



## Guía de Buenas Prácticas de Producción Acuícola para Trucha Arco-iris

2010



Escrito por Pablo Núñez & Gustavo Somoza. Supervisado por el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). Se agradece la colaboración de La Dirección de Acuicultura dependiente del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación por la revisión técnica de la presente guía.

## Índice

### Prefacio

1. Introducción
  - Situación en Argentina
  - Definición del concepto de Buenas Prácticas
  - Buenas Prácticas de Producción Acuícola
2. Selección del sitio de construcción del emprendimiento.
3. Calidad del agua. Implementación de programas de monitoreo del agua. Estudio de mecanismos de control de su calidad.
4. Organización del área de producción.
5. Implementación de programas de manejo y control de los alimentos y fármacos utilizados.
6. Organización del proceso productivo.
  - Aspectos productivos
  - Aspectos sanitarios
  - Aspectos medioambientales
7. Seguridad y salud ocupacional.
8. Implementación de programas de entrenamiento para el personal involucrado en la producción.
9. Bibliografía.

## Prefacio

La presente Guía fue elaborada en forma conjunta por el Dr. Gustavo Somoza (consultor externo contratado por el PAFIS) y el Técnico Acuícola Pablo Nuñez (Centro PyME Neuquén).

Para la elaboración de la presente Guía se establecieron pautas de trabajo conjunto con el Centro PyME de Neuquén para el aporte bibliográfico, conocimiento técnico, recopilación de información y la elaboración en forma conjunta de la Guía.

El Dr. Gustavo Somoza es Doctor en Ciencias Biológicas. Departamento de Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Argentina. Actualmente es Investigador Principal Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y Profesor Asociado ordinario de la Universidad Nacional de General San Martín. Es evaluador de proyectos de investigación en CONICET, Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, entre otros en nuestro país, así como también fue miembro evaluador en instituciones científico-técnicas en el exterior, USA, Ecuador, Chile, Uruguay, entre otros. Además es colaborador como revisor en más de 30 publicaciones periódicas y libros a nivel nacional e internacional.

El Técnico Pablo Nuñez actualmente pertenece al Ministerio de Desarrollo Territorial con asiento de funciones en el Centro PYME-Adeneu de la provincia de Neuquén. Es Técnico especialista en reproducción, producción y genética de salmónidos, manejo de pesquerías comerciales y recreativas. Ha recibido capacitación en Italia, España, EEUU, Japón y Argentina. Ha sido contraparte principal en las actividades de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) relacionadas con la salmonicultura en Argentina. Es autor y coautor de numerosos proyectos técnicos y científicos y de diversas publicaciones. Fue fundador en el año 1986 del Centro de Ecología Aplicada del Neuquén (CEAN) y Director del Departamento de Acuicultura del Centro de Piscicultura Provincial durante 12 años. Jefe del Laboratorio de Producción y Genética (CEAN) durante 14 años. Primer Capacitador de JICA en temas relacionados con la salmonicultura para el programa "Sur – Sur" - Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA); también desempeño actividades de capacitación en el marco del Fondo Tecnológico Argentino (FOAR). Participa en diversas ONG's nacionales e internacionales.

El objetivo de la presente Guía es servir como base para la elaboración de manuales de buenas prácticas de producción para estas y otras especies cuando los volúmenes de producción así lo requieran pero teniendo en cuenta las características especiales de esas especies y los sistemas de cultivo.

## 1. Introducción

Como es hoy bien sabido la Acuicultura en el mundo ha crecido rápidamente en la segunda mitad del siglo XX y comienzos de este nuevo siglo. Este hecho se observa claramente cuando se comparan los volúmenes de producción de los comienzos de los años '50, con aproximadamente 1 millón de toneladas, a las 51,7 millones de toneladas informadas para la producción mundial de productos de acuicultura para el año 2006 (FAO, 2009). Por ejemplo, en el decenio desde 1993 a 2003 hubo un incremento del 9,4% en la producción de peces por acuicultura lo que significa que la acuicultura crece hoy más rápidamente que cualquier otro sector relacionado con la producción de productos alimenticios de origen animal (Lowther, 2005). Hay que tener en cuenta además que mientras la obtención de peces por captura llegó a su límite a mediados de la década del '80, la producción por acuicultura ha continuado creciendo desde entonces (FAO, 2009). Por otra parte, más de la mitad de la producción por acuicultura está basada en la producción de peces teleósteos, lo que marca la importancia de la piscicultura en la producción acuática mundial (FAO, 2009; Luchini & Panné Huidobro, 2008).

Asociado al rápido crecimiento de la acuicultura, se comenzaron a utilizar técnicas de cultivo más intensivas que en general tienen mayor impacto ambiental que las técnicas tradicionales de cultivo. Sin embargo, este rápido crecimiento ocurrió en momentos en que la opinión pública en general aumentó su nivel de preocupación sobre las consecuencias ambientales de cualquier tipo de actividad humana (Tucker & Hargreaves, 2008). En este sentido, si la producción de productos alimenticios por acuicultura continúa en forma positiva en los años venideros se deberán tener en cuenta los posibles efectos adversos de la intensificación de la actividad sobre el bienestar de los peces y sobre los efectos de la actividad sobre el medio ambiente por lo que se deberá actuar en forma responsable. De esta forma los cuatro pilares en los que se deberá sostener emprendimiento de producción acuícola serán: inocuidad y calidad alimentaria, salud y bienestar animal, integridad ambiental y responsabilidad social.

### Situación en Argentina

Si bien hay emprendimientos productivos de diversa escala en nuestro territorio, la acuicultura comercial de orden semi-industrial, es de reciente inicio en Argentina y comenzó a desarrollarse fundamentalmente en el Embalse Alicurá (Luchini, 2009).

Las cuencas hidrográficas abiertas de la zona en la que está situado el Embalse Alicurá son:

- a) La cuenca del Río Colorado.
- b) La cuenca del Río Neuquén.
- c) La cuenca del Río Limay, que con la anterior forman parte de la cuenca del Río Negro.
- d) La cuenca del Lago Lácar.

Las 3 primeras desaguan hacia el Océano Atlántico mientras que la última, perteneciente a la cuenca de orden superior del río Calle Calle - Valdivia (Chile), desagua hacia el Océano Pacífico.

La Cuenca del Río Limay presenta varios lagos artificiales o embalses. Se destaca el de Alicurá en donde se desarrolla la mayor producción de truchas del país. Este lago artificial está formado por los ríos Trafal (de carácter oligotrófico) y el río Limay (de carácter ultraoligotrófico a oligotrófico). El embalse ha sido caracterizado como un cuerpo de agua oligotrófico u oligo-mesotrófico (Díaz *et al.*, 2000; 2007) y es en él donde se desarrolla esta actividad de acuicultura comercial (Luchini, 2009).

Las características de este embalse son las siguientes:

Parámetro	Valor
Superficie	6.750 hectáreas
Profundidad media	48,4 metros
Volumen	3.270 hm <sup>3</sup>
Variación máxima de nivel	13 metros
Variación normal de nivel	6 metros
Cotas de la variación normal de nivel	699 - 705 metros sobre el nivel del mar
Caudal medio mensual entrante	273,5 m <sup>3</sup> /s
Caudal medio mensual saliente	274,8 m <sup>3</sup> /s
Tiempo de residencia del agua	0,4 años = 146 días
Renovación	2,73 veces/año
Temperatura de superficie	6 - 20 °C
pH	7,4
Turbidez (Disco de Secchi)	3,5 - 8 m
Concentración máxima de fósforo original	15 mg/m <sup>3</sup>
Concentración máxima de clorofila	4 mg/m <sup>3</sup>

**Tabla 1:** Características principales del Embalse Alicurá (Tomado de Bassani & Cavanna, 1989; Temporetti *et al.*, 1996; 2001).

A partir de la formación del lago artificial se generaron actividades alternativas a las pre-existentes, dentro de las que pueden resaltarse:

- a) La actividad recreativa no vinculada con los peces.
- b) La pesca deportiva.
- c) La producción de peces para consumo humano en jaulas flotantes.

En términos productivos y económicos, la piscicultura pareció ser la actividad más promisoría en el embalse desde los primeros años de su creación. Actualmente en este embalse se produce únicamente trucha arco-iris, *Oncorhynchus mikiss* en jaulas suspendidas de estructuras flotantes. El embalse soporta actualmente una producción de 1.000 a 1.200 toneladas anuales (Vigliano & Alonso, 2007; Luchini, 2009), siendo un porcentaje importante de la producción total de trucha arco-iris en el país que asciende a aproximadamente 1800 toneladas anuales (Luchini & Panné Huidobro, 2008). Sin embargo las últimas estimaciones indican que se produjeron alrededor de 1.600 toneladas anuales (Núñez, P. datos no publicados).

El crecimiento que ha tenido esta producción en la región (Luchini, 2009), y la posibilidad de continuar en esta vía hace hoy necesaria la elaboración de una Guía de Buenas Prácticas de Producción Acuícola que servirá de referencia a todas las unidades de producción para elaborar sus propios manuales de buenas prácticas de producción. El objetivo es no sólo asegurar la inocuidad y calidad de los productos alimenticios que provienen de los establecimientos de producción acuícola (mediante la puesta a punto y uso de sistemas de reducción de riesgos) sino también contribuir a la sustentabilidad del medio ambiente, en este caso el embalse Alicurá, que sirve de base a gran parte de la trucha arco iris que se produce en el país. En pocas palabras el objetivo es contribuir a la salud y bienestar animal, la salud humana, la integridad ambiental y el desarrollo social.

Por otra parte, el productor debe ser consciente que existe ya reglamentación específica para el desarrollo de la actividad en la zona. De esta forma existen normativas tanto a nivel nacional como provincial las cuales debe necesariamente conocerse y ser tenidas en consideración.

En primer lugar el establecimiento productor debe estar inscripto en el Registro Nacional Sanitario de Productores Agropecuarios (RENSPA). Éste es un número de registro que identifica a cada productor en cada establecimiento agropecuario o lugar físico donde la explotación agropecuaria está asentada. Posee además un subcódigo para identificar los distintos productores que coexisten en un mismo predio. Contiene datos del establecimiento, del productor, de la actividad que allí realiza y de los animales que posee. El objetivo del RENSPE es fortalecer el control sanitario, a través de la obtención de información imprescindible para el planeamiento epidemiológico y la rastreabilidad. El RENSPE facilita también la obtención de datos estadísticos por parte del estado. La inscripción se realiza a través de un formulario RENSPE denominado "Actualización del Registro Nacional Sanitario de Productores Agropecuarios- RENSPE", los datos declarados son ingresados al Sistema de Gestión Sanitaria (SGS) de las oficinas locales del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). Es importante tener en cuenta que el RENSPE será solicitado para efectuar todo trámite oficial en el SENASA (Resolución SENASA N° 417, 1997)

Además, debe estar inscripto en la Dirección de Acuicultura dependiente del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación a través de un único Registro Nacional de Acuicultores (RENACUA). La inscripción en dicho Registro Nacional es obligatoria para todos los productores involucrados en el cultivo de organismos acuáticos, estén basados en especies autóctonas y/o exóticas e incluyen las producciones provenientes de módulos que formen parte de un sistema agropecuario diversificado (Resolución SAGPyA N° 1314, 2004).

Las normativas de las provincias de la zona de mayor producción regulan tanto la actividad de producción de alevinos (*hatchery*) como el engorde. Las leyes provinciales que regulan la actividad son las siguientes:

Ley N° 1.996 de Acuicultura, Decreto Reglamentario N° 1.548/93 y Disposiciones Reglamentarias. Provincia del Neuquén.

Ley N° 2829 de Acuicultura, Decreto 751 y Resolución N° 671. Provincia de Río Negro.

Ley N° 1.875 (T. O. Ley N° 2.267) de Medio Ambiente y Decreto Reglamentario N° 2.267/99. Provincia del Neuquén.

Ley N° 3266 de Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental. Provincia de Río Negro.

Ley N° 899 Código de Aguas y Decreto Reglamentario 790/99. Provincia del Neuquén.

Ley N° 2391. Régimen de Control de Calidad y Protección de los Recursos Hídricos Provinciales. Provincia de Río Negro.

Las características generales de las normativas pueden dividirse en relación a la producción de alevinos y el engorde de la siguiente manera:

### Características y restricciones

#### Producción de Huevos y alevinos

- Actividad permitida en todo el territorio de ambas provincias.
- En el territorio de la provincia del Neuquén, sólo pueden criarse las especies de peces que ya existen en las aguas provinciales. En Río Negro, La autoridad de aplicación podrá aprobar la introducción de especies, previa consulta a los organismos técnicos con injerencia en cada caso.
- Se permite el engorde de un plantel para selección de reproductores y la venta del descarte del mencionado engorde.
- En Neuquén debe poseerse un comprobante de propiedad, alquiler o autorización de uso de la tierra. En Río Negro, La actividad de acuicultura llevada a cabo parcial o totalmente en tierras del dominio público o privado del Estado y aguas de dominio público, solamente podrá ser realizada a través de concesiones. Las mismas serán otorgadas por el organismo de aplicación, de acuerdo con las normas establecidas en la ley y su decreto reglamentario.
- La actividad puede ser auditada por las respectivas autoridades de aplicación.
- El movimiento de huevos y peces vivos requiere una autorización especial.

#### Engorde

- Actividad no permitida en los cuerpos de agua de las cuencas Limay y Lácar, con excepción de los embalses artificiales.
- En el territorio de la provincia del Neuquén, sólo pueden criarse las especies de peces que ya existen en las aguas provinciales. En Río Negro, La autoridad de aplicación podrá aprobar la introducción de especies, previa consulta a los organismos técnicos con injerencia en cada caso.
- En Neuquén debe poseerse un comprobante de propiedad, alquiler o autorización de uso de la tierra. En Río Negro, La actividad de acuicultura llevada a cabo parcial o totalmente en tierras del dominio público o privado del Estado y aguas de dominio público, solamente podrá ser realizada a través de concesiones. Las mismas serán otorgadas por el organismo de aplicación, de acuerdo con las normas establecidas en la ley y su decreto reglamentario.

- La actividad puede ser auditada por las respectivas autoridades de aplicación.
- La mayor producción se encuentra en el embalse Alicurá con oficinas. La mayor parte del personal reside en la zona de Bariloche. Existe un importante potencial en el embalse de Piedra del Águila.

