esta conducta está asociada a dos situaciones: a) disminución de concentración de oxígeno en el agua; o b) aumento de consumo de oxígeno por los peces (estados metabólicos aumentados por enfermedades de la producción o infecciosas). En ambos casos, los peces están en una condición desmejorada de bienestar.

Forma de medir y regularidad: Se estimará diariamente en cada jaula la frecuencia de peces con boqueo. Para esto se deberá observar por al menos 1 minuto a los peces en

un sector de la balsa jaula y estimar a buen criterio el porcentaje de peces con boqueo según tabla.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente, indicando la frecuencia encontrada y se ingresará la valorización del SB dentro del sistema.

Frecuencia peces boqueado (boqueos/min)	Valorización para SB
≤1	100
2-9	50
≥ 10	0

Tabla 22. Frecuencia de peces boqueando en centros de cultivo y valorización del SB.

Medidas o acciones de remediación sugeridas: Chequear oxígeno y tóxicos ambientales

5.1.2. Registros semanales

5.1.2.1. Caligidosis

Descripción: Corresponde a la presencia o ausencia de parasitosis por *Caligus rogercresseyi*, y su nivel de infestación. Las enfermedades parasitarias son debilitantes y estresantes para el pez, quien además debe destinar recursos energéticos para controlar la infestación, disminuyendo el crecimiento. A su vez, y dependiendo del grado de infestación, puede llevar a la muerte por descompensación de la homeostasis interna.

Forma de medir y regularidad: Se estimará semanalmente la presencia/ausencia de caligidosis y su grado de infestación promedio. Esto se realizará en 4 jaulas de producción y aprovechando la medición semanal del Programa de Vigilancia obligatorio por SERNAPESCA vigente. El muestreo debe ser hecho por lance, procurando tomar peces no dañados por golpes o redes. A su vez, de forma óptima, este muestreo se debe realizar a 30 peces de cada jaula, y como mínimo a 10 peces por jaula.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente de acuerdo a la siguiente tabla para Salmón del Atlántico, y se ingresará la valorización del SB dentro del sistema.

Promedio hembras adultas/pez	Valorización para SB
0	100
0,1 - 2	75
2,1 - 4	25
4,1 - 6	0

Tabla 25. Nivel de infestación de *Caligus rogercresseyi* por pez, muestreado en centros de cultivo y valorización del SB .

Medidas o acciones de remediación sugeridas: Evaluar uso de una estrategia de nutrición y alimentación específicas, y realizar baños o medicación si fuese necesario.

5.1.2.2. Piscirickettsiosis (SRS)

Descripción: Corresponde a la presencia o ausencia de brotes conformados de la enfermedad. La piscirickettsiosis corresponde a una enfermedad debilitante, insidiosa, de mortalidad variable, por lo que el hecho de presentar brotes significa un estado de bienestar desmejorado para los peces.

Forma de medir y regularidad: Se medirá semanalmente la presencia de brote clínico en cada balsa jaula. Se entiende por cuadro clínico de la enfermedad, la suma de síntomas clínicos específicos en peces vivos y signos compatibles con SRS al momento de la necropsia de peces muertos. Entendido así, se deberá llevar a cabo un examen clínico de los peces vivos, y luego realizar la necropsia de la mortalidad diaria, categorizando de acuerdo a lo dispuesto por la normativa vigente, en origen infeccioso (IPN, SRS, etc.) o sin causa aparente.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente de acuerdo a la siguiente tabla, y se ingresará la valorización del SB dentro del sistema.

Brote de SRS	Valorización para SB
≥ 0,02% mortalidad especifica SRS por día mantenida por 5 días	0

< 0,02 % mortalidad especifica SRS por día mantenida por 5 días	100

Tabla 19. Porcentaje de mortalidad de SRS en centros de cultivo y valorización del SB.

Medidas o acciones de remediación sugeridas: Realizar diagnóstico confirmativo, evaluar tratamiento antibiótico y revisar manejo de vacunaciones. Evaluar uso de una estrategia de nutrición y alimentación específicas. Considerar cosecha temprana de los peces si su peso está sobre 4.8 kg.

5.1.2.3. IPN

Descripción: Corresponde a la presencia o ausencia de brotes conformados de la enfermedad. El IPN corresponde a una enfermedad debilitante, insidiosa, de mortalidad alta cuando se presenta en mar, generalmente post-transferencia a mar, por lo que el hecho de presentar brotes significa un estado de bienestar desmejorado para los peces.

Forma de medir y regularidad: Se medirá semanalmente la presencia de brote clínico en cada balsa jaula. Se entiende por cuadro clínico de la enfermedad la suma de síntomas clínicos específicos en peces vivos y signos compatibles con IPN al momento de la necropsia de peces muertos. Entendido así, se deberá llevar a cabo un examen clínico de los peces vivos, y luego realizar la necropsia de la mortalidad diaria categorizando de acuerdo a lo dispuesto por la normativa vigente, en origen infeccioso (IPN, SRS, etc.) o sin causa aparente.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente de acuerdo a la siguiente tabla, y se ingresará la valorización del SB dentro del sistema.

Brote de IPN	Valorización para SB
>0,05 % día de IPN	0
Ausente	100

Tabla 20. Presencia o ausencia de brote de IPN en centros de cultivo y valorización del SB.

Medidas o acciones de remediación sugeridas: Realizar diagnóstico confirmativo y revisar manejo de vacunaciones. Evaluar uso de una estrategia de nutrición y alimentación específicas.

5.1.2.4. Depredadores

Descripción: Corresponde a la presencia y/o ataque de lobos marinos en los centros de producción. El riesgo es la muerte de los peces por parte de lobos y escapes de salmones a un medio desconocido y hostil fuera del centro de producción, lo que conlleva a una disminución del estado de bienestar de los peces producidos.

Forma de medir y regularidad: Se estimará semanalmente la presencia y/o ataques de lobos en el centro de producción. Se categorizará como ausencia o presencia de lobos a simple vista o ataques de acuerdo a la tabla siguiente. Se entenderá por ataque a la presencia de peces muertos por esta causa.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente y se ingresará la valorización del SB dentro del sistema.

Depredadores	Valorización para SB
Ausencia	100
Presencia	50
Ataque	0

Tabla 23. Presencia, ausencia y eventos de ataques de depredadores en centros de cultivo y valorización del SB.

Medidas o acciones de remediación sugeridas: Verificar estado de redes y mallas de protección. Verificar esto de otros elementos persuasivos (muñecos).

5.1.2.5. Ayuno

Descripción: corresponde a la práctica intencional o no intencional de no entregar alimento a los peces producidos. Se utiliza para asegurar un vaciamiento gastrointestinal antes del faenamiento o transporte de peces vivos con el fin de disminuir la carga bacteriana en el agua y carcasa posteriores. La evidencia señala que periodos prolongados de ayuno movilizan el metabolismo a una zona catabólica, que pone en detrimento la condición física y fisiológica del pez. Además, debido a la capacidad de los peces a acostumbrase y anticipar momentos de alimentación, la ausencia de alimento provocaría un aumento de esta conducta anticipatoria, del gasto energético y conducta agresiva con otros peces. En su conjunto, ayunos prolongados disminuyen el estado de bienestar de peces producidos.

Forma de medir y regularidad: Se estimará diariamente los días en ayuno de los peces.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente y se ingresará la valorización del SB dentro del sistema.

Ayuno (días)	Valorización para SB
0 a 3 días	100
4 a 7 días	50
> de 7 días	0

Tabla 24. Ayuno en días en centros de cultivo y valorización del SB.

Medidas o acciones de remediación sugeridas: Verificar estado de alimentadores automáticos, resguardar correcto suministro de alimento en el centro de producción, optimizar tiempos de cosecha y transporte.

5.1.2.6. Deformidades vertebrales

Descripción: Corresponde a la presencia de peces con alguna deformidad vertebral. Estas se visualizan como cambios anatómicos o curvaturas del pez en su columna vertebral. Peces con deformidades están en un estado desmejorado de bienestar, ya que no pueden desplazarse bien, alterando y disminuyendo su capacidad alimenticia, creciendo inadecuadamente. Las deformidades vertebrales han estado asociadas a deficiencias nutricionales en la dieta, genética y manejos productivos inadecuados en agua dulce (luz, temperaturas de incubación, calidad de agua).

Forma de medir y regularidad: Se medirá semanalmente junto a muestreos propios del centro de producción (Muestreo Obligatorio de Caligus), el porcentaje de peces con alguna deformidad vertebral. De forma óptima, este muestreo se debe realizar a 30 peces de cada jaula, pero como mínimo a 10 peces por jaula.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente, indicando el porcentaje de peces sin deformidades (0 a 100%) y se ingresará la valorización del SB dentro del sistema.

Medidas o acciones de remediación sugeridas: Chequear conducta alimenticia (pre y durante alimentación) y realizar cambio de manejo de alimentación y nutrición. Verificar y revisar manejos de agua dulce y genética de cepas de peces.

5.1.2.7. Lesiones en aleta dorsal

Descripción: Corresponde a la presencia de peces con alguna lesión en sus aletas. Estas se visualizan como erosión, mordidas, apertura de rayos, sangre en la aleta dorsal. La causa de una lesión de aleta es multivariada, siempre ligada a una disminución en el estado de bienestar del animal (nutrición, alimentación, agresividad, abrasión, calidad de agua, dolor, entre otros)

Forma de medir y regularidad: Se medirá semanalmente junto a muestreos propios del centro de producción (Muestreo Obligatorio de Caligus), el porcentaje de peces con daño en aleta dorsal. De forma óptima, este muestreo se debe realizar a 30 peces de cada jaula, pero como mínimo a 10 peces por jaula.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente, indicando el porcentaje de peces sin lesiones, y se ingresará la valorización del SB dentro del sistema.

Medidas o acciones de remediación sugeridas: Chequear densidades, conducta alimenticia (pre y durante alimentación) y cambio de manejo de alimentación y nutrición. Verificar/cambiar redes. Realizar examen clínico para enfermedades y tratamiento, si fuese necesario.

5.1.2.8. Descamación

Descripción: Corresponde al desprendimiento de escamas desde el pez. Para que esto ocurra se deben romper las barreras naturales de la piel del pez, que incluyen mucus, células escamosas y mucosas, por lo que se asume un daño importante a esta primera barrera, quedando más expuestos a la interacción con su medio, principalmente a bacterias, virus y parásitos, como también a cambios en la homeostasis interna, que disminuyen el estado de bienestar de los peces.