Es importante subrayar que en ninguna de las dos provincias existe producción de alimentos para cultivo de peces.

### Definición del concepto de Buenas Prácticas

Esta guía de Buenas Prácticas de Producción Acuícola está confeccionada sobre la base de la producción de trucha arco iris en sistema de engorde en jaulas flotantes y se aplica a la producción de esta especie como producto para el consumo humano. Es también idea de esta guía servir como base para la elaboración de manuales de buenas prácticas de producción para otras especies cuando los volúmenes de producción así lo requieran pero teniendo en cuenta las características especiales de esas especies y los sistemas de cultivo.

Fue elaborada tanto como una guía para los productores como para los organismos de regulación de la actividad sanitaria y acuícola tomando conceptos básicos dictados por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), la WHO u OMS (Organización Mundial de la Salud), la USEPA (United States Environmental Protection Agency, Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América), la OIE (Organización Mundial de la Salud Animal). Se basa también en datos bibliográficos que se citan en la sección correspondiente.

Sin embargo es importante hacer notar que esta guía es susceptible de ser modificada de acuerdo a la evolución de los conceptos de inocuidad y calidad alimentaria, salud y bienestar animal y sustentabilidad del medio ambiente. En ese sentido la interacción de los organismos de gestión y control sobre el sector productivo acuícola con los propios productores juega un papel fundamental.

En este punto es importante aclarar el significado del concepto de Buenas Prácticas ya que éste es utilizado en múltiples actividades. En sentido amplio las Buenas Prácticas constituyen no sólo el plan de organización sino también las acciones que se llevan a cabo en un proceso determinado que finaliza con la producción de un producto de calidad considerada óptima. Este proceso de producción debe ser necesariamente dinámico y fundamentalmente mejorable, de manera que debe contar con sistemas de registro, monitoreo y evaluación de resultados de manera que es importante documentar cada paso para dar garantía del proceso realizado.

En síntesis las Buenas Prácticas son una **herramienta básica para la obtención de productos seguros tanto para el consumo o para el medio ambiente y hacen su eje fundamental en la higiene y la forma de manipulación.**

A pesar que el uso de Buenas Prácticas es voluntario, éstas ayudan al normal funcionamiento de cualquier establecimiento y son absolutamente necesarias para la aplicación del sistema HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control), del programa de Gestión de Calidad Total (TQM) o de algún sistema de control de calidad como el ISO 9000. De esta forma se asocian con el control del funcionamiento y de la producción de cualquier establecimiento que las aplique.



La guía no está concebida con el objeto de definir métodos específicos a seguir sino para ofrecer un listado de opciones que pueden ser seleccionadas por los productores y ser adaptadas, en caso de considerarse apropiadas y necesarias, para casos específicos. A pesar que el uso de Buenas Prácticas es en principio voluntario, es importante definir que este tipo de programa puede tener puntos específicos que las autoridades de aplicación comiencen a considerar como obligatorio.

Por ejemplo, en virtud del aumento de la conciencia pública y privada sobre la protección ambiental y con el objeto de aumentar las posibilidades de acceso a mercados más exigentes, los productores pueden comenzar a aplicar las normas de Buenas Prácticas en su establecimiento productivo. Por otro lado las autoridades regulatorias pueden hacer que algunas pautas sean consideradas obligatorias con el objeto de alcanzar niveles considerados adecuados de protección ambiental. Sin embargo es importante tener en cuenta que, a pesar que la forma más deseable de implementación es la voluntaria, ésta es en general una forma de implementación insegura.

De esta forma y como se dijera anteriormente, las Buenas Prácticas deben ser dinámicas ya que el mejoramiento continuo del proceso de producción es uno de los objetivos. Las Buenas Prácticas de hoy deben pasar a ser normas en el día de mañana (Clay, 2008).

Debido al incipiente desarrollo de la acuicultura en nuestro país, éste representa el primer intento para generar una Guía de Buenas Prácticas de Producción Acuícola, sin embargo para que éstas puedan ser adoptadas y utilizadas en forma corriente se deben cumplir algunos puntos que se consideran importantes:

- 1) Concientizar a los actores involucrados en el tema incluyendo a los productores y las organizaciones que los agrupan, industrias proveedoras de materias primas, etc.
- 2) Comprender el efecto de las actividades humanas sobre el agua en la que se produce el producto de la actividad y por ende sobre los mismos.
- 3) Una vez estudiada la Guía de Buenas Prácticas de Producción Acuícola, seleccionar algunos puntos importantes con el objeto de comenzar a aplicarlos.
- 4) Estudiar los costos y beneficios de la implementación de las mismas.
- 5) Establecer en común acuerdo con las autoridades los procedimientos de verificación y cumplimiento de las buenas prácticas.
- 6) Establecer programas para la difusión de la información a otros interesados y talleres de discusión de las Buenas Prácticas.

Una vez que estos puntos fueran consensuados y establecidos, el productor estará en condiciones de implementar una Guía de Buenas Prácticas de Producción Acuícola en forma dinámica para generar su propio manual de Buenas Prácticas de Producción. De esta forma, **el objetivo final de la utilización de una Guía de Buenas Prácticas de Producción Acuícola, que se centren en la higiene y en la forma de manipulación, hará que el producto emergente de la actividad, a pie de producción y luego del transporte, sea inocuo para la salud humana. Entendiendo por inocuidad la garantía de que este producto no causará daño al consumidor cuando el mismo sea preparado o ingerido.**

Además de garantizar la inocuidad del producto, hecho de por sí importante, la adopción de una Guía de Buenas Prácticas de Producción Acuícola puede además ofrecer:

- 1) Posicionar la imagen del emprendimiento (empresa) en el mercado y abrir las puertas de los mercados internacionales.
- 2) Facilitar el diálogo y la interacción con las autoridades sanitarias locales.

### Buenas Prácticas de Producción Acuícola

Los objetivos de las Buenas Prácticas en acuicultura son básicamente los mismos que para cualquier otra industria o proceso. Últimamente distintos gobiernos han impulsado su utilización con el objeto de reducir no sólo los costos de producción sino también la producción de desechos, con la consiguiente disminución de la contaminación, para así obtener productos de mejor calidad y eventualmente ganar nuevos mercados.

Desde el punto de vista de la producción de alimentos, la utilización de Buenas Prácticas ayudará a producir alimentos seguros para el consumo humano y desde el punto de vista ambiental ayudará a reducir la producción de residuos. De esta forma las buenas prácticas en acuicultura tienen como objetivo asegurar el principio de inocuidad alimentaria del alimento producido y minimizar el impacto sobre el medio ambiente, para **asegurar de esta manera la sustentabilidad de la actividad**.

En el caso específico del consumo de productos provenientes de la producción acuícola, están específicamente relacionados con evitar peligros biológicos como por ejemplo parásitos, bacterias y virus así como residuos de sustancias químicas utilizadas en el proceso de producción o derivadas del medio ambiente como plaguicidas, herbicidas, fármacos, metales pesados, etc. En este sentido, estos peligros pueden evitarse mediante la utilización y el cumplimiento de buenas prácticas de producción, junto con normas de regulación y vigilancia por parte de las autoridades competentes.

Las buenas prácticas de producción y procesamiento posterior de los productos derivados de la acuicultura incluyen:

- 1) Selección del sitio de construcción del emprendimiento.
- 2) Calidad del agua. Implementación de programas de monitoreo del agua. Estudio de mecanismos de control de la calidad de la misma.
- 3) Organización del área de producción.
- 4) Implementación de programas de manejo y control de los alimentos y fármacos utilizados.
- 5) Organización del proceso productivo.

Todos estos procesos, de ser posible, deben ser controlados basándose, como se dijera anteriormente en los principios de Análisis de Peligros y Control de Puntos Críticos (HACCP).

Si unimos estos puntos con el concepto de inocuidad daremos lugar a los siguientes conceptos:

- 1) El sitio debe ubicarse en un lugar con abastecimiento de agua sin riesgo de contaminación a raíz de descargas de otros efluentes. Esto es preferentemente

alejado de zonas agrícolas para evitar el contacto con herbicidas o pesticidas cuyos residuos serán lavados hacia las aguas.

- 2) La calidad del agua debe estar de acuerdo con las condiciones de calidad de agua de la especie a cultivar y en la cantidad adecuada a la carga a colocar en el sitio de producción.
- 3) Independizar las distintas áreas de proceso del área de producción propiamente dicha.
- 4) Los alimentos utilizados deben provenir de industrias que utilicen Guías de Buenas Prácticas y deben estar libres de cualquier tipo de contaminante. El establecimiento acuícola debe controlar la forma de almacenamiento y protocolizar el método de alimentación de los peces.
- 5) La fuente de huevos, alevinos o juveniles debe garantizar la ausencia de cualquier tipo de contaminación así como demostrar estar libre de enfermedades.
- 6) Priorizar, durante el proceso productivo, todas aquellas medidas preventivas con el objeto de disminuir el riesgo de enfermedades infecciosas y evitar de esta manera el uso de fármacos para combatirlas.
- 7) Extremar los cuidados de la higiene en las instalaciones del emprendimiento. Ello implica no sólo el cuidado de la higiene del personal sino también de los materiales que se utilizan en el proceso.

De la enumeración de estos puntos se desprende que, como se dijera más arriba, el proceso de producción debe contar con sistemas de registro, monitoreo y evaluación de los resultados de manera que **es importante documentar** cada paso para dar garantía del proceso realizado.

De aquí se desprende otro concepto importante en cualquier protocolo de Buenas Prácticas que es la **trazabilidad**. Ésta puede definirse como la habilidad para rastrear la historia, aplicación o localización de un elemento por medio de identificaciones registradas. Otra definición importante, que va más allá de la producción acuícola puede encontrarse en el Reglamento Europeo (CE, N° 178/2002) en cuyo artículo 18 expresa:

- 1) 18.1. En todas las etapas de la producción, transformación y distribución deberá asegurarse la trazabilidad de los alimentos, los piensos (alimentos balanceados), los animales destinados a la producción de alimentos y de cualquier otra sustancia a ser incorporada en un alimento o un pienso, o con probabilidad de serlo.
- 2) 18.2. Los explotadores de empresas alimentarias y de piensos deberán poder identificar a cualquier persona que les haya suministrado un alimento, un pienso, un animal destinado a la producción de alimentos, o cualquier sustancia destinada a ser incorporada en un alimento o un pienso, o con probabilidad de serlo. Para tal fin dichos explotadores pondrán en práctica sistemas y procedimientos que permitan poner esta información a disposición de las autoridades competentes si estas lo solicitan.
- 3) 18.3. Los explotadores de empresas alimentarias y de empresas de piensos deberán poner en práctica sistemas y procedimientos para identificar a las empresas a las que hayan suministrado sus productos. Pondrán esta información a disposición de las autoridades competentes si estas así lo solicitan.

- 4) 18.4. Los alimentos o los piensos comercializados o con probabilidad de comercializarse en la Comunidad deberán estar adecuadamente etiquetados o identificados para facilitar su trazabilidad mediante documentación o información pertinente de disposiciones más específicas.

A su vez pueden diferenciarse distintos tipos de trazabilidad:

- 1) **Trazabilidad hacia atrás:** Es la capacidad de conocer, a partir de un producto, los diferentes ingredientes y otros elementos que han intervenido en su elaboración, y los proveedores de los mismos.
- 2) **Trazabilidad interna:** Es la información que permite relacionar los productos que se han recibido en la empresa (materias primas, aditivos, envases, etc.), las operaciones o procesos que estos han seguido dentro de la misma, los productos finales que salen, incluyendo los resultados de los autocontroles.
- 3) **Trazabilidad hacia delante:** Es conocer el destino de un producto (qué y a quién se le entrega), así como toda la información relativa a su comercialización.

De aquí que un sistema de trazabilidad debe permitir localizar un producto inseguro de forma rápida y eficaz, y en base a los datos del producto, llegar a conocer el motivo del problema para retirar otros productos que pudieran también verse afectados, y evitar que este se repita en el futuro. Estos conceptos, que exceden el marco de la producción de productos de acuicultura, resaltan la necesidad de **protocolización y documentación del proceso de producción en acuicultura**.

## 2. Selección del sitio de construcción del emprendimiento.

Como se dijera anteriormente un aspecto fundamental es que el sitio de producción esté ubicado en un lugar con abastecimiento de agua sin riesgo de contaminación a raíz de descargas de otros efluentes. Esto es preferentemente alejado de zonas agrícolas con el objeto de evitar el contacto con herbicidas o pesticidas cuyos residuos serán lavados hacia las aguas (Bell & Nash, 2008).

Como es lógico pensar, la selección del sitio va a depender de la especie y el tipo de producción seleccionada. En el caso específico del cultivo de trucha en el Embalse Alicurá, como este parámetro está ya definido previamente es menester además tener en cuenta que se deberá considerar la posibilidad de contaminación proveniente de otros emprendimientos, contaminación por aguas residuales o contaminación emergente de la actividad industrial.

Esto implica que la calidad del agua no solamente tiene que cubrir los requerimientos físico-químicos de la especie, sino además estar libre de contaminantes químicos y biológicos que puedan afectar directamente la inocuidad del producto final y en consecuencia ser un peligro para el consumidor. De esta forma, la selección del sitio no sólo es importante, tanto para el éxito del cultivo en sí sino para asegurar la inocuidad del producto final. No debe olvidarse y es importante recalcarlo que **el agua es el principal factor de producción en el cultivo intensivo de salmónidos**.

Es fundamental entonces comprender que el mantenimiento de la calidad del agua en los alrededores de las jaulas dependerá del movimiento del agua en el reservorio de manera de proporcionar un flujo de agua de buena calidad. En contraposición con los sistemas abiertos utilizados en tierra para la producción y mantenimiento de peces, la descargas de nutrientes producida desde las mismas jaulas puede volver hacia las mismas debido a la circulación de la masa de agua. De esta forma la mala selección del sitio puede impactar negativamente sobre el bienestar de los peces alojados allí y traer consecuencias negativas sobre la producción y el rendimiento económico del emprendimiento (Bell & Nash, 2008).