Forma de medir y regularidad: Se medirá semanalmente junto a muestreos propios del centro de producción (Muestreo Obligatorio de Caligus), el porcentaje de peces con una descamación superior al 50% de su cuerpo. De forma óptima, este muestreo se debe realizar a 30 peces de cada jaula, pero como mínimo a 10 peces por jaula.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente ,indicando el porcentaje de peces sin descamación, y se ingresará la valorización del SB dentro del sistema.

Medidas o acciones de remediación sugeridas: Chequear densidades, observar conducta alimenticia (pre y durante alimentación) y realizar cambio de manejo de alimentación y nutrición. Verificar/cambiar redes. Realizar examen clínico para enfermedades y realizar tratamiento, si fuese necesario.

5.1.2.9. Lesiones corporales y ojo

Descripción: Corresponde a la presencia de peces con alguna lesión en su cuerpo u ojo. Estas se visualizan como erosión, mordidas, sangre, entre otros. La causa de una lesión en el cuerpo es multivariada, siempre ligada a una disminución en el estado de bienestar del animal (nutrición, alimentación, enfermedades infectocontagiosas, agresividad, abrasión, calidad de agua, dolor, entre otros).

Forma de medir y regularidad: Se medirá semanalmente junto a muestreos propios del centro de producción (Muestreo Obligatorio de Caligus), el porcentaje de peces con daño en cuerpo y ojo. De forma óptima, este muestreo se debe realizar a 30 peces de cada jaula, pero como mínimo a 10 peces por jaula.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente, indicando el porcentaje de peces sin lesiones, y se ingresará la valorización del SB dentro del sistema.

Medidas o acciones de remediación sugeridas: Chequear densidades, conducta alimenticia (pre y durante alimentación) y cambio de manejo de alimentación y nutrición. Verificar/cambiar redes. Realizar examen clínico para enfermedades y tratamiento, si fuese necesario.

5.1.2.10. Estado de branquias

Descripción: Corresponde a cualquier alteración de branquias, que pueden incluir decoloración (palidez), sangre, quistes, parásitos, desprendimiento, entre otros. Las branquias representan una primera barrera de entrada de patógenos biológicos y químicos, y cualquier alteración conllevará estados de desbalance fisiológico del pez y un estado desmejorado de bienestar.

Forma de medir y regularidad: Se medirá semanalmente junto a muestreos propios del centro de producción (Muestreo Obligatorio de Caligus), el porcentaje de peces con alguna alteración en branquias (descoloración, parásitos, sangre, quistes, etc.). De

forma óptima, este muestreo se debe realizar a 30 peces de cada jaula, pero como mínimo a 10 peces por jaula.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente, indicando el porcentaje de peces con branquias normales, y se ingresará la valorización del SB dentro del sistema.

Medidas o acciones de remediación sugeridas: Chequear densidades, conducta alimenticia (pre y durante alimentación). Verificar/cambiar redes. Realizar examen clínico para enfermedades y tratamiento, si fuese necesario.

5.1.2.11. Estado y limpieza de redes

Descripción: Corresponde al estado de incrustaciones de las redes, desde redes de balsa jaula muy limpias hasta redes muy sucias, que interfieren con el paso normal del agua de mar disminuyendo la calidad del agua y consecuentemente el bienestar de los peces.

Forma de medir y regularidad: Se medirá semanalmente el estado de las redes de cada balsa jaula, aprovechando los muestreos habituales del centro de producción, de acuerdo al grado de crecimiento de algas, incrustaciones de moluscos o suciedad en las redes, de acuerdo a lo sugerido por las empresas salmoneras o su sistema de seguimiento de redes.

Interpretación de resultados y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente de acuerdo a la siguiente tabla, y se ingresará la valorización del SB dentro del sistema.

Estado de redes (grado de suciedad)	Valorización para SB
1	100
2	75
3	50
4	25
5	0

Tabla 26. Grado de suciedad de redes en centros de cultivo y valorización del SB .

Medidas o acciones de remediación sugeridas: Verificar/cambiar redes.

5.1.3. Registros mensuales o trimestrales

5.1.3.1. Madurez sexual

Descripción: Corresponde a la presencia o ausencia de peces maduros sexualmente. Se puede presentar visiblemente en características sexuales como cambios de conducta, color de piel, poro urogenital abultado, liberación de semen o ovas etc. Mantener peces en estados de madurez sexual implica una disminución de su estado de bienestar, al existir mayor agresividad, mayor nado de escape para reproducción, y de sus necesidades conductuales. Además, es indicativo de problemas de manejo productivo (manejo de fotoperiodo).

Forma de medir y regularidad: De forma óptima se medirá mensualmente junto a algún muestreo propio del centro de producción. Sin embrago, se acepta como mínimo un muestreo cada 3 meses. A su vez, de forma óptima este muestreo se debe realizar a 30 peces de cada jaula, pero como mínimo a 10 peces.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente de acuerdo a la siguiente tabla, y se ingresará la valorización del SB dentro del sistema.

Madurez sexual	Valorización para SB
Presente	0
Ausente	100

Tabla 27. Presencia o ausencia de madurez sexual en centros de cultivo y valorización del SB .

Medidas o acciones de remediación sugeridas: Re-evaluar y ver posibilidad de cosecha temprana.

5.1.3.2. Factor de condición

Descripción: Corresponde a una relación entre el largo del pez y su peso. Indica un desarrollo corporal adecuado a la etapa de vida del pez. Desviaciones de este factor indican algún problema en el manejo productivo y/o sanitario, colocando en estados desmejorados de bienestar a los peces producidos.

Forma de medir y regularidad: Se medirá de forma óptima una vez al mes (mínimo: cada 3 meses) en cada balsa jaula, aprovechando los muestreos habituales del centro de producción. De forma general este se mide como:

Donde:

K = factor de condición
W = peso del animal(g)
L = largo boca-base de cola (cm)

$K= (W/L^3) \times 100$

Sin embargo, se podrá ocupar la metodología habitual que ocupe el centro de producción. De forma óptima, este muestreo se debe realizar a 30 peces de cada jaula, pero como mínimo a 10 peces por jaula.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente de acuerdo a la siguiente tabla, y se ingresará la valorización del SB dentro del sistema.

Factor de condición	Valorización para SB
1,6 - 1,4	100
1,4 – 0,8	50
< 0,8	0

Tabla 28. Factor de condición en peces en centros de cultivo y valorización del SB .

Medidas o acciones de remediación sugeridas: Chequear equipos de alimentación, composición nutricional del alimento, oxígeno, densidad.

5.1.3.3. Dispersión de peso

Descripción: Corresponde a la cuantificación de diferencias de pesos en una población. Un mayor porcentaje de dispersión afecta negativamente a las poblaciones, ya que se producen fuertes jerarquías alimenticias, territoriales, con un consecuente aumento de agresividad y estrés a todos los animales. Adicionalmente, trae como consecuencia una disminución de la producción y problemas posteriores durante la cosecha y el procesamiento de productos finales.

Forma de medir y regularidad: De forma óptima se medirá mensualmente junto a algún muestreo propio del centro de producción. Sin embrago, se acepta como mínimo un

muestreo cada 3 meses. A su vez, de forma óptima este muestreo se debe realizar a 30 peces de cada jaula, pero como mínimo a 10 peces por jaula.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente de acuerdo a la siguiente tabla, y se ingresará la valorización del SB dentro del sistema.

Dispersión (%)	Valorización para SB
> 15	0
7,5- 15	50
< 15	100

Tabla 29. Porcentaje de dispersión de pesos en centros de cultivo y valorización del SB .

Medidas o acciones de remediación sugeridas: Chequear equipos de alimentación, composición nutricional del alimento, oxígeno, densidad.

5.1.4. Recolección y registro de los datos

El registro de los indicadores se realizará a mano y luego se deberá ingresar a una planilla excel, siguiendo el formato del anexo 7.6.

La ponderación de los registros se realizará mediante una fórmula, donde el sistema entregará de forma automática el índice de bienestar de los peces en producción e indicará con un color rojo cuando se debe realizar un procedimiento o labor de remediación.

5.2. MONITOREO DE INDICADORES OPERACIONALES DE BIENESTAR ANIMAL EN CENTROS DE AGUA DULCE

5.2.1. Registros diarios

5.2.1.1. Oxígeno disuelto

Descripción: Corresponde a la concentración de oxígeno disuelto en la columna de agua, generalmente expresada como mg/L o porcentaje de saturación (%). Su concentración

se ve afectada por la temperatura del agua y uso del recurso previo al ingreso en la piscicultura. Se le considera como el elemento más importante de la calidad de agua donde viven los peces, afectando el metabolismo aeróbico del pez, al depender de la disponibilidad de oxígeno en el agua.

Forma de medir y regularidad: Se debe medir el porcentaje de saturación de oxígeno diariamente en todos los estanques, utilizando un oxigenómetro calibrado, calculando el promedio obtenido. Esto se realizará al menos 2 veces al día, una en la mañana (08:00) y otra en la tarde (18:00). Se recomienda que la medición se realice en la salida del estanque.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente de acuerdo a la siguiente tabla, y se ingresará la valorización del SB dentro del sistema.

Porcentaje de saturación de oxígeno (salida del estanque)	Porcentaje de saturación de oxígeno (punto muestreo promedio estanque)	Valorización para SB
< 65%	< 70%	0
65 - 85 %	70 - 85 %	100 - 50
85 - 100%	85 - 105%	50 - 100
> 100 %	>110%	0

Tabla 30. Parámetros de porcentaje de saturación de oxígeno para estanques de RAS y flujo abierto, y valorización del SB.

5.2.1.2. Dióxido de carbono

Descripción: Corresponde a la concentración de dióxido de carbono disuelto en la columna de agua, generalmente expresada como mg/l o porcentaje de saturación (%). Su concentración se ve afectada por la temperatura del agua, uso del recurso previo al ingreso en la piscicultura, florecimientos algales y agitación del agua. Se le considera como un elemento importante de la calidad de agua, afectando el metabolismo aeróbico y produciendo efectos tóxicos y/o letales en los peces.

Forma de medir y regularidad: Se debe medir la cantidad de dióxido de carbono (mg/l) diariamente en al menos dos estanques por sala, correspondiente a los de mayor biomasa, utilizando un sensor de CO_2 calibrado, promediando los valores obtenidos. Esto se realizará 2 veces al día, buscando el peak de alimentación según la estrategia, con el objeto de identificar el punto de mayor concentración del compuesto en el agua.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente de acuerdo a la siguiente tabla, y se ingresará la valorización del SB dentro del sistema.