Además debe considerarse, y es inherente al proceso de selección del sitio, la capacidad de carga del lugar, que implica la capacidad que tiene ese ambiente en particular de sostener una determinada producción a lo largo del tiempo (Beveridge, 1984). La capacidad de producción del Embalse Alicurá fue estimada en forma conservadora en alrededor de 4000 tn/año (Acuerdo Junín de los Andes, 1992) ó de 3600 tn/año en el año 1996 (Luchini, 2009; Wicki & Luchini, 2002). Sin embargo, luego de más de quince años de haberse instalado centros de producción en el embalse de Alicurá, en base al registro de datos existente acerca de la respuesta del ambiente a la actividad y teniendo en cuenta el interés manifiesto por las provincias que comparten el recurso de potenciar la acuicultura en este embalse, surgió la necesidad de revisar las antiguas estimaciones de capacidad de carga, considerando los actuales avances en facilidades y en conocimiento para establecer nuevos parámetros. Luego de una reunión realizada por los actores interesados en la ciudad Cipolletti entre 25 y 26 de Noviembre de 2009 se acordó obtener esta nueva estimación hacia fines del mes de Abril del año 2010.

En este sentido es importante considerar que la elección de un buen sitio es fundamental para el desempeño exitoso de la producción ya que todo el desecho de la misma va a ser recibido por el agua que la contenga y su calidad tendrá **consecuencias directas sobre la calidad del producto obtenido y su inocuidad alimentaria**. Es sabido que las producciones de peces en jaulas flotantes tanto en el mar abierto como en aguas continentales vierten los residuos de su producción directamente a las aguas y, es importante considerar que éstos no pueden ser considerados ni insignificantes ni inocuos (Staniford, 2002).

Teniendo en cuenta que la correcta ubicación de las jaulas minimizarán los impactos ambientales de la producción se deberán adoptar los siguientes criterios de selección:

- a) Profundidad. En este sentido es importante evitar la localización en zonas de baja profundidad o muy cercanas a la costa. Aunque estos sitios aseguren un manejo y protección tal vez más eficientes, traen como consecuencia la contaminación de las áreas aledañas.
- b) Calidad del agua.
- c) Velocidad de la corriente.
- d) Exposición a las tormentas.
- e) Actividad humana en los alrededores.

Por otro lado, si bien en el cultivo en jaulas hay aspectos que no pueden manejarse, existen algunos otros que son importantes como el mantenimiento de reproductores en estanques en tierra así como en *hatcheries* y salas de alevinaje.

Estos puntos pueden sintetizarse de la siguiente manera:

- a) La toma de agua del canal general debe situarse en un lugar abierto y en donde el río no se encuentre encajonado.
- b) Los estanques deben diseñarse en sentido perpendicular al canal de abastecimiento de agua.
- c) La toma de agua así como el canal de abastecimiento primario deben asegurar un caudal constante en cualquier época del año.
- d) Evitar los canales excesivamente largos para evitar cambios importantes en la temperatura en épocas invernales o estivales. En el caso de verse obligado a hacerlo tratar de asegurar que el agua circule a la máxima velocidad posible con el objeto de evitar éstos inconvenientes.
- e) Los estanques deben construirse por lo menos 1,20 m por debajo del fondo del canal de abastecimiento.
- f) Construir un solo canal de desagüe final de manera perpendicular a los estanques construidos y utilizar algún tipo de elemento filtrante.
- g) No re-utilizar el agua de descarte sino se posee un sistema de recirculación y purificación adecuado. Si se tiene una buena fuente de agua es mejor utilizarla una sola vez.
- h) Los circuitos de acceso al establecimiento y los galpones de servicios deben ubicarse alejados de los circuitos de agua.
- i) En lo posible construir los canales de abastecimiento en material y no hacerlos en tierra.
- j) Las entradas y salidas de canales deben estar contruidos de manera tal que se impida la introducción de peces.

### 3. Calidad del agua. Implementación de programas de monitoreo del agua. Estudio de mecanismos de control de su calidad.

Existe una importante cantidad de bibliografía acerca de los parámetros de calidad de agua adecuados para la trucha arco-iris. Estos parámetros son: temperatura, oxígeno disuelto, acidez y alcalinidad, amonio, dureza, dióxido de carbono disuelto, etc.

- a) Temperatura: El control de la temperatura es de vital importancia en los sistemas de producción de peces. La temperatura del agua regula no sólo la producción sino también la concentración del oxígeno disuelto, la velocidad de descomposición de la materia orgánica y la fotosíntesis que afectarán la demanda de oxígeno (Colt & Tomasso, 2001).

Para la trucha arco iris el rango óptimo de su crecimiento se ha establecido entre 16-17 °C y entre 10-13 °C para el desove (Colt & Tomasso, 2001). Mientras que las temperaturas letales se han estimado en 0 °C y 26 °C en adultos (Wedemeyer, 1996). En términos generales el rango recomendado para el cultivo es de 7-18 °C para crecimiento y de 7-13 °C para huevos y alevinos. En éstos últimos, a temperaturas mayores a 13 °C el desarrollo se acelera enormemente aunque las pérdidas y las deformaciones aumentan significativamente; a temperaturas menores de 4 °C el desarrollo es tan lento que a los fines prácticos puede tomarse como nulo. De todas maneras se aconseja una temperatura no inferior a los 7 °C para que el tiempo de incubación no sea excesivamente largo (Del Valle, 1990).

El mantenimiento de los animales a temperaturas más elevadas puede favorecer la aparición de deformaciones (anormalidades en las mandíbulas, vértebras, vejiga natatoria, etc.), la aparición y desarrollo de organismos patogénicos y puede aumentar la toxicidad de los contaminantes disueltos en el agua (Roberts, 1975; Wedemeyer, 1996; Fish Farming International, 1999; MacIntyre *et al.*, 2008).

Por otra parte, las variaciones de temperatura (tanto diarias como estacionales) afectan el crecimiento de las truchas. Por este motivo son mucho más aptas las aguas con escasa variación de temperatura, como los manantiales, pues surgen a temperatura relativamente constante durante todo el año.

Es importante tener en cuenta que existen sistemas para calentar o enfriar el agua para pisciculturas, pero siempre debe tenerse en cuenta los costos antes de implementarlos.

- b) Oxígeno disuelto: El oxígeno disuelto es, junto con la temperatura, el parámetro más importante a considerar por cualquier productor. El oxígeno difunde pasivamente de la atmósfera y su concentración en el agua depende de varios factores como la temperatura, la salinidad y la presión atmosférica que a su vez varía, entre otros factores, con la altura. Como regla general debe considerarse que la concentración de oxígeno disuelto disminuye al elevarse la temperatura y aumenta con la presión atmosférica (MacIntyre *et al.*, 2008). Los peces extraen el oxígeno del agua por difusión pasiva a través de la branquias de manera que la adecuada concentración de oxígeno en el agua para una especie determinada facilita este pasaje hacia la sangre (Colt & Tomasso 2001).

Se ha visto que al bajar la concentración de oxígeno disuelto en el agua, los peces comienzan a aumentar la frecuencia de ventilación opercular (Wedemeyer, 1996) y en general se desplazan a la superficie buscando concentraciones más elevadas (Levy *et al.*, 1989).

Existe abundante información bibliográfica sobre los requerimientos de oxígeno disuelto para la trucha arco iris. En general se recomienda una concentración mínima de 5-6 mg/L para su mantenimiento en condiciones saludables (Liao, 1971; Smart, 1981; Colt & Tomasso 2001). Sin embargo Wedemeyer (1996) estima que estos niveles no dan margen de seguridad si los peces precisaran algún aumento en los requerimientos de oxígeno disuelto debido a incrementos en la natación, alimentación o aumento de la concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Por ejemplo, los productores podrían encontrar problemas si en el verano, con el aumento de las temperaturas disminuye la concentración de oxígeno disuelto y aumenta la demanda metabólica de los peces. De esta forma los niveles recomendados son los que se muestran en la Tabla 2.

Temperatura °C	Oxígeno Disuelto 100% Saturación mg/L	Concentración mínima requerida	
		mg/L	% de saturación
5	12.8	9.1	71
10	11.3	8.8	78
15	10.1	8.3	81
20	9.1	7.8	85

**Tabla 2:** Concentraciones mínimas de oxígeno disuelto para peces de agua fría (Tomado de Wedemeyer, 1996).

Los contenidos máximos de oxígeno en el agua dependen de numerosos factores. La concentración de oxígeno disuelto disminuye al elevarse la temperatura y aumenta con la presión atmosférica. En el cultivo de las truchas se estima que los peces en crecimiento deben tener continuamente tasas mínimas de 5,5 a 6 mg/L. Los huevos y alevinos son más exigentes y necesitan un mínimo de 6 a 7 mg/L. No obstante siempre es conveniente tener concentraciones no inferiores a 7 mg/L.

En el caso del agua de napas extraída por bombeo suele tener menor cantidad de oxígeno. En estos casos se deben utilizar sistemas oxigenadores caseros o equipos industriales.

Otro aspecto a considerar es que las truchas necesitan más oxígeno cuanto más comen y que los peces pequeños consumen comparativamente más oxígeno que los grandes. También hay que considerar que el consumo de oxígeno es proporcional al tamaño y a la densidad de peces y que los peces pequeños, larvas y huevos consumen más oxígeno por unidad de peso que los peces grandes (MacIntyre *et al.*, 2008).

El oxígeno disuelto en el agua proviene de la atmósfera, por lo tanto los cursos de agua turbulentos, como los de montaña, poseen una enorme superficie de contacto



con el aire y casi siempre se encuentran saturados de oxígeno a diferentes temperaturas.

Cuando se efectúan los cálculos de concentración de peces que puede sostener un estanque determinado bajo las condiciones de caudal, consumo de oxígeno, tamaño de los peces y cantidad de oxígeno disuelto en el agua de entrada, debe considerarse que el agua de salida debe tener como mínimo 5 mg/L de oxígeno. En éste caso se estará en presencia de la carga máxima que puede soportar ese estanque y también es conveniente utilizar ese parámetro para jaulas flotantes.

- c) Acidez y alcalinidad: El concepto de acidez del agua, o sea la capacidad de la misma de reaccionar ante una base fuerte, es expresada como pH; siendo éste el logaritmo negativo de la concentración de iones hidrógeno ( $H^+$ ) presentes en el agua cuando ésta se encuentra a 25 °C. De acuerdo de esta fórmula un pH se considera neutro cuando es igual a 7, ácido cuando es menor que este valor y alcalino cuando alcanza valores mayores.

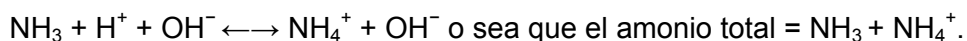
En general se considera que los salmónidos no son tolerantes a las aguas ácidas ya que se ha visto que puede reducir su capacidad de natación (Ye & Randall 1991), afectar su capacidad de regulación del equilibrio ácido-base y regulación iónica (McDonald *et al.*, 1980; Ye *et al.*, 1991) además de causar trastornos renales a los peces (Wright & Wood 1985; Randall & Wright 1989).

Cabe destacar que pH menores a 6 son nocivos para la salud de los peces pero, para el caso de los salmónidos los niveles considerados seguros deben situarse como mínimo entre 6,5 y 6,7 (Randall, 1991). Sin embargo, a pesar que las truchas adultas pueden sobrevivir a pHs menores a 5, se observó que los porcentajes de eclosión y sobrevivencia de alevinos eran muy bajos en estos niveles (Thomsen *et al.*, 1988; Daye, 1980).

Por otra parte, a pesar que en general se considera que si el agua tiene cierta alcalinidad puede ser útil como sistema tampón, el exceso en la alcalinidad puede traer consecuencias sobre la excreción de amonio (Wright & Wood 1985, Wilson *et al.*, 1998). De esta forma se tiende a ser conservadores y aceptar que los niveles máximos se encuentren entre 8-8,2.

- d) Amonio: El amonio es una sustancia tóxica para todos los vertebrados y se encuentra en todos los ambientes acuáticos. Las fuentes de amonio son los propios organismos vegetales y animales, las emisiones volcánicas y los fertilizantes utilizados por los humanos (Randall & Tsui, 2002). Aunque, como se dijera anteriormente está presente en todos los cuerpos de agua, en las producciones intensivas de peces la mayor fuente de amonio son los propios peces (Evans *et al.*, 2005; MacIntyre *et al.*, 2008).

En el ambiente acuático el amonio existe en dos formas: una no ionizada,  $NH_3$  (amoníaco), y una forma ionizada  $NH_4^+$  de forma que:



De esta forma la distribución de estas dos variantes es importante ya que se considera que  $\text{NH}_3$  es tóxica para todos los vertebrados mientras que  $\text{NH}_4^+$  es esencialmente no tóxica. Esto es probablemente debido a que las membranas biológicas son permeables a la forma no ionizada del amonio e impermeables a la forma ionizada (Randall & Tsui 2002).

Contrariamente a lo que sucede con otros compuestos, el amonio es más tóxico a medida que el agua es más alcalina debido al proceso de deionización de la forma más inerte  $\text{NH}_4^+$  a su forma más tóxica,  $\text{NH}_3$  especialmente a pH mayores que 8 (Stevenson, 1987; Stickney, 1991).

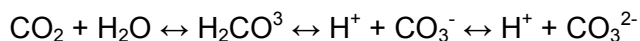
Además, la toxicidad del amonio puede ser distinta de acuerdo a la forma de exposición: aguda o crónica. La exposición aguda a altas concentraciones de amonio resulta en hiperventilación, hiperexcitabilidad, natación errática, pérdida del equilibrio, convulsiones y muerte (Smart, 1981; Haywood, 1983). En la medida que no existe un test estandarizado para la exposición crónica se considera que para salmónidos el nivel máximo debe ser 0.02 mg/L (Haywood 1983).

- e) Dureza: La dureza del agua se define como el contenido de iones calcio y magnesio en el agua (Wedemeyer, 1996) y en general está asociada a la concentración de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). La dureza del agua es un factor importante en el cultivo de truchas debido al efecto sobre la solubilidad de otros iones. Los salmónidos se desenvuelven mejor en aguas con altas concentraciones de calcio y magnesio mientras que en aguas muy blandas suelen aparecer deficiencias en minerales y se advierte un crecimiento pobre.

De esta forma, los niveles recomendables de dureza, medida en concentración de  $\text{CaCO}_3$  deben ser mayores a 200 mg/L (Barton, 1996; Wedemeyer, 1996).

- f) Dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ): Este gas se encuentra naturalmente en la mayor parte de las aguas superficiales entre 1-2 mg/L y proviene principalmente de la difusión de la atmósfera, de la descomposición microbiana y de la respiración de los organismos que habitan ese cuerpo de agua (Wedemeyer, 1996). En los sistemas de producción acuícola la mayor parte del  $\text{CO}_2$  proviene del metabolismo de los peces.

El  $\text{CO}_2$  reacciona con el agua cuando se disuelve formando una mezcla de  $\text{CO}_2$ , ácido carbónico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), e iones bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) y carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ).



El porcentaje de distribución de cada molécula estará determinado por el pH del cuerpo de agua de manera que el equilibrio de esta reacción determina que a medida que disminuye el pH de ese cuerpo de agua se obtendrá más  $\text{CO}_2$  disuelto en el agua.

Las formas tóxicas son el  $\text{CO}_2$  y el  $\text{H}_2\text{CO}_3$ . Para los peces, el  $\text{CO}_2$  es tóxico ya que el aumento de su concentración en el agua en que habitan hace que los peces no puedan excretar  $\text{CO}_2$  y aumenta su concentración sanguínea (hipercapnia) que lleva a una disminución del pH sanguíneo reduciendo la capacidad en el transporte de

oxígeno. Efectos adversos del CO<sub>2</sub> disuelto pudieron observarse a concentraciones de 20 mg/L (Westers, 2001) y 45 mg/L (Danley *et al.*, 2001).

Un efecto conocido de la combinación de aguas duras con altas concentraciones de CO<sub>2</sub> es la nefrocalcinosis, caracterizada por depósitos calcáreos en el riñón (Smart, 1981, Fikri *et al.*, 2000). La nefrocalcinosis comienza a expresarse cuando los niveles de CO<sub>2</sub> superan los 12 mg/L (Smart *et al.*, 1979). En este sentido Wedemeyer (1996) recomienda que los niveles no excedan los 10 mg/L.

Además, el CO<sub>2</sub> suele ser un inconveniente importante en el transporte de peces vivos, pues se acumula progresivamente debido a la actividad respiratoria de los peces y debe ser un factor a tener en cuenta en estos casos.

- g) Otros factores: Uno de los factores que potencialmente puede afectar seriamente la salud de los peces en sistemas de cultivo son los metales pesados entre los que podemos mencionar al cobre, cadmio, hierro, plomo y zinc. Aunque estos metales pueden estar presentes en las aguas en concentraciones traza, pueden ser introducidos en los sistemas de cultivo a través de descargas industriales o por su uso como control de malezas y pueden ser muy tóxicos para la trucha arco iris existiendo abundante bibliografía al respecto (ver Wedemeyer, 1996 y Molony, 2001 como revisión).

También hay que considerar aquellas sustancias que esporádicamente pueden llegar a afectar la calidad el agua y que pueden ser originados en el mismo establecimiento (uso de desinfectantes, fármacos y sal) o en los alrededores de la misma (herbicidas y pesticidas de los campos circundantes). En este sentido existe abundante bibliografía (Stephenson, 1982; Mitchell *et al.*, 1987; Davies *et al.*, 1994; Arnold *et al.*, 1996; Fairchild *et al.*, 2008; 2009; Shelley *et al.*, 2009)

Teniendo en claro entonces los parámetros de calidad del agua necesarios para la producción de trucha y la importancia que tiene la calidad del agua en la producción y la consecuente inocuidad del producto se deberá identificar los potenciales agentes de peligro que pueden provocar una contaminación química y/o biológica en el establecimiento. De esta forma deberá prestarse atención a:

- a) La contaminación proveniente de otros emprendimientos.
- b) La contaminación proveniente del suelo de los estanques o canales.
- c) La contaminación por plaguicidas.
- d) La contaminación por aguas residuales.
- e) La contaminación industrial.

Además de protocolizar los lugares de control de la calidad del agua es importante que los responsables de la producción verifiquen si las alteraciones en la calidad del agua ocurren en forma esporádica o constante. Toda esta información se analizará conjuntamente para compararla con los niveles considerados como peligrosos para cada uno de los

parámetros analizados fundamentalmente si estos pudieran ser nocivos para la salud humana.

El protocolo de muestreo para control debe incluir (como mínimo) los siguientes puntos para la toma de muestras:

- a) Un punto previo a que el agua entre a las instalaciones del establecimiento (por ejemplo, en el manantial de origen) o en la corriente que llega a las jaulas flotantes.
- b) En el canal principal de distribución de agua para las instalaciones en tierra.
- c) En la entrada a las diferentes salas que pueden existir en el establecimiento: *hatchery*, alevinaje, juveniles, reproductores y engorde.
- d) En la entrada y salida de cada uno de los estanques o canales que conforman el sistema de cultivo en general.

Si se sospechara específicamente de alguna zona en particular, se deberá agregar una muestra en la región adyacente a la potencial fuente de contaminación.

Algunos análisis pueden realizarse por personal del establecimiento ya que los análisis de calidad del agua pueden en general clasificarse en tres grupos:

- a) Los análisis que pueden realizarse *in situ* con equipo adecuado, fáciles de usar y de precio relativamente accesible (oxígeno disuelto, conductividad, pH, temperatura, transparencia).
- b) Los análisis que pueden realizarse con la ayuda de *kits* comerciales de fácil uso y que no necesitan de equipamiento sofisticado (amonio, nitritos, etc.).
- c) Los análisis que deben realizarse en laboratorios especializados autorizados (dióxido de carbono, metales, nitrógeno total, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, bacteriológicos, microbiológicos).

Es recomendable además que exista documentación detallando cada uno de los procedimientos realizados, las muestras enviadas para analizar y el detalle de los resultados obtenidos.

Las planillas de registro de seguimiento interno del control de la calidad de agua y del seguimiento interno de los resultados de los análisis efectuados pueden tener el siguiente formato orientativo:

Planilla de seguimiento interno de control de agua

Fecha de muestreo	Identificación	Sitio de muestreo	Análisis solicitado	Breve descripción

Guía de control interno de resultados de análisis de agua

Identificación	Laboratorio de análisis	Fecha de envío	Fecha de recepción	Informe

En las planillas debe figurar también el nombre de la persona que tomó la muestra y el nombre y firma del profesional responsable.

#### **4. Organización del área de producción.**

Las instalaciones para la producción en jaulas flotantes constituyen sistemas abiertos de cultivo y por consiguiente las actividades que se realizan allí afectan directamente al medio ambiente que las rodea. En este sentido la influencia recíproca es absolutamente válida. Además, contrariamente a lo que sucede en los sistemas de producción ubicados en tierra, estos sistemas se encuentran típica y específicamente ubicadas en aguas públicas (Bell & Nash, 2008; Neuquén: Ley Provincial de Acuicultura Neuquén).

Esta íntima relación entre el medio ambiente y el sistema de producción en jaulas flotantes, o sea la relación entre el cuerpo de agua, el bienestar y crecimiento de los peces y el rendimiento económico del emprendimiento debe motivar a los productores a manejarse armónicamente con el medio ambiente, respetando las regulaciones establecidas. De esta forma la comprensión de las características locales es imprescindible para que el medio circundante pueda asimilar los residuos sólidos y nutrientes derivados de la actividad (Bell & Nash, 2008).

Es importante considerar que, en el caso de producción en jaulas flotantes, la única barrera entre los peces y el medio ambiente circundante es la red por lo que, a pesar de ser un método eficiente y económico, su uso presenta importantes desafíos ambientales. En este sentido se debe tener en cuenta que la producción del establecimiento conlleva descargas de desechos hacia las aguas públicas que no sólo pueden afectar la calidad del agua para el uso del mismo emprendimiento sino también afectar la calidad del recurso aguas abajo afectando a otros emprendimientos o a potenciales usuarios del agua del reservorio (Boyd, 2005).

Además del impacto producido por la propia actividad en las jaulas flotantes es importante considerar el impacto que sobre el cuerpo de agua pueden tener las instalaciones en tierra. De esta forma una correcta organización de la estructura del establecimiento puede ayudar no sólo a mejorar el funcionamiento del mismo sino también a minimizar los impactos sobre el cuerpo de agua en el que se asienta con el objeto de garantizar la inocuidad del producto sobre la salud humana.

De esta forma, los factores a considerar en su organización y sus instalaciones son los siguientes:

- a) Las áreas del establecimiento deben estar bien delimitadas con el objeto de evitar contaminación, tanto química como biológica entre las mismas. Deben existir áreas físicamente separadas y ubicadas convenientemente con el objeto de no afectar la inocuidad alimentaria del producto final.
- b) Las áreas deben ubicarse de manera que exista espacio suficiente en cada una para poder instalar el equipamiento necesario para el normal funcionamiento de la misma y facilitar así mismo el mantenimiento y la limpieza del equipamiento y el lugar.
- c) De acuerdo al tipo de producción de cada establecimiento, el área debe estar diseñada con el objeto de tener delimitados estos sectores:
  1. Área de reproducción y desoves.
  2. Área de incubación.
  3. Área de pre-engorde y engorde.
  4. Área de selección.

- d) Deben además definirse y mantenerse independiente del sector específico de producción, las siguientes áreas:
1. Área de almacenamiento de alimentos.
  2. Laboratorio y análisis.
  3. Área de tratamiento sanitario.
  4. Área de mantenimiento general.
  5. Depósito y almacenamiento de productos químicos.
  6. Área de limpieza de redes.
  7. Área de desechos orgánicos.
  8. Área de despacho.
- e) El establecimiento deberá contar con un sitio adecuado en donde se almacene exclusivamente el alimento a utilizar en el proceso de producción. Éste debe ser un sitio ventilado y al abrigo de la luz y la humedad. Debe tener además protección adecuada contra el ingreso de aves, roedores u otro tipo de plaga. Debe mantenerse limpio y estar debidamente separado del lugar de almacenamiento de productos químicos con el objeto de evitar contaminación con plaguicidas, herbicidas, etc. En lo posible debe facilitar la recepción del mismo y su distribución dentro del establecimiento.
- f) Se deberá contar con instalaciones sanitarias adecuadas que tengan delimitadas áreas de higiene personal con sus respectivas duchas y baños. Es muy importante que esta área se ubique bien separada tanto del área de acopio de alimentos como del área de producción.
- g) En el sector de higiene personal y de sanitarios la provisión de agua debe ser abundante y tiene que estar siempre provisto del material necesario (jabón, toallas descartables, desinfectante, etc) para garantizar la correcta higiene del personal.
- h) El drenaje del agua de desecho del área de limpieza personal debe ser independiente y debe mantenerse separada de la descarga de efluentes de los sanitarios. Es muy importante tener en cuenta que estos sistemas de drenaje deben estar bien separados de los lugares de suministro de agua relacionados con la producción de peces.
- i) Se debe mantener un sistema de tratamiento de efluentes domiciliarios en forma eficiente (lechos nitrificantes).
- j) Es fundamental, colocar un sistema de desinfección (vados sanitarios, pediluvios) en la entrada misma del establecimiento con el objeto de desinfectar tanto las ruedas de todo vehículo como los zapatos de toda persona que ingrese en el mismo. De la misma forma también se protegerá a otros establecimientos a los que ese vehículo o persona se dirija posteriormente. El ingreso del personal al establecimiento debe estar debidamente protocolizado y el ingreso de personas ajenas al emprendimiento debe estar reglamentado y controlado.
- k) Se deben colocar tapetes sanitarios o pediluvios con desinfectante apropiado en la entrada de cada sección en la que se trabaja con material biológico (incluyendo las jaulas). Es importante reponer diariamente la solución desinfectante.
- l) Se debe establecer un área de almacenamiento de productos químicos que deberán encontrarse debidamente etiquetados y con instrucciones para su uso expuestas en lugar visible.

- m) Se debe construir un área de almacenamiento de productos de limpieza para las distintas áreas. Estos productos deben estar debidamente rotulados y almacenarse en forma separada para evitar una posible contaminación cruzada. Debe contemplarse también el contar con un sistema de desinfección de estos elementos.
- n) Deberá habilitarse un lugar, separado del área de producción, para el tratamiento de los residuos orgánicos propios del proceso de producción. Es importante tomar las medidas necesarias a fin de que el tratamiento de estos desechos representen riesgo de contaminación para el proceso productivo. Estos restos deberán ser incinerados o depositados en un pozo realizado en el terreno en donde se colocarán los restos por capas con adición de cal y tierra.



## **5. Establecimiento de programas de manejo y control de los alimentos y fármacos utilizados.**

La comprensión y control de los programas de alimentación y la calidad del alimento son fundamentales para el establecimiento de Buenas Prácticas de manejo en cualquier establecimiento. Es sabido que el alimento que se oferta a los peces es el mayor costo en la operación de producción en jaulas y, dependiendo de la especie puede llegar a representar hasta el 60% del costo (Beveridge 2004; Rojas & Wadsworth, 2007). De esta forma el manejo eficiente de la alimentación debe dirigirse a reducir la pérdida de alimento y a optimizar su conversión.

En principio un aspecto que debe cuidarse es que el alimento que se utiliza debe estar formulado para asegurar una buena conversión, digestibilidad y retención de proteína, en términos de nitrógeno y fósforo en función de la especie que se cultiva. Los protocolos de alimentación deben diseñarse para minimizar el desperdicio del alimento y maximizar la utilización de energía (Beveridge, 2004; Grøttum & Beveridge, 2007). Además deben tenerse en cuenta los siguientes parámetros:

- a) Estabilidad del pellet.
- b) Flotabilidad.
- c) Palatabilidad.
- d) Niveles de energía.
- e) Contenido de humedad.
- f) Calidad de los ingredientes.

En nuestro país los alimentos balanceados para trucha utilizados en forma rutinaria son producidos por compañías dedicadas a su elaboración y es a éstas a quien corresponde garantizar la calidad de los mismos. Sin embargo es importante que los responsables de la producción controlen el origen del alimento y verifiquen que las compañías productoras de alimentos observen procedimientos de Buenas Prácticas para la fabricación siguiendo protocolos establecidos (FAO, 2001).