Cantidad de dióxido de carbono (RAS)	Valorización SB
> 15 mg/l	0
10 - 14 mg/l	50
<9 mg/l	100

Tabla 31. Referencia bibliográfica valores referenciales de CO_2 RAS.

5.2.1.3. Amoniaco libre (NH_3)

Descripción: Corresponde a la concentración de amoniaco libre (NH_3) en la columna de agua, generalmente expresada como mg/L. Su concentración se ve afectada principalmente por el metabolismo catabólico de los peces (orina y fecas) y materia orgánica asociada a compuestos nitrogenados. Se le considera como un elemento importante de la calidad de agua, con efectos tóxicos y/o letales en los peces.

Forma de medir y regularidad: Se debe medir la cantidad de amoniaco libre (mg/L) diariamente en el biofiltro, utilizando un sensor calibrado, promediando los valores obtenidos. Esto se realizará 1 vez al día en la tarde, de acuerdo al peak de alimentación. La concentración del amoniaco libre NH_3 (tóxico) está en directa relación con el nivel de pH, y se debe realizar en pisciculturas de reúso o RAS.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente de acuerdo a la siguiente tabla, y se ingresará la valorización del SB dentro del sistema.

Cantidad de amoniaco libre NH_3	Valorización para SB
$\leq$ 0.0067	100
0,0068 – 0,00125	50
> 0,0125 mg/L	0

Tabla 32. Parámetros de amoniaco libre en centros de agua dulce y valorización del score de bienestar.

		pH					
		6.5	7	7.5	8	8.5	9
	0,1	0,0001	0,0002	0,0007	0,0021	0,0063	0,0177

NH4 (mg/L)	0,2	0,0001	0,0004	0,0013	0,0042	0,0127	0,0353
	0,3	0,0002	0,0006	0,0020	0,0063	0,0190	0,0530
	0,4	0,0003	0,0009	0,0027	0,0084	0,0254	0,0706
	0,5	0,0003	0,0011	0,0034	0,0105	0,0317	0,0883
	0,6	0,0004	0,0013	0,0040	0,0126	0,0381	0,1059
	0,7	0,0005	0,0015	0,0047	0,0147	0,0444	0,1236
	0,8	0,0005	0,0017	0,0054	0,0168	0,0508	0,1412
	0,9	0,0006	0,0019	0,0061	0,0189	0,0571	0,1589
	1	0,0007	0,0021	0,0067	0,0210	0,0635	0,1765
	1,1	0,0007	0,0024	0,0074	0,0231	0,0698	0,1942
	1,2	0,0008	0,0026	0,0081	0,0252	0,0762	0,2118
	1,3	0,0009	0,0028	0,0088	0,0273	0,0825	0,2295
	1,4	0,0009	0,0030	0,0094	0,0294	0,0889	0,2471
	1,5	0,0010	0,0032	0,0101	0,0315	0,0952	0,2648
	2	0,0014	0,0043	0,0135	0,0420	0,1270	0,3530
	2,5	0,0017	0,0053	0,0168	0,0525	0,1587	0,4413
	3	0,0020	0,0064	0,0202	0,0630	0,1905	0,5296
	3,5	0,0024	0,0075	0,0236	0,0735	0,2222	0,6178
	4	0,0027	0,0086	0,0269	0,0839	0,2539	0,7061
	4,5	0,0030	0,0096	0,0303	0,0944	0,2857	0,7944
	5	0,0034	0,0107	0,0337	0,1049	0,3174	0,8826
	5,5	0,0037	0,0118	0,0370	0,1154	0,3492	0,9709
	6	0,0041	0,0128	0,0404	0,1259	0,3809	1,0591
	6,5	0,0044	0,0139	0,0438	0,1364	0,4126	1,1474
	7	0,0047	0,0150	0,0471	0,1469	0,4444	1,2357
	7,5	0,0051	0,0160	0,0505	0,1574	0,4761	1,3239
	8	0,0054	0,0171	0,0539	0,1679	0,5079	1,4122

Tabla 33. Concentración de amoniaco según pH del agua en centros de agua dulce y concentración de amonio, calculado con temperatura del agua constante a 12°C. Color rojo (valores altos), coloro naranja (valores moderados) y color verde (valores normales)

5.2.1.4. pH

Descripción: Corresponde a la concentración de protones libres en la columna de agua, generalmente expresada como valor absoluto entre 0 y 10.

Forma de medir y regularidad: Se debe medir el pH diariamente en el agua de entrada de los estanques. Esto se realizará 2 veces al día en estanques con mayor biomasa.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente de acuerdo a la siguiente tabla, y se ingresará la valorización del SB dentro del sistema.

pH	Valorización para SB
> 8	0
7.1 - 8	50
6.5 - 7	100
5.5 - 6.4	50
≤ 5.4	0

Tabla 34. Valor del pH en el agua en centros de agua dulce y valorización del score de bienestar.

Se debe además tener en cuenta la relación entre pH y metales disueltos en el agua, en particular el aluminio. Se ha comprobado que el aluminio (Al+) cargado positivamente en aguas ácidas es tóxico para los peces, debido a la acumulación de Al en las branquias, causando fallas ionoregulatorias y/o respiratorias.

5.2.1.5. Temperatura (Alevín/Fry, Parr/Smolt)

Descripción: Se refiere a la temperatura de la columna de agua obtenida por muestreo en una cantidad suficiente de estanque. Por la característica poiquilotérmica de los peces, las temperaturas tienen un efecto directo sobre el metabolismo y bienestar de los peces producidos. Cada especie y cada estado de ciclo de vida de la especie, tiene un rango de temperatura aceptable de vida, y es necesario mantener esta temperatura para obtener un máximo beneficio en el bienestar y en la producción.

Forma de medir y regularidad: Se medirá la temperatura en el agua de entrada de los estanques. Esto se realizará 2 veces al día en estanques con mayor biomasa.
Es importante considerar que los principales problemas asociados a la temperatura se relacionan con las variaciones bruscas de temperatura, por lo que se recomienda que la variación máxima sea de un grado centígrado por hora.

	Absorción de saco	Alevín/Fry	Parr/Smolt
Temperatura	Valor SB	Valor SB	Valor SB
>16ºC	0	0	0
14.1-16ºC	0	50	75
12.1-14ºC	0	75	100
10.1-12ºC	0	100	100

8.1-10ºC	50	100	100
6.1-8ºC	100	75	75
2.1-6 ºC	50	25	25
<2 ºC	0	0	0

Tabla 35. Temperatura óptima cultivo de salmón por etapa de desarrollo en centros de agua dulce y valorización del score de bienestar.

Variación térmica (24 hr)	Valorización para SB
variación > a 1 grado/hora	0
variación ≤ 1 grado/hora	100

Tabla 36. Variación térmica diaria en centros de agua dulce y valorización del score de bienestar.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente de acuerdo a la siguiente tabla para Salmón del Atlántico y según el estado de ciclo de vida.

5.2.1.6. Mortalidad diaria

Descripción: Corresponde al número de peces muertos por día. La muerte de animales corresponde al punto mínimo de bienestar en los animales. Valores altos de mortalidad indican problemas de manejos productivos y/o sanitarios, que lleva a que muchos animales mueran de forma inadecuada y con nivel de bienestar desmejorado.

Forma de medir y regularidad: Se estimará la mortalidad diariamente para cada estanque de cultivo, tomando el número de animales muertos, y se dividirá por el número total de animales del día anterior.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente de acuerdo a la siguiente tabla para Salmón del Atlántico, y se ingresará dentro de la planilla de seguimiento.

Esta tabla se debe tomar como referencia y adecuarla a la realidad del centro de producción, como también apuntar a que los valores sean los más bajos posibles. Para etapa ova ojo/absorción de saco, el valor es el final para ambas etapas. Para las etapas por gramos, la mortalidad a registrar es a nivel diario.

Etapa	Mortalidad diaria	Valorización para SB

Ova ojo / absorción de saco (final etapa)	< 5%	100
	5-7 %	50
	> 7 %	0
0,15 -1 g	0,1- 0,05%	100
	> 0,05 %	0
1 - 5 g	0,01 - 0,03%	100
	> 0,03%	0
5 - 30 g	0,01 - 0,015%	100
	> 0,015 %	0
> 30 g	0,01 - 0,015%	100
	> 0,015%	0

Tabla 37. Porcentaje de mortalidad diaria por etapa productiva en centros de agua dulce y valorización del SB.

5.2.1.1. Micosis

Descripción: Corresponde a la presencia o ausencia de brotes confirmados de la enfermedad. La saprolegniosis corresponde a una enfermedad micótica debilitante, insidiosa, de mortalidad variable, por lo que la presencia de brotes significa un estado de bienestar desmejorado para los peces.

Forma de medir y regularidad: Se medirá diariamente la presencia de cuadro clínico en cada estado de ciclo de vida en agua dulce, a partir desde primera alimentación. Se entiende por cuadro clínico de la enfermedad la suma de signos clínicos específicos en peces vivos, y signos clínicos al momento de la necropsia en los peces muertos. Entendido así, se deberá llevar a cabo un examen clínico de los peces vivos, y luego realizar la necropsia de la mortalidad diaria, categorizando de acuerdo a lo dispuesto por la normativa vigente.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente de acuerdo a la siguiente tabla, y se ingresará dentro de la planilla de seguimiento.

Brote de saprolegniosis	Valorización para SB
≥ 0,02% mortalidad específica asociada a saprolegniosis por día, mantenida por 5 días	0

< 0,02 % mortalidad específica asociada a saprolegniosis por día, mantenida por 5 días	100

Tabla 38. Porcentaje mortalidad diaria por micosis en centros de agua dulce y valorización score de bienestar animal.

5.2.1.2. IPN

Descripción: Corresponde a la presencia o ausencia de brotes confirmados de la enfermedad. El IPN corresponde a una enfermedad viral debilitante, insidiosa, de mortalidad alta cuando se presenta en agua dulce, y en mar generalmente posterior a la transferencia; por lo que el hecho de presentarse brotes significa un estado de bienestar desmejorado para los peces. En agua dulce cursa con mortalidades variables pero importantes.