Básicamente, los productores deben tener en cuenta que las plantas productoras de alimentos deben considerar los siguientes ítems:

- a) Los ingredientes utilizados no deben contener plaguicidas, contaminantes químicos, toxinas o sustancias adulteradas y deben cumplir con los estándares internacionales para niveles de patógenos, micotoxinas, herbicidas, plaguicidas y otros contaminantes que puedan originar riesgos a la salud de los peces y del consumidor.
- b) Los alimentos deben contener solamente componentes permitidos por las agencias reguladoras correspondientes. Estos compuestos incluyen aditivos, pigmentos, antioxidantes y medicamentos veterinarios aprobados para su uso en acuicultura.

- c) Los alimentos deben estar correctamente etiquetados e incluir la lista de los ingredientes utilizados en su fabricación. La composición nutricional de los mismos, debe estar garantizada y ser la misma que la que se declara en la etiqueta.
- d) Los alimentos deben estar registrados en el SENASA.
- e) Las bolsas de *pellets* deben contener un porcentaje mínimo de micropartículas

**Si el alimento a ser utilizado en el cultivo cumple con estos requisitos, es decisión del productor la elección del tipo y la marca que considere mejor para su establecimiento.**

De cualquier manera, una vez que el alimento llega al establecimiento, los responsables deben garantizar su almacenamiento de forma tal de evitar su deterioro o contaminación por problemas de manejo. En este sentido los puntos a tener en cuenta son los siguientes:

- a) El depósito del alimento debe ser lo suficientemente amplio como para permitir el almacenamiento de las bolsas de alimentos en lotes definidos de acuerdo al tipo y a la fecha de compra. Debe mantenerse un registro de permanencia del producto en el lugar de almacenamiento.
- b) El alimento debe utilizarse siempre antes de su fecha de vencimiento. En lo posible deberá evitarse adquirir alimentos con fecha de vencimiento cercana a la fecha de compra y utilización.
- c) Independientemente de la fecha de vencimiento evitar en lo posible el mantenimiento en ambientes calurosos. En esas condiciones los lípidos contenidos en el alimento se tornan rancios y el moho que puede formarse produce micotoxinas que pueden inducir lesiones tanto en el riñón como el hígado de los peces (Black *et al.*, 1988; Ketola *et al.*, 1989). Preferentemente el alimento debe almacenarse en lugares frescos y secos.
- d) El establecimiento debe designar un responsable para el control y manejo del alimento que se brinda a los peces.
- e) Las bolsas de alimento no deben almacenarse directamente sobre el piso del depósito sino sobre tarimas, evitando del contacto directo con las paredes con el objeto de prevenir que el mismo se humedezca durante su almacenamiento.
- f) El alimento debe utilizarse de acuerdo a la fecha de elaboración para evitar la proliferación de microorganismos y posibles alteraciones en los valores nutricionales.
- g) La manipulación de las bolsas de alimento y del alimento mismo debe realizarse con cuidado con el objeto de minimizar el daño que se le puede producir a los pellet y reducir la formación de partículas de pequeño tamaño que no serán consumidas por los peces. La producción de estas micropartículas no sólo aumentará los costos de producción sino también aumentará el aporte de nutrientes al medio ambiente. En función de este punto no se deben apilar muchas bolsas con el objeto de evitar que las que se encuentran en la base soporten peso excesivo y minimizar el manipuleo excesivo de las bolsas.

- h) Descartar el alimento con fecha de vencimiento excedida o en mal estado en tierra a manera de compost, evitando sobrecargar de nutrientes el sitio elegido. Si el alimento tuviera alguna medicación incorporada seguir atentamente las instrucciones del fabricante. Nunca descartar alimentos vencidos, en mal estado o bien con el agregado de fármacos vertiéndolos directamente al reservorio de agua que sirve de sustento a la producción de peces.

Es absolutamente inevitable que la calidad de los ingredientes de un determinado alimento varíen aún cuando provengan de un mismo proveedor (FAO, 2001). De esta forma es importante protocolizar el manejo y distribución del alimento. Para ello, y como se dijera anteriormente, **se debe designar un responsable dentro del establecimiento**. Esta persona, además de controlar el almacenamiento y movimiento del alimento en el depósito debe estar atento, y llevar registro, al comportamiento de los peces ante un determinado alimento.

Se deberá llevar control de los siguientes parámetros que deberán estar debidamente documentados en planillas de control internas:

- a) Fecha de compra del alimento, fecha de arribo y fecha de almacenamiento en el depósito (si esta fuera diferente a la de arribo).
- b) Nombre, dirección y datos de contacto de la compañía elaboradora del alimento.
- c) Tipo de alimento, cantidad de envases ingresados, número o identificación de los lotes y fecha de vencimiento de cada uno de los lotes.
- d) Clave o código interno asignado a cada uno de los lotes almacenados.
- e) Fecha de apertura y comienzo de uso de un determinado envase.
- f) Registro del uso de cada envase en relación del número de jaula (estanque, *raceway*, etc) en donde se mantienen los peces.
- g) Registro diario de las condiciones de temperatura y humedad del almacenamiento.
- h) Reporte de la presencia de algún tipo de plaga o utilización de algún químico para su prevención y/o control.
- i) Observaciones que pudieran considerarse de interés.
- j) La planilla debe llevar siempre el nombre y la firma del responsable de la sección.

#### Alimentos medicados: Criterios de uso.

Es importante tener en cuenta que la mejor prevención de enfermedades se realiza a través del ejercicio de las Buenas Prácticas y de esa manera su utilización constituye una buena medida para el control de las enfermedades. A pesar que hasta el momento el estado sanitario de los peces que se encuentran en el embalse Alicurá es bueno, que no se han detectado hasta el momento evidencias de la existencia de las enfermedades de denuncia obligatoria: Septicemia Viral Hemorrágica Infecciosa (SVH), Necrosis Hematopoyética Infecciosa (NHI), Necrosis Hematopoyética Epizoótica (NHE), Necrosis Pancreática Infecciosa (NPI), Anemia Infecciosa del Salmón (AIS), Enfermedad

Bacteriana Renal (BKD) y Piscirickettsiosis o Síndrome Rickettsial de Salmónidos (SRS) (OIE. Enfermedades de denuncia obligatoria, 2009; Dirección de Acuicultura, comunicación personal) y que los productores declaran no utilizar medicación en el proceso de producción de peces es importante mantener algunos criterios.

Hasta el momento no existe reglamentación para el uso de alimentos medicados en la República Argentina de manera que hay que tener especial cuidado en este sentido ya que el uso no controlado de medicinas veterinarias puede ocasionar la acumulación de residuos en los peces y el medio ambiente. Por otra parte es importante señalar que el uso continuo de medicamentos contra bacterias y parásitos, puede favorecer la resistencia de los organismos patógenos.

De esta forma, si en algún momento debieran utilizarse alimentos medicados se deberá solicitar autorización al organismo nacional (SENASA). Es importante considerar además que las plantas productoras de alimentos medicados deberán cumplir con los lineamientos que establece el Codex (Committee on Residues of Veterinary Drugs in Foods) y que el control en la administración de los mismos debe realizarse sólo cuando se tiene un diagnóstico correcto realizado por un veterinario o un especialista calificado en peces.

#### Tipos de alimentos.

Para la alimentación de truchas en jaulas flotantes se utiliza exclusivamente alimento seco compuesto por distintos ingredientes que se trituran, mezclan y se compactan en forma de "pellets" o es extrusado.

Aunque parezca obvio es importante tener en cuenta que una dieta adecuada debe proporcionar todos los nutrientes esenciales y la energía necesaria para cubrir las necesidades de los peces de manera de poder cumplir eficientemente sus necesidades vitales como crecimiento, reproducción y mantenerse en un estado saludable. Además debe tenerse en consideración la calidad de la carne obtenida en el producto y además el efecto de la dieta sobre el medio ambiente (Rérat & Kaushik, 1995).

En general se busca que los alimentos balanceados tengan un factor de conversión entre 1,4 y 2 (es decir que para obtener 1 kg de trucha para la venta se necesitan entre 1,4 y 2 kg de alimento). Los componentes de las dietas suelen variar y existen diferentes formulaciones. Estas formulaciones pueden dividirse en formulaciones abiertas (*open-formula diet*) y formulaciones cerradas (*closed-formula diets*). Las primeras son de acceso público y son constantemente actualizadas y probadas por distintas agencias gubernamentales de diferentes países, mientras que las segundas son exclusivas de algunas compañías y su formulación exacta es propiedad de las mismas (Hardy & Barrows, 2002).

El cuadro siguiente, a modo orientativo, ilustra los constituyentes porcentuales de los alimentos balanceados para truchas (del Valle, 1990). Es importante destacar que de acuerdo a la formulación utilizada estos porcentajes pueden variar y lo importante es que además puede variar el origen de cada uno de los componentes en cada una de las formulaciones. De esta manera es importante que el productor vaya comparando la respuesta de cada uno de los alimentos balanceados a los que puede tener acceso comparando el factor de conversión, la disponibilidad y el precio. Información adicional acerca de la nutrición de peces y la alimentación puede obtenerse en las siguientes referencias: NRC (1993), Guillaume et al. (1999) y Halver & Hardy (2002).

Proteínas	45-48%
Grasas <sup>(1)</sup>	3-5% (8%)
Hidratos de Carbono	10%
Fibra	5%
Ceniza	13%
Humedad	10%
Complementos vitamínicos y minerales	-

Por otra parte es muy importante tener en cuenta que la dieta diaria para ser suministrada a las truchas varía con el tamaño de las mismas y con la temperatura del agua. En general el tamaño de la boca y del esófago son buenos indicadores para conocer el tamaño de pellet adecuado para un determinado tamaño de pez (Rust, 2002) y las compañías de fabricación de alimentos balanceados fabrican sus productos con distintas granulometrías. El tamaño de las partículas de alimento debe incrementarse a medida que el animal crece y cada compañía aconseja una determinada granulometría. La siguiente tabla (Lovell, 2002) puede utilizarse como orientativa:

Tamaño del pez (g)	Diámetro de la partícula (mm)
<0.5	<0.6 ( <i>starter</i> )
0.5–2	0.6–0.85 ( <i>crumble</i> )
2–5	0.85–1.2 ( <i>crumble</i> )
5–10	1.2–2 ( <i>crumble</i> )
10–20	2–3.2
20–100	3.2 ( <i>pellet</i> )
100–500	4.8 ( <i>pellet</i> )
>500	6.5 ( <i>pellet</i> )

Otro aditivo importante en el alimento balanceado es aquel que se utiliza para obtener coloración rosada, también conocida como "salmonada", en las truchas. En los salmónidos salvajes este color es originado por un pigmento denominado astaxantina; sin embargo estos peces no pueden producir este pigmento de manera que es incorporado a su organismo cuando las truchas ingieren crustáceos que lo poseen naturalmente. Estos pigmentos pueden obtenerse bajo distintos nombres comerciales y también existen alimentos balanceados a los cuales se les agrega este pigmento en concentraciones que van normalmente desde un 3 a un 8 % (Hardy & Barrows, 2002).

El tiempo de suministro de alimento con pigmento es muy variable pero suele ser entre 30 y 45 días antes que los peces alcancen el tamaño de venta; también pueden variarse las concentraciones para buscar el mejor resultado posible. Con este procedimiento, la carne de los peces adquiere un color rosado particular similar al de los silvestres.

#### Forma de alimentación.

El suministro diario de alimento balanceado pueden realizarse de tres maneras diferentes a saber: en forma manual, semiautomática y automática.

El primer caso, manual, consiste en suministrar el alimento a mano o utilizando algún recipiente pequeño para esparcir la ración sobre el agua uniformemente. En este sentido es importante hacer notar que no debe efectuarse toda la entrega en una sola vez, pues los peces no podrán tomarla, se producirá una pérdida de alimento que no sólo tiene efectos adversos sobre la economía de la producción sino también sobre la eutroficación del cuerpo de agua (Lovell, 2002). Aquí debe aplicarse el concepto que se debe alimentar a los peces y no a los recipientes. En síntesis, asegurarse de arrojar una pequeña cantidad de alimento y esperar a que se consuma hasta volver a ofrecer.

Pero hay que considerar que a medida que se aumenta la frecuencia y cantidad de alimento sobre los niveles de mantenimiento (aquellos en el cual los peces no ganan ni pierden peso, en general aproximadamente un 1% de su biomasa), tanto truchas como salmones ganan peso en forma lineal. Sin embargo, a medida que nos aproximamos a los niveles máximos de consumo comienza a decrecer la ganancia de peso perdiéndose entonces la relación lineal. De esta forma la entrega óptima de alimento se basa en consideraciones económicas ya que a pesar que la alimentación a niveles cercanos a la saciedad, además de ser lo más eficiente desde el punto de vista fisiológico, puede resultar beneficioso en términos económicos ya que no se desperdicia alimento (Lovell, 2002).

El método semiautomático consiste en suministrar alimento mediante un vehículo que circula entre los estanques y que posee un tanque donde se coloca el alimento. El reparto de alimento por medio de aire comprimido o por gravedad, conociendo la cantidad de alimento que puede salir por el conducto en un segundo; de esta forma la salida de alimento es controlada por un operador.

El tercer método de alimentación enunciado, el automático, consiste en la utilización de máquinas que distribuyen periódicamente el alimento que se halla en su interior. Los períodos se gradúan mediante un medidor de tiempo, y la salida del alimento puede ser por medio de aire o por gravedad. La gran ventaja de este método es el ahorro de mano de obra y tiempo, pero posee también desventajas que lo hacen no aconsejable para muchos piscicultores. Las desventajas son: la distribución no homogénea del alimento sobre toda la superficie del agua y, quizás la más importante, el escaso control de la captación de alimento por parte de los peces (este tipo de control, durante la alimentación, es muy importante para advertir cualquier situación anormal en los peces). Sin embargo, actualmente una gran cantidad de establecimientos en distintos lugares del mundo utiliza alimentación automática o a demanda de los peces con el objeto de reducir costos laborales. Además, las plantas modernas usan alimentadores automáticos controlados por computadores junto con el uso de instrumentos que permiten regular la frecuencia y cantidad de alimento distribuido por medio de cámaras subacuáticas y detectores que miden la cantidad de alimento no consumido que se depositará en el fondo de las jaulas o estanques (Lovell, 2002).