Forma de medir y regularidad: Se medirá diariamente la presencia de brote clínico en cada estanque de cultivo, a partir de primera alimentación. Al igual que para el caso anterior, se entiende por cuadro clínico de la enfermedad la suma de signos clínicos específicos en peces vivos y signos característicos al momento de la necropsia en los peces muertos. Así, se deberá llevar a cabo un examen clínico de los peces vivos, y luego realizar necropsia de la mortalidad diaria, categorizando de acuerdo a lo dispuesto por la normativa vigente en origen infeccioso (IPN, SRS, etc.) o sin causa aparente

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente de acuerdo a la siguiente tabla, y se ingresará dentro de la planilla de seguimiento.

IPN	Valorización para WS
Presencia mortalidad	0
Ausente	100

Tabla 39. Porcentaje de mortalidad diaria por IPN en centros de agua dulce y valorización score de bienestar animal.

5.2.1.3. Flavobacteriosis

Descripción: Corresponde a la presencia o ausencia de brotes confirmados de la enfermedad. La flavobacteriosis corresponde a una enfermedad bacteriana re-emergente o emergente de mortalidad variable, y que afecta al estado de bienestar desmejorado para los peces por su presentación clínica común (piel y musculatura).

Forma de medir y regularidad: Se medirá diariamente la presencia de brote clínico en cada estado de ciclo de vida en agua dulce. Se entiende por cuadro clínico de la enfermedad la

suma de síntomas clínicos específicos en peces vivos y síntomas o signos al momento de la necropsia de peces muertos. Entendido así, se deberá llevar a cabo un examen clínico de los peces vivos, y luego realizar la necropsia de la mortalidad diaria, categorizando de acuerdo a lo dispuesto por la normativa vigente en origen infeccioso o sin causa aparente.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente de acuerdo a la siguiente tabla, y se ingresará dentro de la planilla de seguimiento.

Brote de flavobacteriosis	Valorización para SB
Mortalidad específica o signos clínicos flavobacteriosis a nivel diario	0
Ausencia mortalidad específica o signos clínicos flavobacteriosis a nivel diario	100

Tabla 40. Porcentaje de mortalidad diaria por Flavobacteriosis en centros de agua dulce y valorización score de bienestar animal.

5.2.1.4. Conducta letárgica

Descripción: La letargia en peces se define como una disminución en la conducta de nado, alimentación y de fuga frente a un estrés visual, sonoro, táctil. Entendida así, corresponde a una disminución de la actividad asociada a estas conductas a nivel de sistema nervioso central. En consecuencia, los peces están en un estado de bienestar desmejorado. Esto último, debido a que pueden estar cursando algún cuadro patológico, o existe una disminución en la alimentación y crecimiento normal.

Forma de medir y regularidad: Se estimará diariamente cada estanque, la presencia o ausencia de peces con letargia. Para esto se deberá observar por al menos 30 segundos a los peces en el estanque y registrar la presencia o ausencia de peces letárgicos. Los peces letárgicos deben ser identificados y retirados durante la extracción de mortalidad. Cualquier pez que no tenga la capacidad de escape ante un estímulo, será considerado letárgico y retirado de la unidad de cultivo.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente, identificando el porcentaje de peces sin letargia.

Peces letárgicos	Valorización para SB
presencia	0
ausencia	100

Tabla 41. Presencia o ausencia de peces letárgicos en centros de agua dulce y valorización score de bienestar animal.

5.2.2. Actividades quincenales

5.2.2.1. Densidad

Descripción: Corresponde a la cantidad de kilos de pez por metro cuadrado. De forma indirecta, representa el número de peces en un espacio. Se mide como kg/m^3 (estanques de producción), ovas/bandeja standard (incubación) o alevines/m^2 (hatchery y estanque de primera alimentación). La densidad poblacional es importante porque determina la cantidad/disponibilidad de componentes abióticos (oxígeno, minerales, temperatura) y bióticos (jerarquías, problemas sociales) vitales de la biomasa de peces, y que afectan el bienestar de los mismos.

Forma de medir y regularidad: Se calcula la densidad de acuerdo al estado de ciclo de vida del animal. Evitar que se acumulen las ovas en más de 2 capas para evitar problemas de circulación de agua. En el caso de hatchery y estanques de primera alimentación, es el número de alevines por m^2 , y en el caso de estanques de producción se mide como kg/m^3.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente de acuerdo a la siguiente tabla para Salmón del Atlántico, y se ingresará dentro de la planilla de seguimiento. Las densidades serán registradas con una frecuencia quincenal.

	Ova verde Ovas/l	Eclosión - absorción saco	Estanque de primera alimentación
Densidad	Valor SB	Valor SB	Valor SB
>2800 ova/l	0	-	-
<2800 ova/l	100	-	-
>20.000 ova por canastillo	-	0	-
<20.000 ova por canastillo	-	100	-
>12.000 peces/ m^2	-	-	0
<12.000 peces/ m^2	-	-	100

Tabla 42. Densidad de cultivo por etapa de desarrollo en centros de agua dulce y valorización del SB.

De forma más específica en estanques de producción:

	Hasta 1g	1-5 g	5-30 g	>30 g
Densidad	Valor SB	Valor SB	Valor SB	Valor SB
>10 kg/m^3	0	-	-	-
<10 kg/m^3	100	-	-	-
>25 kg/m^3	-	0	-	-
<25 kg/m^3	-	100	-	-
< 35 kg/m^3	-	-	100	100
> 35 kg/m^3	-	-	0	0

Tabla 43. Densidades de cultivo para centros de agua dulce FA y valorización del SB.

	Hasta 1g	1-5 g	5-30 g	>30 g
Densidad	Valor SB	Valor SB	Valor SB	Valor SB
>20 kg/m^3	0	-	-	-
<20 kg/m^3	100	-	-	-
>25 kg/m^3	-	0	-	-
<25 kg/m^3	-	100	-	-
< 45 kg/m^3	-	-	100	100
>45 kg/m^3	-	-	0	0

Tabla 44. Densidades de cultivo para centros de agua dulce RAS y valorización del SB.

5.2.3. Actividades semanales

5.2.3.1. Lesiones en aletas

Descripción: Corresponde a la presencia de peces con alguna lesión en sus aletas. Estas se visualizan como erosión, mordidas, apertura de rayos, sangre en la aleta dorsal. La causa de una lesión de aleta es multivariada, siempre ligada a una disminución en el estado de

bienestar del animal (nutrición, alimentación, agresividad, abrasión, calidad de agua, dolor, entre otros)

Forma de medir y regularidad: Se medirá semanalmente junto a muestreos propios del centro de producción, el porcentaje de peces con daño en aleta dorsal y otras. El muestreo se realizará como mínimo a 50 peces por cada estanque de cultivo y se evaluarán las aletas dorsales, caudales, pectorales y pélvicas. Las aletas sanas sin indicios de lesión serán evaluadas con valor 0. Para cuantificar el daño de las aletas se utilizará la siguiente tabla, en la cual se registrará el estado de las aletas, se promediará el valor obtenido de las 4 evaluaciones y se obtendrá el valor de SB en el cuadro continuo.

Figura 6. Erosión en aletas dorsales en peces cultivados en centros de agua dulce, con hallazgos leves, moderados y severos.

Erosión en las aletas	Valorización para WS
0 puntos	100
1 - 2 puntos	50
>2 puntos	0

Tabla 45. Estado de erosiones de aletas en peces cultivados en centros de agua dulce y valorización score de bienestar animal.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente, indicando el score de lesión de los peces.

5.2.4. Actividades rutinarias junto a evaluación de ATPasa

5.2.4.1. Lesiones en cuerpo y ojo

Descripción: Corresponde a la presencia de peces con alguna lesión en su cuerpo u ojo. Estas se visualizan como erosión, mordidas, sangre, entre otros. La causa de una lesión en el cuerpo es multivariada, siempre ligada a una disminución en el estado de bienestar del animal (nutrición, alimentación, enfermedades infectocontagiosas, agresividad, abrasión, calidad de agua, dolor, entre otros).

Forma de medir y regularidad: Se medirán las lesiones, posterior a cada uno de los tres muestreos rutinarios de ATPasa del centro, en los que se muestrearán al azar 15 peces por estanque. Se determinará el porcentaje de peces con hallazgos según el esquema 1, donde la ausencia del hallazgo se evaluará con valor 0 y la presencia del hallazgo según magnitud ascendente será evaluada de 1 a 3. Los hallazgos serán evaluados por cada uno de los 14 indicadores según el esquema 1, figura 2 y figura 3. Los valores serán promediados por pez y estanque y se obtendrá el valor de WS en el cuadro continuo.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente, indicando el puntaje del score de peces por grupo.

Lesiones corporales y/u ojo	Valorización para WS
2 a 3	0
0 a 1	100

Tabla 46. Porcentaje de lesiones corporales y ojo en peces cultivados en centros de agua dulce y valorización score bienestar animal.

Esquema 1. Evaluación de 14 indicadores con sistema de puntuación de 0 a 3, donde cero implica ausencia, 1 presencia leve, 2 moderada y 3 presencia severa del hallazgo.

1. Emaciación
   Factor de condición emaciación severa < 0,9
   Levemente emaciado 1,19 – 1,0
   Condición normal > 1.2
2. Hemorragias en piel
3. Lesiones y heridas
4. Pérdidas de escamas
5. Hemorragias oculares
6. Exoftalmia
7. Acortamiento opercular
8. Daño boca
9. Deformidades vertebrales
10. Deformidad mandíbula superior
11. Deformidad mandíbula inferior
12. Aleta recuperada.
13. Grasa perivisceral
14. Cataratas

Grado 1 Grado 2 Grado 3

*

*

*

*

Figura 7. Esquema morfológico para clasificar lesiones externas claves. Score 0: poca o no evidencia del hallazgo, sin imagen. Score 1: hallazgo leve o menor. Score 2: hallazgo moderado. Score 3: Hallazgo severo.

Para presmolts “una lesión pequeña” debe ser menor a 1 cm. En caso de lesiones que penetren cavidad abdominal deben ser calificadas como grado 3, independiente del tamaño de la lesión.