La tendencia será utilizar este tipo de alimentadores a demanda ya que tienen un efecto directo sobre el bienestar del pez que obtiene el alimento disponible según sus demandas fisiológicas y no depende de un esquema de alimentación impuesto por el ritmo de producción. Este tipo de esquema de alimentación solo puede traer beneficios a la producción ya que disminuye el estrés, mejora el estado general y permite la alimentación natural a saciedad en ausencia del comportamiento agresivo que puede observarse cuando el alimento se entrega a mano o en períodos de tiempo establecidos por el productor. De esta forma, se observa además un consumo de oxígeno y producción de amonio parejos a lo largo del día y una mejor conversión alimentaria (Read, 2008).

Las empresas dedicadas a la fabricación de alimentos balanceados para peces brindan al criador tablas de alimentación en las cuales aconsejan la ración diaria a suministrar de acuerdo con los diferentes tamaños de los peces y con las distintas temperaturas del agua. No obstante muchos piscicultores se guían aún hoy por las tablas originalmente publicadas por Leitritz (1963), aunque siempre se sugiere que la alimentación debe ser vigilada ya que pueden existir diferencias en cada establecimiento. Las tablas mencionadas muestran los valores aconsejados para la oferta de ración diaria de las truchas arco iris, aunque, como se dijera anteriormente la ración no debe darse toda en un mismo momento, sino que debe repetirse en varias porciones iguales, dependiendo el

número de ellas del tamaño de los peces y de la temperatura del agua. Generalmente se utiliza la siguiente metodología:

Tamaño del pez	Alimentación (veces)
Alevinos hasta 2,5 cm	6 a 10 veces por día
Entre 2,5 y 4 cm	4 a 5 veces por día
Entre 4 y 20 cm	3 veces por día
Más de 20 cm	2 veces por día
Reproductores	1 vez por día

Este tipo de distribución en la oferta de alimento tiene la finalidad de obtener una correcta asimilación del mismo. Aunque es importante tener en cuenta que si la temperatura del agua es muy baja debe suministrarse la ración diaria durante las horas en que la temperatura es mayor, situación que puede alterar el número de raciones.

Debe tenerse también en cuenta que únicamente en la primera etapa de la alimentación puede darse algo más de alimento que el indicado. En etapas posteriores, una sobrealimentación no siempre se traduce en un aumento en peso que compense la diferencia de alimento utilizado. Generalmente, un exceso de alimentación provoca una acumulación de residuos en el fondo del estanque o de la balsa-jaula, pérdidas o un aumento de grasa en el animal.

En síntesis se deben tener en cuenta siempre las siguientes reglas de alimentación:

- a) La alimentación diaria y el cuidado de los peces en las jaulas son prioridad en el establecimiento.
- b) Un buen programa de alimentación incluye alimentar a los peces los 7 días de la semana.
- c) Se debe tener cuidado de no dar alimento cerca de la compuerta de salida de los estanques o cerca de los laterales de las jaulas donde la corriente puede llevarse al alimento fuera del alcance de los peces.
- d) El alimento ofertado deberá aumentarse gradualmente, previo muestreo y cálculo de la ración basada en los requerimientos según el peso promedio de los peces, la biomasa de la jaula y la temperatura del agua.
- e) Deben tomarse muestras de los peces en intervalos definidos con el objeto de determinar si se está logrando la tasa de crecimiento esperada y ajustar la tasa de alimentación.
- f) Los peces deben mantenerse sin alimentación 24 horas antes de seleccionarlos, manipularlos, transportarlos y/o cosecharlos.



- g) Si se sospecha que los peces han sido sometidos a algún tipo de estrés se debe reducir o directamente suprimir la alimentación por un tiempo.
- h) Se deben llevar registros individuales de cada balsa-jaula, origen del lote, su biomasa, el alimento suministrado, conversiones del alimento, porcentajes de ganancia de peso, temperatura del agua, oxígeno disuelto y la mortalidad producida.

## 6. Organización del Proceso Productivo.

Como se dijera anteriormente, cualquier Guía de Buenas Prácticas de Producción Acuícola que se centra en la higiene y en la forma de manipulación durante el proceso productivo, hará que el producto final obtenido de la actividad sea inocuo para la salud humana cuando se consuma. De esta forma la organización del proceso productivo debe garantizar desde el bienestar del animal en producción, en el transporte y el manejo post-cosecha, la mejora de la eficiencia del proceso productivo, el cuidado general de los aspectos sanitarios hasta los cuidados necesarios para generar el menor impacto posible al medio ambiente que está sosteniendo todo este proceso. Uno de los objetivos de mayor impacto en la organización del proceso productivo está en optimizarlos para producir la menor cantidad posible de desperdicios.

En este sentido es importante comprender que la producción de trucha arco-iris, así como cualquier otra producción de peces, pueden producir no sólo desperdicios físicos sino también desperdicios operativos que harán producir menos biomasa de producto por unidad de energía otorgada al sistema (Boyd et al., 2007; Clay, 2008).

Además, especialmente cuando consideramos especies no nativas (aún cuando su introducción haya sido hace tiempo) es importante considerar lo que se conoce como contaminación biológica (Boyd et al., 2005). Se han documentado cambios en las poblaciones de peces silvestres alrededor de las jaulas de producción (Phillips et al., 1985; Beveridge, 2004).

Por un lado se ha visto que distintas especies pueden congregarse alrededor de las jaulas flotantes buscando refugio y alimentándose del alimento que no aprovechan los peces en cultivo y además se ha visto que pueden producirse escapes de peces en cultivo debido al daño en las jaulas producido por tormentas, choques con embarcaciones, ataque por parte de predadores, vandalismo y también por accidentes que ocurren durante las operaciones de producción (Boyd et al., 2005). Por ejemplo, en Noruega, el 25% de los peces que ascienden los ríos provienen de escapes de granjas de producción (Weston et al., 1996). Aunque algunos autores consideran que los animales productos del escape no compiten por recursos con los stocks silvestres (Boyd et al., 2005) esto puede variar de acuerdo al nivel de escapes tanto a nivel de la competencia por los recursos como también por cruzamiento con las poblaciones salvajes. El grado de importancia que se le atribuya a este hecho variará de acuerdo a las consideraciones de la autoridad de aplicación encargada pero no hay duda que debe ser objeto de consideración.

Otro hecho que debe ser tenido en cuenta es la posible diseminación de enfermedades desde los peces en cultivo hacia las poblaciones silvestres o viceversa. En este sentido es importante hacer notar que las truchas en cultivo que se encuentran mantenidas en altas densidades y de alguna manera en condiciones más estresantes, son más susceptibles a contraer enfermedades. A pesar que demostrar la transmisión directa de enfermedades desde las jaulas hacia los peces en el medio ambiente es difícil de demostrar en forma contundente (ya que las enfermedades que atacan a los peces en cultivo existen en forma natural) el peligro potencial existe y debe ser considerado e inclusive las condiciones de cultivo pueden llegar a generar cepas de patógenos más virulentas.

Tomados en su conjunto todos estos datos llevan a considerar el problema de los escapes como importante de manera que debe ser muy tenido en cuenta a la hora de elaborar un manual de buenas prácticas para el manejo de una producción.

Otro aspecto importante a tener en consideración es el bienestar animal de los peces durante el proceso de producción. Esto no solo tiene en cuenta aspectos sanitarios del animal sino también aspectos económicos y de mercado. Por un lado, es de conocimiento práctico por los productores que un pez “en forma” y saludable, crece mejor y por consiguiente esto redundará en un mejor rendimiento económico y que cualquier deterioro en su condición de bienestar acarreará problemas sanitarios. Por otro lado hay otro aspecto que no hay que desestimar y es que el público en general considera importante el ambiente y las condiciones en donde se ha producido el alimento que consumirá (Read, 2008).

Teniendo en mente estas consideraciones y con el objeto de protocolizar los puntos a tener en cuenta en la producción de trucha arco iris en cultivo, podemos dividir los aspectos a considerar en tres ítems a saber: aspectos productivos, aspectos sanitarios y aspectos medioambientales.

### Aspectos productivos

1. Determinar protocolos y necesidades de recursos materiales y humanos, analizando un plan de producción predefinido.
2. Elaborar informes interpretando datos de la evolución de la producción.
3. Confeccionar un programa de extracción para faena de un producto, considerando un plan de producción y la evolución del mismo.
4. Evaluar los resultados de experiencias predefinidas de implementación de mejoras de rendimiento en un sistema de producción proponiendo modificaciones.

### Aspectos sanitarios

1. Elaborar programas de control sanitario no sólo de las instalaciones sino también de la producción en base a normas establecidas, para minimizar el riesgo de introducción y/o transmisión de las patologías.
2. Estudiar la calidad sanitaria del lote de origen de los individuos para prevenir la introducción de determinadas patologías.
3. Seleccionar estrategias de prevención específicas siguiendo procedimientos establecidos, y llevar a cabo un seguimiento para mejorar el rendimiento de la producción.
4. Interpretar las patologías estableciendo los protocolos para identificar los agentes causantes y determinar su tratamiento específico.

5. Establecer las pautas de trabajo para la toma y envío de las muestras, interpretando los resultados aportados por el laboratorio para determinar las medidas de control de patologías dando intervención a la autoridad oficial correspondiente.

#### Aspectos medioambientales

1. Programar el registro de los parámetros físico-químicos de la producción y medioambientales (Interpretación de datos y los resultados).
2. Establecer un plan de toma de muestras y envío a laboratorios especializados, según normas establecidas para determinar el nivel de los agentes contaminantes en la producción.
3. Evaluar las características organolépticas del producto final, comprobando que se ajusta a los estándares deseados por la empresa.
4. Elaborar protocolos para el tratamiento de los residuos y seleccionar sistemas para evitar las fugas biológicas, aplicando la normativa específica para mejorar la gestión medioambiental de la actividad.
5. Elaborar protocolos de construcción y anclaje de jaulas.

El objetivo final de esta protocolización es planificar y supervisar las actividades relacionadas con la producción y organizar la prevención y tratamiento de cualquier tipo de patología, con el objeto de alcanzar la calidad de producto requerida, respetando las normativas de prevención, bienestar animal y riesgos medioambientales.

En este sentido las actividades a realizar en cada uno de los aspectos considerados se enuncian a continuación:

## **Actividades a protocolizar sobre aspectos productivos**

### **1. Determinar protocolos y necesidades de recursos materiales y humanos, analizando un plan de producción predefinido.**

- Describir las operaciones dentro del proceso productivo de la especie, teniendo en cuenta las condiciones de cultivo, con el objeto de conseguir el producto final deseado.
- Programar los ciclos de cultivo en cada área de producción, estimando la demanda para ajustarse al plan de producción.
- Establecer los recursos materiales y humanos para llevar a cabo las operaciones de cultivo, en función de las necesidades de cada área de producción.
- En un supuesto práctico de programación de producción:

Establecer cronogramas de las actividades en cada área de producción, relacionando los procedimientos de forma secuencial y cronológica.

Establecer diagramas de flujo de cada actividad de los procesos productivos, racionalizando el trabajo e interrelacionando los recursos humanos y materiales.

Asignar las funciones y actividades que deben desarrollar los responsables de cada área de acuerdo a los objetivos previstos.

- Determinar las características que deben reunir las instalaciones y equipos, en función de las condiciones de cultivo para ser operativas.
- En un supuesto práctico de selección de emplazamiento:
  - Identificar la normativa en función de la ubicación de la instalación.
  - Determinar los permisos exigidos referidos a la actividad acuícola prevista según la legislación vigente.
- Establecer un calendario de reuniones periódicas vinculado a responsables de cada fase, teniendo en cuenta un cronograma para evitar desajustes en la producción.

### **2. Elaborar informes de producción interpretando datos de la evolución de la producción.**

- Reconocer y valorar los sistemas de alimentación teniendo en cuenta las características del ciclo biológico y de las fases de producción.

- Identificar las situaciones anómalas observadas durante el proceso de cría en base a los informes de producción presentados.
- Establecer las normas técnicas sobre la ejecución del trabajo de los responsables de área teniendo en cuenta los sistemas de producción.
- Relacionar la adquisición de materiales y equipos en base a la vida útil de los mismos y a los informes de los inventarios de almacenamiento.
- En un supuesto práctico de presentación de modelos de informes por los responsables de área:

Establecer la periodicidad de los informes de los responsables en función del ciclo de cultivo.

Diseñar el modelo de presentación de informes en función de las características de la producción.

- En un supuesto práctico de valoración de informes:

Elaborar informes analizando las contingencias en la producción proponiendo soluciones y actuaciones.

Analizar informes de producción proponiendo correcciones que eviten desviaciones en el plan de producción.

- En un supuesto práctico sobre la evolución del cultivo para conseguir los objetivos previstos en el plan de producción:

Establecer las condiciones de cultivo teniendo en cuenta los objetivos de producción.

Establecer las dietas alimentarias.

Determinar el sistema de alimentación según la fase de cultivo.

Planificar las necesidades de alimento en función de los sistemas de producción.

### **3. Confeccionar un programa de extracción para faena de un producto, considerando un plan de producción y la evolución del mismo.**

- Describir los factores que intervienen en la preparación de los peces teniendo en cuenta la calidad determinada del producto final.
- Establecer un programa de las extracciones para faena en función de informes de la evolución de la producción y objetivos predefinidos.
- Elaborar protocolos para controlar la trazabilidad del producto final que puedan dar respuesta a las demandadas por los clientes.

- En un supuesto práctico de extracción para faena del producto:
  - Establecer las instalaciones y equipos para la faena del producto final manteniendo la calidad preestablecida.
  - Identificar la normativa en vigor asociada a la extracción para faena del producto final.
  - Establecer la forma de sacrificio y traslado hasta la planta.
- En un supuesto práctico de valoración de la calidad en el producto final:
  - Reconocer las desviaciones en función de los estándares de calidad establecidos.
  - Relacionar las desviaciones con la evolución de la producción.
  - Elaborar informes contrastando las desviaciones del producto final con la calidad pre-establecida.