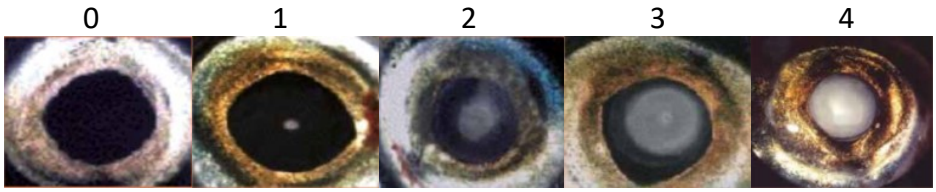


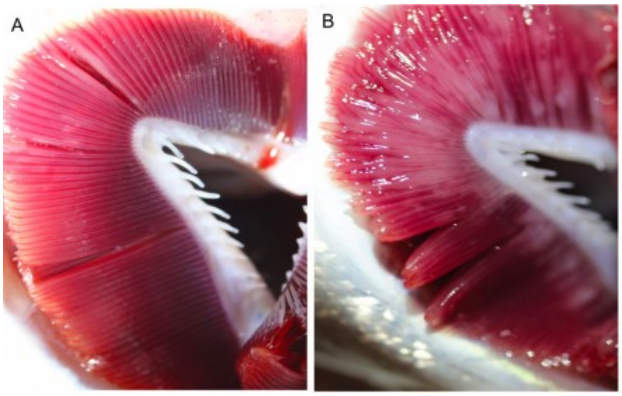
Figura 8. Esquema morfológico para diagnóstico y clasificación de cataratas en Salmón del Atlántico

5.2.5. Actividades mensuales

5.2.5.1. Estado de branquias

Descripción: Corresponde a alteraciones en branquias, tales como alteraciones en la coloración, hemorragias (petequias, equimosis), decoloración (palidez), alteraciones en la estructura normal de las branquias, pérdidas de laminillas y presencia de mucus, entre otros. Las branquias representan una primera barrera de entrada de patógenos biológicos y químicos, y cualquier alteración llevará a estados de desbalance fisiológico del pez y un estado desmejorado de bienestar.

Forma de medir y regularidad: Se medirá mensualmente, junto a muestreos propios de la piscicultura (asociado al muestreo de peso), el porcentaje de peces con alguna alteración en branquias (hemorragias, decoloración, pérdida de estructura, mucus, sangre, quistes, etc.). El muestreo se realizará a 50 peces por cada estanque de cultivo.



Score 0, sin lesión Score 5, con lesión (AGD)

Figura 9. Imágenes de branquias sana (izquierda) y branquia con daños asociados a AGD (derecha).

Alteración branquias	Valorización para WS
Score ≥ 2	0
Score ≤1	100

Tabla 47. Porcentaje de peces con alteración de branquias en centros de agua dulce y valorización para score de bienestar animal.

Interpretación de resultado y registro: Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente, indicando el porcentaje de peces con branquias normales.

5.3. MONITOREO DE INDICADORES OPERACIONALES DE BIENESTAR ANIMAL DURANTE EL TRANSPORTE DE PECES VIVOS

Contempla medir y registrar los siguientes indicadores:

5.3.1. Oxígeno disuelto

Descripción: Corresponde a la concentración de oxígeno disuelto en la columna de agua, generalmente expresada como mg/l o porcentaje de saturación (%). Su concentración se ve afectada por temperatura del agua y uso del recurso durante el transporte. Se le considera como el elemento más importante de la calidad de agua, afectando el metabolismo aeróbico del pez dependiente de la disponibilidad de oxígeno en el agua.

Forma de medir y regularidad: Se debe medir el porcentaje de saturación de oxígeno permanentemente en wellboat y una vez al final del transporte terrestre de peces, utilizando un oxigenómetro calibrado.

Interpretación de resultado y registro: Se obtendrá un promedio de la saturación obtenida de mediciones permanentes o se registrará el valor puntual obtenido, y se ingresará dentro del SB. Si se obtienen valores menores a 55% será valorizado como cero, independiente de la duración del evento o el valor final promedio obtenido.

Porcentaje de saturación de oxígeno	Valorización para SB
< 55%	0
55-84 %	50
85-100%	100
> 100 %	50

Tabla 48. Porcentaje de saturación de oxígeno y valorización del SB, durante el transporte de peces vivos.

5.3.2. Temperatura

Descripción: Corresponde a la temperatura de la columna de agua obtenida por muestreo en estanques o recipiente de transporte. Por la característica poiquilotérmica de los peces, las temperaturas tienen un efecto directo sobre el metabolismo y bienestar de los peces producidos. Cada especie y cada estado de ciclo de vida de la especie tiene un rango de temperatura aceptable de vida, y es necesario mantener esta temperatura para obtener un máximo beneficio en el bienestar y en la producción.

Forma de medir y regularidad: Se medirá la temperatura de forma permanente en wellboat y una vez al final del transporte terrestre de peces, con un sensor calibrado.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente de acuerdo a la siguiente tabla.

	Ova verde	Ova ojo	Alevín/Fry	Parr/Smolt
Temperatura	Valor SB	Valor SB	Valor SB	Valor SB
>16ºC	0	0	0	0
14.1-16ºC	0	0	0	25
12.1-14ºC	0	0	0	50
10.1 -12ºC	0	0	50	75
8.1-10ºC	50	0	100	100
6.1-8ºC	100	50	75	75
2.1-6ºC	50	100	50	50
<2ºC	0	50	25	25

Tabla 49. Temperatura óptima para el transporte de salmón por etapas de desarrollo y valorización del SB.

5.3.3. Densidad

Descripción: Corresponde a la cantidad de kilos de pez por espacio. De forma indirecta, representa el número de peces en un espacio. Se mide como kg/m^3 (estanques de producción), ovas/bandeja standard (incubación) o alevines/m^2 (hatchery y estanque de primera alimentación). La densidad poblacional es importante porque determina la cantidad/disponibilidad de componentes abióticos (oxígeno, minerales, temperatura) y bióticos (jerarquías, problemas sociales) vitales de la biomasa de peces, y que afectan el bienestar de los mismos.

Forma de medir y regularidad: Se calcula la densidad de acuerdo al estado de ciclo de vida del animal. Para el caso de ovas, esta se mide por la cantidad de ovas en bandeja estándar. En el caso de hatchery y estanques de primera alimentación, es el número de alevines por m^2 y en el caso de estanques de producción, se mide como kg/m^3

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente de acuerdo a la siguiente tabla para Salmón del Atlántico, y se ingresará dentro del SB.

	Smolts estanques	Smolts Wellboats	Smolts aire	Salmón 4 a 5 kg	Salmón 3,5-4 kg	Salmón hasta 3,5 kg
Densidad	Valor SB	Valor SB	Valor SB	Valor SB	Valor SB	Valor SB
>80 kg/m^3	0	-	-	-	-	-
66-80 kg/m^3	50	-	-	-	-	-
<65 kg/m^3	100	-	-	-	-	-
>71 kg/m^3	-	0	-	-	-	-
<70 kg/m^3	-	100	-	-	-	-
<40 kg/m^3	-	-	-	-	-	-
>400 kg/m^3	-	-	0	-	-	-
<400 kg/m^3	-	-	100	-	-	-
>125 kg/m^3	-	-	-	0	-	-
<125 kg/m^3	-	-	-	100	-	-
>110 kg/m^3	-	-	-	-	0	-
< 110 kg/m^3	-	-	-	-	100	-
>100 kg/m^3	-	-	-	-	-	0
<100 kg/m^3	-	-	-	-	-	100

Tabla 50. Densidad de transporte del salmón por estado de desarrollo o peso y valorización del SB.

5.3.4. Mortalidad al final del viaje

Descripción: Corresponde al número de peces muertos al final del transporte. La muerte corresponde al punto mínimo de bienestar en los animales. Valores altos de mortalidad indican problemas de manejo productivo y/o sanitarios que llevan a que muchos animales mueran de forma inadecuada y con nivel de bienestar desmejorado.

Forma de medir y regularidad: Se estimará la mortalidad por la causa transporte de las jaulas de destino, contabilizando el número de peces muertos durante los primeros 7 días desde el inicio de la siembra.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente de acuerdo a la siguiente tabla para Salmón del Atlántico, y se ingresará dentro del SB.

Mortalidad al final del viaje	Valorización para WS
< 0.5%	100
≥0.51 - 1	75
1-5%	50
5%	0

Tabla 51. Porcentaje de mortalidad al final del transporte y valorización del SB.

5.3.5. Conducta letárgica

Descripción: La letargia en peces se define como una disminución en la conducta de nado, alimentación y de fuga frente a un estrés visual, sonoro, táctil. Entendida así, corresponde a una disminución de la actividad asociada a estas conductas a nivel de sistema nervioso central. En consecuencia, los peces están en un estado de bienestar desmejorado. Esto último, debido a que pueden estar cursando algún cuadro patológico, o existe una disminución en la alimentación y crecimiento normal.

Forma de medir y regularidad: Se estimará la presencia-ausencia de peces con letargia. Para esto se deberá observar por al menos 1 minuto a los peces en el estanque y estimar a buen criterio el porcentaje de peces letárgicos. Esto se realizará al final del viaje antes de la descarga en camiones y wellboats, en la medida que las condiciones lo posibiliten.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente, indicando el porcentaje de peces sin letargia.

Peces letárgicos	Valorización para WS
presencia	0
ausencia	100

Tabla 52. Determinación presencia o ausencia de peces letárgicos en el transporte de peces vivos y valorización del SB.

5.3.6. Descamación al final del transporte

Descripción: la descamación excesiva en peces durante el transporte se asocia a problemas de agresión, sobre-densidad y movimientos bruscos que hacen perder las escamas. Esto produce una discontinuidad de la protección con el ambiente externo, posibilitando la entrada de patógenos por vía cutánea, o bien una descompensación homeostática del pez con su medioambiente. En consecuencia, los peces están en un estado de bienestar desmejorado.

Forma de medir y regularidad: Se estimará la descamación de cada estanque de transporte como el porcentaje de peces con signos de descamación en su cuerpo. Para esto se deberá observar por al menos 1 minuto a los peces en el estanque y estimar a buen criterio el porcentaje de peces descamados. Esto se realizará al final del viaje.

Interpretación de resultado y registro: El resultado obtenido se registrará manual (lápiz y papel) o digitalmente, indicando el porcentaje de peces sin letargia.

Peces descamados	Valorización para WS
≥5% peces descamados	0
< a 5%	100

Tabla 53. Porcentaje de peces descamados al final del transporte de peces vivos y valorización del SB.

6. GLOSARIO

ACS	Agrupación de Concesiones de Salmónidos
AD	Agua dulce
ADN	Ácido desoxirribonucleico
AM	Agua mar
AMc	Estadío adulto móvil de C*aligus rogercresseyi*
ATPasa	Tipo de enzima que cataliza la descomposición de ATP en ADP y un ion de fosfato libre
BA	Bienestar Animal
Biomasa	Cantidad de animales expresados en kilos de animales. Resulta de la multiplicación del número de animales por el peso promedio de la unidad de cultivo que los contiene (expresado en kilos)
BKD	Siglas en inglés de la "Enfermedad Bacteriana del Riñón"
CAD	Centro de alta diseminación
CMI	Concentración mínima inhibitoria

CV	Coeficiente de variación. Define qué tan dispersos se encuentran los peces de una población respecto de la media. Se expresa en términos porcentuales y se calcula como la Desviación Estándar dividida por la Media de peso de un muestreo
Densidad de cultivo	La densidad de cultivo es la cantidad de kilos de biomasa expresado por unidad de volumen (o por unidad de superficie, en el caso de la primera etapa de cultivo). Se calcula dividiendo la biomasa existente en una unidad de cultivo (expresado en kilogramos) por la cantidad de volumen que la contiene (expresado en metros cúbicos)
Dpeces	Densidad de peces
EPP	Elementos de protección personal
Esmoltificación	Proceso de cambio fisiológico que sufren los salmónidos en una etapa del ciclo, en el cual se generan cambios en su fisiología que los adaptan para vivir en ambientes con salinidad marina.
FA	Flujo abierto
FAN	Floración de algas nocivas
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FCR	Factor de Conversión. Se calcula como la cantidad de alimento entregado, dividido por la ganancia de biomasa obtenida
FCRb	Factor de Conversión biológico. Se calcula como la cantidad de alimento entregado, dividido por la ganancia de biomasa obtenida, incluyendo la biomasa de la mortalidad que recibió esta alimentación

FCRe	Factor de Conversión Económico. Se calcula como la cantidad de alimento entregado, dividido por la ganancia de biomasa obtenida. No incluye la biomasa de mortalidad, ya que en la práctica eso no está disponible como producto final
FIFO	Del inglés *First in – first out*
Flavobacteriosis	Enfermedad bacteriana producida por especies del género flavobacterium
Furunculosis	Enfermedad bacteriana producida por Aeromona salmonicida.
GF3	Coeficiente de crecimiento térmico
HO	Hembra ovígera
HSMI	Del inglés, Heart and skeletal muscle inflamation
INFA	Muestreo de agua, sedimentos en centros de cultivo y la evaluación de los resultados
Inmunización	Se define como una estimulación del sistema inmune con la finalidad de prepararlo con anticipación a la exposición a agentes patógenos. En el contexto de la producción de salmónidos, es sinónimo de vacunación
IOBs	Indicadores operacionales de bienestar
IPN	Sigla de "necrosis pancreática infecciosa". Enfermedad viral
IPT	Informe posterior al tratamiento inmersión
ISA	Sigla de "anemia infecciosa del salmón". Enfermedad viral
ISP	Instituto de Salud Pública
K	Factor de condición
L	Distancia
LABD-NT2	Norma técnica nº2 del Programa sanitario general laboratorios de diagnóstico de enfermedades de animales acuáticos
NAT	Nitrógeno amoniacal total
OIE	Organización Mundial de Sanidad Animal

OMS	Organización Mundial de la Saluds
PC	Peso cuerpo
PCc	Peso cuerpo corregido
PCR	Reacción en Cadena de la Polimerasa
PDI	Período de desarrollo inmunitario (PDI)
Periodo de inducción de inmunidad	Tiempo necesario para obtener una respuesta inmune que sea protectiva luego de la aplicación de una dosis de vacuna
Porcentaje de peso cuerpo	Sinónimo de SFR. Se calcula como la cantidad de alimento entregada, dividida por la biomasa en un momento determinado
ppm	Partes por millón
ppt	Partes por trillón
PRF	Estanques de fibra de vidrio
PRV	*Piscine orthoreovirus*
qRT-PCR	PCR cuantitativa o PCR en tiempo real
QTL	Del inglés *Quantitative Trait Locus*
RAS	Del inglés “Recirculating aquaculture system” sistema de acuicultura de recirculación
Recambio	Hace referencia a la renovación completa del volumen de agua que contiene una unidad de cultivo en una unidad de tiempo. Normalmente se expresa como número de recambios por hora
R/h	Recambio por hora
RESA	Reglamento de Medidas de Protección, Control y Erradicación de Enfermedades de Alto Riesgo Sanitario para las especies hidrobiológicas

S0, S1, S2	Pez de smoltificación temprana (S0), normal (S1) y tardía (S2). Smolt producidos en un periodo de 6, 12 y 24 meses respectivamente
SCA	Sin causa aparente. Categoría de clasificación primaria utilizada en centros de cultivo que no se puede atribuir a ninguna patología puntual, los que se les debe realizar necropsia para categorizar de manera secundaria
Screening de reproductores	Metodología que permite evaluar, a través de la realización de análisis de laboratorio, la positividad de algunos reproductores a la presencia de agentes patógenos de transmisión vertical. El objetivo es descartar los gametos provenientes de reproductores positivos y trabajar sólo con gametos provenientes de reproductores negativos
SERNAPESCA	Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura de Chile
SFR	Sigla en inglés de "tasa de alimentación específica". Establece una relación entre la cantidad de alimento entregada y la biomasa que se está alimentando. Se calcula como la cantidad de alimento entregada, dividida por la biomasa en un momento determinado. Es sinónimo de "porcentaje de peso cuerpo" o "peso cuerpo"
SGR	Sigla en inglés de "Tasa de crecimiento específica". Hace referencia a la ganancia de biomasa obtenida durante un período de tiempo, expresada en términos porcentuales. Se calcula como el Ln (peso final/peso inicial)/periodo de tiempoX100
SGRc	Tasa de crecimiento corregida
SIFA	Sistema de Información para la Fiscalización de Acuicultura

Smolt	Pez cultivado en agua dulce que se encuentra fisiológicamente adaptado para vivir en ambiente marino
SRS	Septicemia Rickettsial del Salmón o Piscirickettiosis. Enfermedad bacteriana, causante de la mayor parte de la mortalidad infecciosa en Chile y causa de la mayor parte del uso de antibióticos en Chile
SB	Score de bienestar animal
t	Tiempo
TEA	Tasa específica de alimentación, se calcula Pellet/pez/minuto
TOC	Materia orgánica en suspensión
UTA	Unidades Térmicas Acumuladas. Se define como la suma de la mediana de temperatura diaria dentro de un período
Vacunación	Metodología que permite estimular en forma específica al sistema inmune para provocar una respuesta que genere protección ante la exposición a un patógeno
Vibriosis	Enfermedad bacteriana producida por especies del género Vibrio

7. ANEXOS

7.1. Tabla de score de grasa peripilórica para evaluación de calidad de smolt

I	Score	Descripción
	3	No se observa presencia de grasa visceral en la cavidad abdominal o sobre los ciegos pilóricos
	2	< 50% de cobertura grasa en los ciegos pilóricos y/o cavidad abdominal
	1	> 50% de cobertura de grasa visceral en los ciegos pilóricos y/o cavidad abdominal

	0	Ciegos pilóricos y cavidad abdominal pletóricos de grasa. Órganos internos no se observan debido a la grasa

7.2. Tabla resumen requerimientos aplicación vacunas inyectables

INDICADOR	REQUERIMIENTO
Vacunación peces sanos	Informe sanitario de chequeo previo a vacuna (clínicamente sano)
Mortalidad estable última semana previo a vacuna	FA: < 0,05% día RAS : <0,02% día
Dosificación de vacuna (depende de la vacuna comercial a aplicar): • **0.1 ml por pez** • **0.05 ml por pez**	Registro de chequeo de dosis mínimo 4 veces al día, calibración
Vía de administración intraperitoneal	Registro de chequeo de calidad de punto de aplicación (óptimo, bueno y aceptable: igual o superior al 95%). Se muestreará al menos 100 peces
Peso mínimo de aplicación de vacuna	Su uso está indicado en peces a partir de los 20 g
Temperatura del agua para aplicación de la vacuna	Se recomienda no vacunar a temperaturas inferiores a 10°C, ni mayores a 18°C
No uso de antibiótico **(para el caso de vacuna viva o vacuna viva atenuada)**	Los peces a vacunar no deben presentar niveles de antimicrobianos en sangre previo a la vacunación, además no deben recibir tratamientos con antimicrobianos hasta 28 días posterior a la vacunación. (Certificado emitido por el médico veterinario encargado de los peces)
Ayuno El tiempo de ayuno debe ser aquel que permita NO encontrar restos de alimento en tracto digestivo	Como mínimo los peces deben cumplir un ayuno previo a la vacunación de 48 horas, pudiendo ser levemente mayor en estación de invierno (bajo 8° C) hasta 72 horas
Periodo de desarrollo inmunitario (PDI)	Considerar recomendación del proveedor de vacuna comercial a aplicar. No trasladar antes de PDI completo
Peces sin proceso de esmoltificación	Fotoperiodo de invierno

7.3. Tabla resumen parámetros de evaluación de calidad de Smolt para traslado a mar

Indicador	Límite inferior	Óptimo	Límite superior
UTA Smolt	3500 – 4500	4500 - 5500	5500 – 6000
Periodo de desarrollo inmunitario	600	600 - 700	900
Registro clínico grupo	Todas las etapas	Todas las etapas	Todas las etapas
Peso de despacho deseable sobre 150 g	150	150 - 250	250 – 400
Coeficiente de variación deseable	15%	15%	18%
Factor de condición	0,9	> 1	< 0,9
Canal de selección	1 -2	1	2 – 3
Niveles de ATPasa	Ascendente	Ascendente	Ascendente
Densidad Smoltificación (kg/m^3)	50	45	55