**4. Evaluar los resultados de experiencias predefinidas de implementación de mejoras de rendimiento en un sistema de producción proponiendo modificaciones.**

- Evaluar los resultados de experiencias de mejora contrastándolos con los estándares de producción.
- En un supuesto práctico de diseño de ensayos:
  - Elaborar un diagrama de flujo de la nueva metodología teniendo en cuenta los recursos materiales y humanos.
  - Comparar los resultados de las experiencias y de los estándares de producción analizando las diferencias en los resultados.
  - Analizar la aplicación de las mejoras en función de los resultados obtenidos en la producción.
- Diseñar una experiencia para mejorar los sistemas de cultivo teniendo en cuenta los históricos de producción.
- En un supuesto práctico de aplicación de mejoras:
  - Adaptar la nueva metodología teniendo en cuenta el sistema de producción.
  - Relacionar los costos de las modificaciones con las mejoras en el rendimiento de la producción.

**Actividades a protocolizar sobre aspectos sanitarios**

**1. Elaborar un protocolo de higiene y desinfección de las instalaciones en base a normas establecidas, para minimizar el riesgo de transmisión de las patologías.**

- En base a las necesidades y a la información consultada para obtener la asepsia de las instalaciones se procederá a desinfectar los equipos y medios utilizados en el proceso productivo. Utilizar elementos específicos para cada área.
- Los procesos de desinfección de los materiales y las instalaciones deben atenerse a protocolos establecidos con el objeto de reducir el riesgo de transmisión de enfermedades.
- La toma de muestras de los puntos críticos de la instalación se establece en base al protocolo de higiene y desinfección, con el objeto de comprobar la eficacia de las medidas de prevención y control.
- Los protocolos de identificación y extracción de ejemplares enfermos, moribundos o muertos deben elaborarse en base a la información recogida y el historial de producción. Esto ayudará a la detección rápida de procesos patológicos.
- El procedimiento de traslado de los individuos debe documentarse y protocolizarse. Debe naturalmente ajustarse a la normativa vigente. Este punto es importante para evitar la introducción y propagación de enfermedades.
- El manual de buenas prácticas sanitarias que elaborare la empresa se deberá realizar en base a la información suministrada por la presente guía y las características de la instalación, para mejorar los hábitos y las prácticas de uso.

**2. Elaborar un programa de control de uso de medicamentos estableciendo una lista de productos autorizados por SENASA, para la prevención de determinadas patologías teniendo en cuenta además si esos medicamentos están permitidos en el área en que esté asentado el establecimiento. De acuerdo a esto:**

- Los tratamientos de los individuos deben programarse teniendo en cuenta el tamaño de los mismos y su historial, de manera de minimizar la incidencia de las patologías en la producción.
- Los sistemas para la aplicación de fármacos deben establecerse en función del lote, el tipo de patología detectada y el fármaco para lograr su máxima eficacia.
- Las necesidades de productos y equipos de aplicación deben definirse en función del plan de tratamiento establecido, de manera de evitar interrupciones en el tratamiento.



- La metodología que se debe mantener en la aplicación de tratamientos debe seleccionarse teniendo en cuenta los protocolos establecidos.
- La protección de los individuos tratados debe supervisarse, teniendo en cuenta la mortalidad a corto plazo para comprobar la eficacia del tratamiento.

**3. Seleccionar estrategias de prevención específicas siguiendo procedimientos establecidos, y llevar a cabo su seguimiento para mejorar el rendimiento de la producción.**

- La aplicación de estrategias de prevención específicas debe seleccionarse en función de la información e historial del establecimiento con el objeto de reducir el riesgo de las patologías más comunes.
- Los tratamientos preventivos deben programarse en función del estado sanitario de la población para minimizar la aparición de patologías siguiendo los lineamientos establecidos en el punto 2 de esta misma sección.
- El programa de aplicación de tratamientos preventivos debe establecerse en función de las características del lote con el objeto de fortalecer a los individuos ante situaciones desfavorables siguiendo los lineamientos establecidos en el punto 2 de esta misma sección.
- Los resultados de los métodos preventivos deben compararse con el historial de los lotes con el objeto de proponer mejoras en la estrategia de prevención.

**4. Describir signos y manifestaciones clínicas de las patologías más comunes de la especie en producción, mencionando métodos de diagnóstico y alternativas de tratamiento.**

- Los síntomas de determinadas patologías deben identificarse en base a protocolos establecidos con el objeto de realizar un diagnóstico temprano.
- Los comportamientos anómalos deben identificarse en base a pautas preestablecidas con el objeto de realizar una rápida detección de las patologías existentes.
- Si se necesitara aislamiento bacteriano, éste debe seguirse según protocolos preestablecidos con el objeto de evitar alteraciones en los resultados.
- Los controles parasitarios deben programarse, aplicando protocolos en tiempo y forma con el objeto de lograr la identificación de los parásitos.
- El medio de cultivo, la metodología, y los agentes quimioterápicos empleados deben valorarse mediante procedimientos preestablecidos con el objeto de poder comprobar la eficacia del tratamiento.
- La aplicación de los tratamientos, debe supervisarse en función del diagnóstico para el control de las patologías.

**5. Establecer las pautas de trabajo para la toma de muestras, interpretando los resultados aportados por el laboratorio para determinar las medidas de control de patologías.**

- La metodología para la toma, acondicionamiento y envío de las muestras debe establecerse en función de protocolos preestablecidos por SENASA con el objeto de llegar en condiciones para su procesamiento.
- Los medios y técnicas para la toma de muestras deben ser supervisados conforme a pautas preestablecidas con el objeto de garantizar las condiciones de asepsia.
- Los datos aportados por el laboratorio deben ser tenidos en cuenta, y siguiendo sus instrucciones, debe elaborarse un programa de tratamientos para el control de las patologías.
- Los registros de los tratamientos aplicados deben supervisarse, aplicando las normas específicas para el control sanitario de la instalación.

**Actividades a protocolizar sobre aspectos medioambientales**

**1. Programar el registro de los parámetros físico-químicos de la producción y medioambientales (Interpretación de datos y los resultados).**

- Los equipos de medición de los parámetros físico-químicos deben supervisarse y/o calibrarse, según las indicaciones del fabricante con el objeto de evitar errores en la toma de registros,
- El control de los parámetros medioambientales debe programarse en función de los ciclos de cultivo con el objeto de tener documentación histórica de los registros.
- Los registros medioambientales del entorno deben evaluarse y compararse con el registro histórico de producción con el objeto de programar el engorde de la producción.
- Los registros de los parámetros físico-químicos de la producción deben contrastarse con los valores preestablecidos de manera que, introduciendo las modificaciones correspondientes, se puedan mantener las condiciones de cultivo.
- Las medidas de control de enfermedades de origen físico-químico deben determinarse en base a la evolución de la producción y del tipo de instalación con el objeto de seleccionar las estrategias que mantengan las buenas condiciones de cultivo.

- 2. Establecer un plan de toma de muestras y envío a laboratorios especializados, según normas establecidas para determinar el nivel de los agentes contaminantes en la producción.**
  - Las muestras de tejidos y/o individuos deben extraerse, conservarse y enviarse según protocolos los preestablecidos por el laboratorio que efectuará la medición del parámetro a evaluar (El laboratorio debe pertenecer a la red oficial del SENASA).
  - La toma y envío de muestras de agua para análisis debe realizarse bajo supervisión y ateniéndose a normas predeterminadas, para que lleguen en perfecto estado de conservación al laboratorio.
  - La programación de la periodicidad del muestreo de afluentes y del medio debe realizarse teniendo en cuenta las características de la producción, con el objeto de detectar agentes contaminantes.
  - Los resultados de los análisis deben valorarse teniendo en cuenta las características del sistema de cultivo, para una mejor gestión de la producción.
  - Los registros sobre la presencia de agentes contaminantes obtenidos de la evolución de la producción, se deben emplear para mejorar las medidas de control.
  
- 3. Evaluar las características organolépticas del producto final, comprobando que se ajusta a los estándares deseadas por la empresa.**
  - Las características externas del producto final se deben valorar visualmente utilizando los procedimientos especificados por la empresa, para permitir establecer y/o mejorar su calidad.
  - La textura, olor y sabor del producto final se deben analizar utilizando los procedimientos específicos de la empresa, con el objeto de mejorar la calidad del procesado.
  - La información obtenida de los análisis de las características organolépticas debe utilizarse para la adaptación del plan de comercialización a la calidad del producto final.
  
- 4. Elaborar protocolos para el tratamiento de los residuos y seleccionar sistemas para evitar las fugas biológicas, aplicando la normativa específica para mejorar la gestión medioambiental de la actividad.**
  - Los aspectos medioambientales deben identificarse siguiendo las normativas vigentes, con el objeto de valorar su impacto y asignarle su grado de significancia.

- Los materiales contaminados producidos durante la actividad, deben descartarse como residuos contaminantes según protocolos y normas específicos.
- Los objetivos medioambientales deben determinarse teniendo en cuenta la significancia de los aspectos medioambientales, con el objeto de elaborar medidas de protección.
- El retiro y almacenamiento de los individuos muertos durante la producción debe realizarse aplicando protocolos preestablecidos, debiendo ser conservados adecuadamente hasta su tratamiento.

Ahora bien, independientemente de los puntos considerados en la sección anterior hay aspectos generales que deben ser tenidos en cuenta tanto en la producción de ovas y alevinos (*hatchery*) como en el engorde. Hay puntos, consideraciones o procedimientos compartidos y se detallarán independientemente en función de la claridad expositiva a pesar de que pueda resultar reiterativo.

### **Producción de ovas (*hatchery*)**

#### Reproducción e Incubación

Objetivo: Huevos embrionados saludables y viables.

**Se debe realizar el mantenimiento de uso en las instalaciones, así como de los equipos y material, al inicio y durante las actividades de reproducción e incubación, aplicando la metodología preestablecida para evitar alteraciones en su funcionamiento.**

- La maquinaria, equipos y materiales deben revisarse teniendo en cuenta las indicaciones de los manuales y los protocolos de mantenimiento de uso para reparar o sustituir los elementos averiados o desgastados. Se debe registrar el procedimiento y comunicar cualquier problema al encargado.
- Se deben seguir las indicaciones del encargado para evitar desajustes en la operatividad de los mismos.
- La existencia de los distintos bienes de consumo deben contabilizarse teniendo en cuenta la vida útil de los mismos. Se debe registrar el procedimiento que debe ser supervisado por el encargado.
- La indumentaria y los equipos de protección individual deben utilizarse aplicando el plan de prevención de riesgos establecido para garantizar sus condiciones de seguridad.

**La obtención, aclimatación, acondicionamiento y alimentación de los reproductores debe realizarse según los protocolos establecidos para obtener se maduración y reproducción.**

- La selección y transporte de los reproductores deben realizarse siguiendo las instrucciones del encargado de la sección con el objeto de obtener reproductores con la calidad requerida.
- **La recepción y descarga de los individuos se debe realizar tratando de minimizar los riesgos de estrés. Hay que tener en cuenta que todo tipo de transporte de los peces va a generar estrés y que a pesar que un determinado agente productor de estrés solo no sea por sí solo dañino, la suma del transporte, el aumento de la densidad y la manipulación pueden ser nocivos para la salud de los individuos (Southgate, 2008). Hoy se encuentra bien documentado que el agente estresante más fuerte es el procedimiento de carga y descarga de los peces (Southgate, 2008).**
- Se deberá registrar el tipo y medio de transporte y la recepción de los reproductores. Se seguirán protocolos para comunicar cualquier incidente y realizar las adaptaciones necesarias según indique el encargado.
- La selección de los reproductores debe realizarse aplicando las pautas preestablecidas para facilitar la identificación de los individuos.
- La dieta para esta fase de cultivo se prepara y administra según instrucciones del encargado para el mantenimiento y la maduración de los reproductores.
- Los parámetros físico-químicos del agua deben medirse y registrarse durante el proceso de mantenimiento y reproducción con la frecuencia establecida en los protocolos. Sólo este tipo de registro puede facilitar la corrección de los desajustes en las condiciones de cultivo.
- Los muestreos de los individuos deben realizarse siguiendo protocolos normalizados durante todo el proceso de maduración y reproducción.
- La maduración y el desove en los reproductores debe inducirse aplicando protocolos preestablecidos con el objeto de cumplir con el cronograma de producción.

**Las actividades para la manipulación e incubación de los huevos embrionados hasta la eclosión deben realizarse siguiendo los protocolos establecidos para la obtención de individuos viables.**

- Los desoves deben efectuarse siguiendo las pautas establecidas por el establecimiento y deben ser supervisados por el encargado con el objeto de conseguir huevos viables.
- La manipulación durante el desove se efectúa mediante masajes abdominales en los reproductores siguiendo los protocolos preestablecidos para obtener los productos con la cantidad y calidad requerida para la fecundación artificial.
- La fecundación artificial se realiza, bajo supervisión del encargado, a partir de los gametos seleccionados según criterios de calidad para obtener huevos viables.

- El traslado y la incubación de los huevos embrionados, así como la extracción de huevos no viables, debe llevarse a cabo siguiendo las instrucciones del responsable para obtener larvas con la calidad requerida.
- Los parámetros físico-químicos durante la incubación deben medirse y registrarse en base a criterios preestablecidos, para mantener las condiciones durante el desarrollo de los huevos embrionados.
- Los recuentos de ovas, deben realizarse según criterios preestablecidos por la empresa, registrarse y ser supervisados por el encargado.
- No deben utilizarse sustancias no permitidas en este proceso (ejemplo: verde de malaquita).

**Se deben llevar a cabo medidas de prevención y control previamente determinados por el personal técnico correspondiente para minimizar los efectos contaminantes sobre el ambiente y la producción.**

- La manipulación en la producción se realiza aplicando protocolos de prevención de enfermedades para evitar contaminaciones cruzadas.
- Las muestras se toman en la forma y periodicidad determinadas por el responsable para realizar los controles sanitarios correspondientes.
- Los tratamientos sanitarios prescritos por el responsable se deben aplicar ajustándose a su posología con el objeto de evitar el riesgo de efectos secundarios.
- La presencia de síntomas externos y cambios en el comportamiento de los individuos se deben identificar según criterios preestablecidos y se deben comunicar al responsable para detectar posibles patologías.