7.4. Tablas resumen requerimientos traslado de smolt

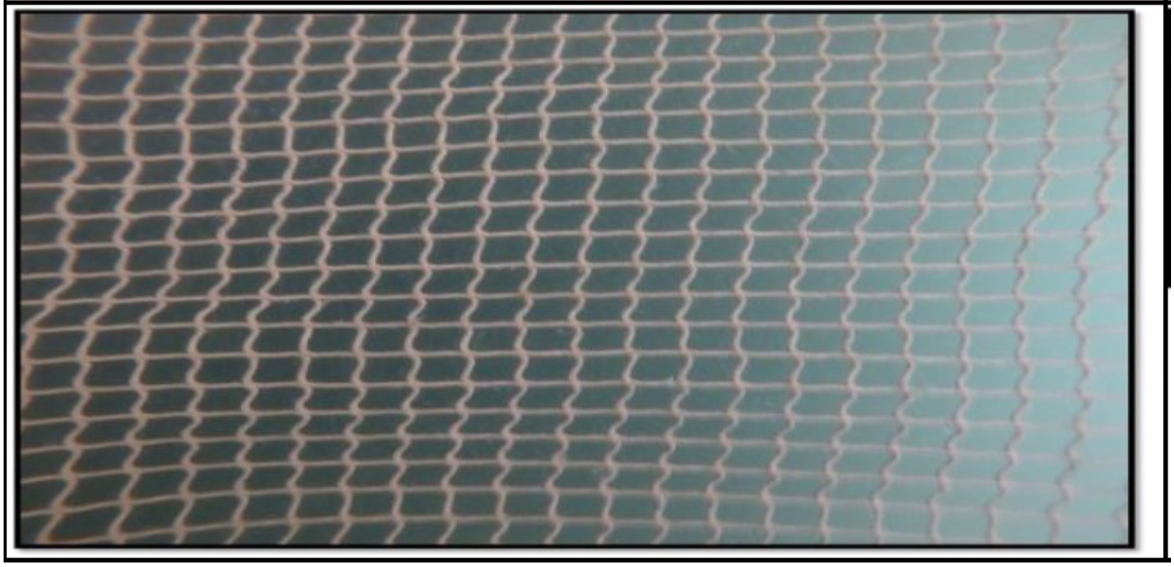
INDICADOR	REQUERIMIENTO
Ayuno pre traslado	Ausencia de contenido gastrointestinal ≥ 48 h ≤ 72 h
Temperatura entre origen y destino	No superior a 4°C entre cada cambio de agua
Oxígeno	90% -110% de saturación de O_2
Dióxido de Carbono	≤ 12 mg/l de CO_2
pH en traslado	Mantener pH ≥ 6,5 ≤ 8,5
Densidad	≤ 55 kg/m^3
Mortalidad post-traslado	≤ 1% dentro de los primeros 30 días

7.5. Métrica de clasificación de suciedad y cambio de redes peceras en centros de mar

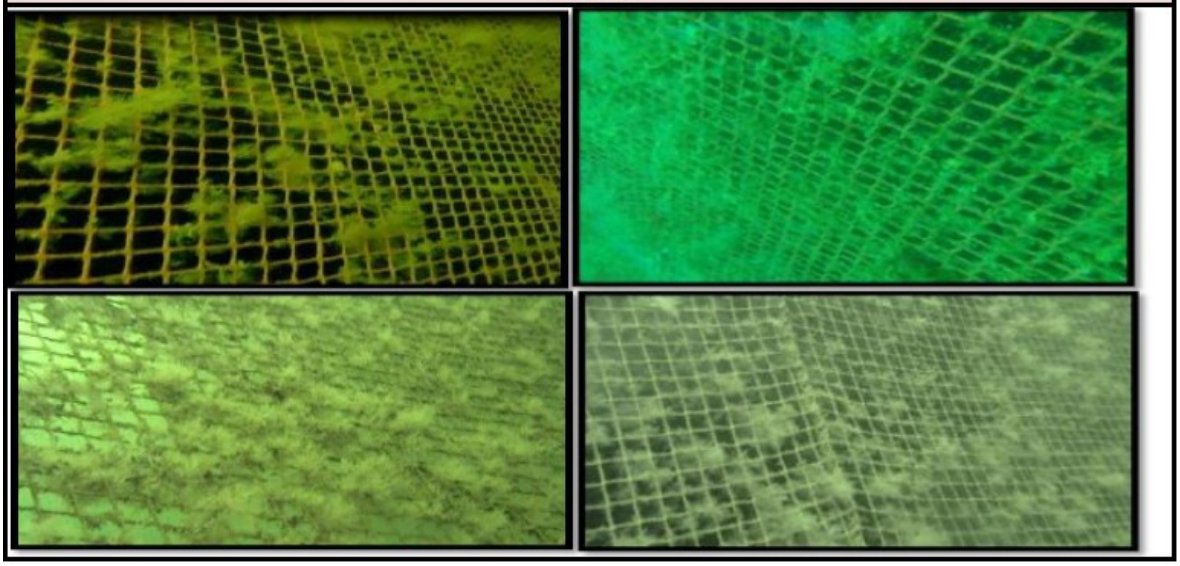
Nivel de fijación		De 5 a 10 metros				
		1	2	3	4	5
De 0 a 5 metros	1	Normal	Normal	Programar cambio	Cambio	Cambio
	2	Normal	Normal	Programar cambio	Cambio	Cambio
	3	Alerta	Alerta	Programar cambio	Cambio	Cambio
	4	Cambio	Cambio	Cambio	Cambio	Cambio
	5	Cambio	Cambio	Cambio	Cambio	Cambio

Nivel	Nivel de fijación	Condición	
1	Claro de mallas libre de fijación	Normal	Sin riesgo, se mantiene plan de seguimiento
2	Claro de mallas con aglomeraciones puntuales de founling o briozoos	Alerta	Proactivo en seguimiento de métrica, para detección de cambio de condición
3	Red con suciedad media a alta, o sin algas pero con fijación puntual de mitílidos	Programar cambio	Solicitar programa de cambio
4	Claro de mallas obturados por algas y fijación regular de mitílidos	Cambio	Urgencia, requiere gestión a la brevedad
5	Claro de mallas totalmente obturados por algas y fijación regular de mitílidos		

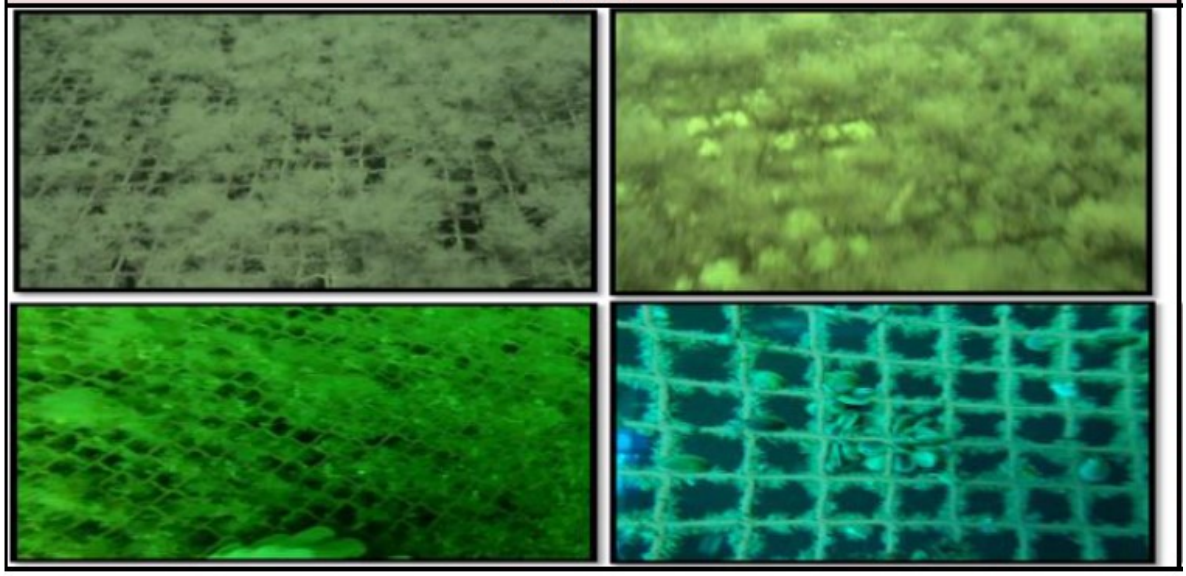
NIVEL 1



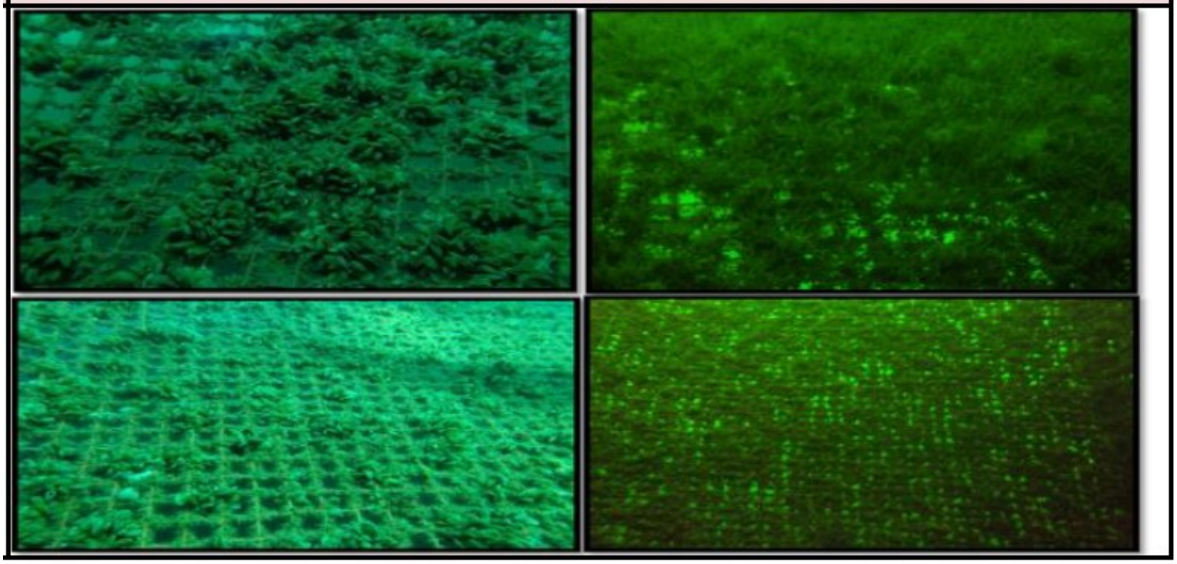
NIVEL 2



NIVEL 3



NIVEL 4



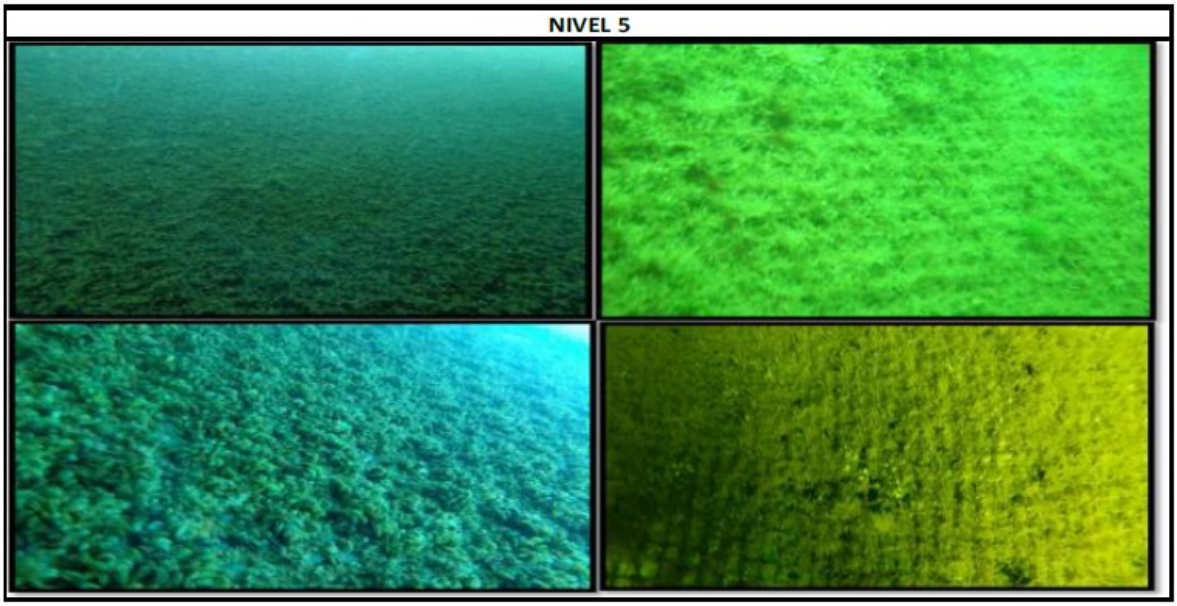


Figura 10. Nivel de fijación de suciedad en mallas en centros de cultivo para el cambio de redes.

7.6. Tablas de indicadores operacionales de bienestar animal en centros de cultivo

Medicion Diaria	**Rangos**
Oxígeno	< 5mg/L = 0%
	5 - 7,5 mg/L = 50%
	7,5 - 10 mg/L = 100%
	> 10 mg/L = 50%
Mortalidad diaria	< 0,01% = 100%
	0,01-0,02% =75%
	0,02-0,03% = 50%
	> 0,03% = 0%
Presencia de microalgas	Presente = 0
	Ausente = 100%
Conducta letárgica	Porcentaje directo de peces no afectados
Nado anormal	Porcentaje directo de peces no afectados
Boqueo	< 1/min = 100%
	2-9/min = 50
	>10/min = 0
Score de Bienestar Diario	

Medición Semanal

Caligidosis (número hembras ovigeras)	0 = 100%
	1-2 = 75%
	2-4 = 25%
	4-6 = 0
SRS	Presente = 0
	Ausente = 100%
IPN	Presente = 0
	Ausente = 100%
Otras enfermedades	Presente = 0
	Ausente = 100%
Deformidades vertebrales	Porcentaje directo de peces no afectados
Lesión aleta dorsal	Porcentaje directo de peces no afectados
Descamación	Porcentaje directo de peces no afectados

Lesiones en cuerpo y ojos	Porcentaje directo de peces no afectados
Estado de branquias	Porcentaje directo de peces no afectados
Depredadores	Ausencia de lobos = 100%
	Presencia de lobos = 50%
	Ataque de lobos = 0%
Ayuno	Sin ayuno o < 3 dias = 100%
	Ayuno de 4 a 7 dias = 50%
	Ayuno mayor a 7 días = 0%
Score de Bienestar Semanal	

Medición mensual y/o trimestral

Factor de condición	1,6-1,4 = 100%
	1,4-0,8 = 50%
	< 0,8 = 0%
Dispersión (%)	<7,5 = 100%
	7,5-15 = 50%
	> 15 = 0%
Madurez sexual	Ausente = 100%
	Presente = 0%
Score de Bienestar Mensual	

SCORE DE BIENESTAR GLOBAL

7.7. Tablas de indicadores operacionales de bienestar animal en centros de agua dulce

Medición Diaria	**Rangos**
Oxígeno	
En salida del estanque	< 65% = 0%
	65-85 % = 100%
	85-100% =50%
	> 100 % = 0%
Al interior del estanque	< 70% = 0%
	70-85 % = 50%
	85-105% = 100%
	>110% = 0%
Dióxido de carbono (solo en RAS)	> 15 mg/L = 0%
	10-14 mg/L = 10%
	< 9 mg/L = 100%
Amoniaco libre (NH3), solo reúso o RAS	≤ 0.0067 = 100%
	0,0068 – 0,00126 = 50%
	> 0,0125 mg/L = 0%
pH	> 8 = 0%
	7.1 - 8 = 50%
	6.5 - 7 = 100%
	5.5 - 6.4 = 50%
	≤ 5.4 = 0%
Temperatura	Marque según corresponda
Absorción saco vitelino	≥ 10.1ºC = 0%
	8.1 - 10ºC = 50%
	6.1 - 8ºC = 100%
	2.1 - 6 ºC = 50%
	<2 ºC = 0%
Alevín/Fry	>16ºC = 0%
	14.1 - 16ºC = 50%
	12.1 - 14ºC =75%
	10.1 - 12ºC = 100%
	8.1 - 10ºC =100%
	6.1 - 8ºC = 75%

	2.1 - 6 ºC = 25%
	<2 ºC = 0%
Parr/Smolt	>16ºC = 0%
	14.1 - 16ºC = 75%
	12.1 - 14ºC =100%
	10.1 - 12ºC = 100%
	8.1 - 10ºC =100%
	6.1 - 8ºC = 75%
	2.1 - 6 ºC = 25%
	<2 ºC = 0%
Variación térmica (24 h)	variación > a 1 grado/hora = 0%
	variación < 1 grado/hora = 100%
Densidad	Marque según corresponda
Incubación ova verde	>2.800 ovas/l = 0%
	<2.800 ovas/l = 100%
Eclosión-absorción saco vitelino (canastillo 40x40 cm Comphatch)	>20.000 ovas por canastillo = 0%
	<20.000 ovas por canastillo = 100%
Estanque primera alimentación	>12.000 peces/m2 = 0%
	<12.000 peces/m2 = 100%
FA. Estanque producción hasta 1 g PV	>10 kg/m3 = 0%
	≤10 kg/m3 = 100%
FA. Estanque producción hasta 1-5 g PV	> 25 kg/m3 = 0%
	≤25 kg/m3 = 100%
FA. Estanque de producción 5.1- 30 g PV	>35 kg/m3 = 0%
	≤35 kg/m3 = 100%
FA. Estanque de producción >30 g PV	>35 kg/m3 = 0%
	≤35 kg/m3 = 100%
RAS. Estanque producción hasta 1 g PV	>20 kg/m3 = 0%
	≤20 kg/m3 = 100%
RAS. Estanque producción hasta 1-5 g PV	> 25 kg/m3 = 0%
	≤25 kg/m3 = 100%
RAS. Estanque de producción 5.1- 30 g PV	>45 kg/m3 = 0%
	≤45 kg/m3 = 100%

RAS. Estanque de producción >30 g PV	>45 kg/m3 = 0%
	≤45 kg/m3 = 100%
Mortalidad por etapa	
Ova ojo / absorción de saco (final etapa)	≤ 5% = 100%
	5-7 % = 50%
	> 7 % = 0%
Peces entre 0,15 -1 gr	0,1- 0,05% = 100%
	> 0,05 % = 0%
Peces entre 1 - 5 gr	0,01 - 0,03% =100%
	> 0,03% = 0%
Peces entre 5 - 30 gr	0,01 - 0,015% =100%
	> 0,015 % = 0%
Peces > 30 gr	0,01 - 0,015% =100%
	> 0,015% = 0%
Micosis	>0,02 % mortalidad diaria asociada = 0%
	<0,02% mortalidad diaria asociada = 100%
IPN	Presencia de mortalidad = 0%
	Ausente = 100%
Flavobacteriosis	Mortalidad diaria específica o signos clínicos flavobacteriosis= 0%
	Ausencia mortalidad diaria específica o signos clínicos flavobacteriosis= 0%
Conducta letárgica	Presencia peces letárgicos = 0%
	Ausencia peces letárgicos = 100%
Score de Bienestar Diario	

7.8. Tablas de indicadores operacionales de bienestar animal durante el transporte de peces

Medición permanente o al final trayecto	**Rangos**
Oxígeno	< 55% = 0%
	55-85% = 50%
	85-110%= 100%
	> 110% = 50%
Temperatura	Marque según corresponda
Ova verde	>16ºC = 0%
	14.1-16ºC = 0%
	12.1-14ºC = 0%
	10.1 -12ºC = 0%
	8.1-10ºC = 50%
	6.1-8ºC = 100%
	2.1-6ºC = 50%
	<2ºC = 0%
Ova ojo	>16ºC = 0%
	14.1-16ºC = 0%
	12.1-14ºC = 0%
	10.1 -12ºC = 0%
	8.1-10ºC = 0%
	6.1-8ºC = 50%
	2.1-6ºC = 100%
	<2ºC = 50%
Alevín/Fry	>16ºC = 0%
	14.1-16ºC = 0%
	12.1-14ºC = 0%
	10.1 -12ºC =50%
	8.1-10ºC = 100%
	6.1-8ºC = 75%
	2.1-6ºC = 50%
	<2ºC = 25%
Parr/Smolt	>16ºC = 0%
	14.1-16ºC = 25%
	12.1-14ºC = 50%
	10.1 -12ºC =75%
	8.1-10ºC = 100%
	6.1-8ºC = 75%
	2.1-6ºC = 50%

	<2ºC = 25%
Densidad (frecuencia registro)	Marque según corresponda
Smolt estanques	>100 kg/m3 =0%
	60-100 kg/m3 =100%
	<60 kg/m3 =50%
Smolt wellboat	>50 Kg/m3 = 0%
	40-50 Kg/m3 =100%
	<40Kg/m3 = 50%
Peces hasta 3,5 Kg	>100 kg/m3 =0%
	<100 kg/m3 = 100%
Peces de 3,5 a 4 Kg	>110 kg/m3 = 0%
	<110 kg/m3 = 100%
Peces de 4 a 5 Kg	>125 kg/m3 = 0%
	<125 kg/m3 = 100%
Mortalidad (nivel centro)	< 0.5% =100%
	≥0.51 - 1 =75%
	1-5% =50%
	5% =0%
Conducta letárgica al final del viaje	Presencia = 0%
	Ausencia =100%
Descamación al final del viaje	≥5% peces descamados = 0%
	< a 5% = 100%

SCORE DE BIENESTAR GLOBAL