**Las actividades de selección, clasificación y acondicionamiento de los huevos deben efectuarse según criterios de calidad establecidos por la empresa transferencia a la siguiente fase de cultivo o comercialización.**

- La cantidad de huevos embrionados y/o alevinos producidos deben contabilizarse conforme a las operaciones rutinarias, para su comercialización y/o traslado.
- Los huevos embrionados y/o alevinos se clasifican y seleccionan teniendo en cuenta criterios de origen, tamaño y calidad prefijados, para su posterior destino, renovación de plántulas, cultivo y/o comercialización.
- Los huevos embrionados y/o alevinos se deben acondicionar en función de sus características y el procedimiento establecido para su traslado.
- La preparación y embalaje del producto final, y su correspondiente registro, se debe llevar a cabo siguiendo los protocolos establecidos para su traslado y/o venta.

## **Producción de Alevinos**

Objetivo: Alevinos saludables y viables.

**Se deben efectuar las tareas de preparación y de mantenimiento de uso en instalaciones, sistemas de control, así como de equipos y material, siguiendo los protocolos establecidos para iniciar y desarrollar las actividades de producción y cultivo. Todos estos procedimientos deben quedar registrados.**

- Los elementos deteriorados de maquinaria, equipos y materiales deben sustituirse o repararse teniendo en cuenta las instrucciones de los manuales y los protocolos de mantenimiento de uso, con el objeto de mantenerlos constantemente en buen estado de funcionamiento y comunicar las incidencias al encargado.
- Se debe comprobar el correcto funcionamiento de los aparatos de medición siguiendo los protocolos establecidos para mantener la operatividad de los mismos durante la producción.
- Las instalaciones deben mantenerse limpias, desinfectarse y prepararse para su uso según procedimientos estandarizados para obtener la higiene requerida en el proceso de cultivo.
- Los bienes de consumo que se utilicen deben estar inventariados y considerar su existencia durante el proceso de producción de manera de cubrir la demanda al inicio y durante el ciclo de cultivo.
- La indumentaria y los equipos de protección individual se deben utilizar aplicando un plan de prevención de riesgos que deberá establecerse en cada establecimiento con el objeto de garantizar las condiciones de seguridad.

**Las actividades de recepción y acondicionamiento de los individuos se deben realizar según los procedimientos establecidos por el responsable de la sección para acondicionarlos en las condiciones requeridas por cada sistema de cultivo.**

- Se debe comprobar el estado de los recintos de alevinaje según los protocolos de cultivo establecidos para comenzar el ciclo de producción.
- El traslado de los individuos a los recintos de cultivo debe realizarse siguiendo los protocolos de manejo determinados por el encargado, con el objeto de evitar mortalidades registrando debidamente la operación.
- El estado de los individuos a la recepción debe observarse en función de criterios de calidad predeterminados y registrarse debidamente.
- Los parámetros físico-químicos del agua deben medirse y registrarse de acuerdo a los protocolos de la empresa. El proceso debe ser supervisado por el encargado quien dará las instrucciones de ajuste necesarias.
- El cultivo de los individuos debe realizarse de acuerdo a las densidades o biomásas determinadas por el responsable y registrarse debidamente.

**El seguimiento de la producción en relación con la alimentación, la distribución de la población y los parámetros de cultivo, según protocolos establecidos para cada etapa.**

- Los parámetros físico-químicos del agua deben medirse y registrarse de acuerdo a los protocolos de la empresa. El proceso debe ser supervisado por el encargado quien dará las instrucciones de ajuste necesarias.
- El alimento será suministrado aplicando los procedimientos establecidos por el responsable técnico, para cubrir los requerimientos nutricionales de los individuos.
- El “sifoneo” o la extracción de los restos orgánicos y peces muertos o moribundos localizados en el fondo y la superficie de los recintos debe realizarse siguiendo las pautas preestablecidas para mantener la correcta higiene de la producción.
- Los muestreos de los individuos deben realizarse en tiempo y forma y supervisados por el responsable, con el objeto de controlar el crecimiento de los individuos y la evolución de los lotes.
- La selección de los lotes y clasificación de los individuos debe realizarse atendiendo a criterios de densidad, biomasa y/o calidad con el objeto de conseguir lotes homogéneos.

**Se deben ejecutar las medidas de prevención según las indicaciones del personal técnico correspondiente con el objeto de disminuir la incidencia de las mismas sobre el cultivo.**

- Las medidas de prevención y tratamientos terapéuticos deben aplicarse siguiendo las especificaciones establecidas por el responsable para reducir la incidencia de patologías. En este sentido se debe tener siempre en cuenta lo especificado en la sección “Actividades a protocolizar sobre aspectos sanitarios” punto 2.
- La presencia de síntomas externos y cambios en el comportamiento de los individuos se deben identificar según criterios preestablecidos y se deben comunicar al responsable para detectar posibles patologías.
- Las muestras deben recogerse en la forma y periodicidad establecidas por el responsable, de forma tal que los controles sanitarios sean los requeridos por el laboratorio.

**Las actividades de selección, clasificación y preparación del producto final, seguirán los criterios de calidad de la empresa para acondicionar el producto su traslado a otra área de producción o comercialización.**

- Los muestreos del producto final se deben realizar en el tiempo y forma fijados por el encargado para determinar la calidad, tamaño y dispersión de los individuos.
- Los controles de calidad para el caso de los alevinos se deben realizar teniendo en cuenta los procedimientos fijados por el encargado, para identificar las



anomalías/deformidades en cada lote, retirando los que no se ajustan a los criterios establecidos.

- Los individuos se deben clasificar, seleccionar y agrupar atendiendo a los resultados del muestreo para ajustarse a los criterios de venta establecidos por la empresa.
- Las operaciones de acondicionamiento de los individuos para su traslado se deben ejecutar en función del sistema de transporte, del tamaño de los ejemplares, estado, estación del año, para que lleguen a destino en las condiciones requeridas y para conseguir una buena adaptación al nuevo medio.

## **Engorde**

Objetivo: Peces y ambiente saludables.

La enumeración de tareas se divide en tareas a realizar sobre la infraestructura y tareas sobre los peces propiamente dichos.

**Se debe asegurar el perfecto estado de funcionamiento y conservación de las instalaciones, equipos y materiales necesarios para el desarrollo de la actividad.**

- El inventario de las redes se debe realizar aplicando los protocolos (procedimientos predeterminados) para tener un registro actualizado del número, tipo y estado de redes disponible. De acuerdo al estado de las mismas deben repararse o desecharse y proceder a cambiarlas. Se debe determinar la necesidad de cambios, proponiendo las compras en tiempo y forma.
- La limpieza de redes se debe realizar utilizando los equipos y los medios preestablecidos (debiendo ser inocuos para el medio ambiente) con el objeto de mantenerlas operativas para el cultivo. Es importante hacer notar que se debe implementar un protocolo de monitoreo y cambio de las redes. El monitoreo debe garantizar que se realice el cambio antes que las deposiciones de materia orgánica sobre las redes (*fouling*) afecten la salud de los peces en cultivo y las mismas redes.  
Se debe evitar la descarga del producto de la limpieza de las redes al cuerpo de agua. En este sentido no se debe realizar limpieza *in situ* sino remover las redes y transportarlas a la costa utilizando en lo posible un recipiente cerrado para su limpieza y desinfección (Bell & Nash, 2008).
- Se deben inspeccionar las redes con respecto a la fijación de algas u otras incrustaciones, teniendo en cuenta los grados de fijación determinados por el responsable, con el objeto de limpiar y desinfectar las estructuras, equipos y materiales que lo precisen.
- Se debe comprobar que los equipos y materiales estén en condiciones de uso teniendo en cuenta el funcionamiento estándar de los mismos, con el objeto de identificar y reemplazar los elementos dañados. El procedimiento debe quedar registrado y la información debe llegar al encargado o supervisor.
- Se debe utilizar indumentaria y equipos de protección individual aplicando un plan de prevención de riesgos establecido por cada establecimiento con el objeto de

garantizar las condiciones de seguridad. Ejemplo: el uso de salvavidas en el trabajo en los pasillos de las jaulas.

- Se debe verificar que los amarres y sus elementos de fondeo o anclaje estén en perfecto estado de uso, decidiendo su cambio o modificación en función de los criterios de la empresa.
- Se debe programar la revisión de equipos, materiales y embarcaciones y sistemas eléctricos. Esta revisión debe ser además registrada en planillas de control.

**El plan de producción debe optimizar los recursos materiales y humanos.**

- El personal a cargo debe disponer y utilizar de forma correcta la indumentaria y los equipos de protección adecuados durante todo el tiempo que dure la actividad.
- Los datos de producción se deben procesar según normas establecidas para la posterior emisión de los correspondientes informes a los responsables.

**La supervisión, coordinación y/o realización de las actividades de recepción, clasificación y distribución de lotes de peces debe seguirse según los protocolos.**

- Los métodos establecidos en los protocolos para realizar la descarga, distribución, clasificación por tamaños y selección por atributos especiales deben supervisarse visual y documentalmente comprobando que están en condiciones óptimas.

**La Supervisión y/o realización de las tareas de alimentación, control del crecimiento y de distribución de la biomasa deben seguirse de acuerdo a protocolos establecidos, para luego tomar las decisiones que sean necesarias.**

- La alimentación de los lotes de peces se debe determinar en función de criterios preestablecidos, supervisando que se suministra el tipo y cantidad de alimento en forma adecuada.
- Cuando se suministra la dieta establecida debe observarse el comportamiento de los individuos, en base a las pautas del responsable. Esto tiene como objetivo valorar el comportamiento de ingestión y registrar las incidencias.
- En caso de utilizar comederos automáticos, éstos deben rellenarse con el tipo y cantidad de alimento fijado en la dieta. Se debe además comprobar su funcionamiento teniendo en cuenta las indicaciones de los manuales realizando los ajustes necesarios, para dosificar el alimento requerido según las características de cada lote de peces.
- Se debe comprobar el inventario del alimento teniendo en cuenta las previsiones a corto plazo y los procedimientos preestablecidos, para verificar las existencias indicadas y comunicar al encargado las carencias detectadas.
- Las clasificaciones y los desdobles deben programarse en base a los criterios específicos que establezca la empresa.

- La toma de muestras para la medición de los parámetros físico-químicos del agua debe realizarse en tiempo y forma. Los datos deben registrarse en planillas.
- Se debe comprobar que las especificaciones de los inventarios se ajusten al contenido del almacenamiento, proponiendo las compras necesarias y verificando la correcta rotación del alimento almacenado.
- Las labores de muestreo sobre los individuos en cultivo se deben realizar aplicando los protocolos para registrar los datos determinados por el responsable.

**Detectar la existencia de indicadores de problemas patológicos y supervisar y/o realizar la aplicación de las medidas de prevención y control necesarias según los protocolos definidos, previa comunicación a sus superiores.**

- Si se detectan síntomas externos y/o alteraciones de comportamiento que puedan indicar la posible existencia de alguna patología debe comunicarse rápidamente al responsable de la sección.
- Las operaciones de extracción y recuento de mortalidad deben quedar registradas. En caso de verificarse alteraciones importantes, éstas deben informarse inmediatamente al responsable de la sección.
- La aplicación de medidas preventivas y tratamientos terapéuticos debe realizarse según los protocolos establecidos. Estos tratamientos deben quedar registrados y seguir las normativas sanitarias vigentes.
- La toma de muestras para análisis debe realizarse según las instrucciones dispuestas por el responsable para obtener el tamaño muestral requerido por el laboratorio que realizará el análisis.

**Programar, realizar y/o supervisar las actividades de extracción, selección y clasificación del producto final y acondicionarlo para su procesado y comercialización.**

- Las actividades de cosecha del producto para su comercialización se deben organizar y supervisar, ajustándose a los protocolos establecidos.
- La cantidad de producto final establecida para la comercialización se debe extraer con los medios designados por el encargado para minimizar los riesgos en la calidad del producto.
- El producto final debe seleccionarse y clasificarse según las pautas establecidas por la empresa para obtener la talla y calidad prevista en el plan de comercialización.
- El producto final será sacrificado y acondicionado siguiendo la normativa vigente y los protocolos establecidos por la empresa para cumplir los requisitos de comercialización.

## 7. Seguridad y salud ocupacional.

Además de todos los aspectos que se han mencionado el recurso humano asociado con la producción es de vital importancia para el normal desarrollo de la actividad. En este sentido hay que tener en cuenta que en general las Guías de Buenas Prácticas se focalizan en el proceso de producción y la inocuidad del producto para el consumidor pero no en las condiciones laborales de la mano de obra empleada en el proceso de producción (Clay, 2008). Por ejemplo el programa EuropGAP, institucionalizado en Europa para certificar las actividades agropecuarias, y que recientemente ha alcanzado con sus estándares a la acuicultura tiene como objetivo certificar pautas de calidad para seguridad del consumidor. Esas pautas abarcan la inocuidad alimentaria, bienestar animal, protección ambiental así como la salud, seguridad y bienestar de los trabajadores (Boyd, 2008).

Es importante considerar que en el tipo de producción al que estamos aludiendo el tema de la seguridad en navegación es de fundamental importancia y debe ser tenido en cuenta.

De esta forma es hoy importante que los siguientes aspectos sean tenidos en cuenta por los responsables de cualquier emprendimiento de tipo comercial:

### Prevención de riesgos laborales

Los Riesgos Laborales en el emprendimiento.

Posibles consecuencias de los riesgos laborales.

Accidentes de trabajo.

Enfermedades profesionales.

Otros daños para la salud.

Repercusiones económicas y de funcionamiento.

### Marco normativo básico en materia de prevención de riesgos laborales

Derechos y deberes básicos.

Alcance y fundamentos jurídicos. Legislación básica aplicable

Directivas sobre seguridad y salud en el trabajo.

Directivas sobre seguridad del producto.

Integración de los programas de vigilancia de la salud en el programa de prevención de riesgos laborales.

Programas de control de la salud de los trabajadores.

### Riesgos ligados a las condiciones de seguridad

Lugar y superficie de trabajo.

Las herramientas.

Las máquinas.

La electricidad y/o el combustible.

Los Incendios.

Almacenamiento, manipulación y transporte.

La Señalización.

El Mantenimiento.

### Riesgos ligados al medio ambiente de trabajo

La exposición laboral a agentes químicos, físicos y biológicos.

La evaluación del riesgo.

El control del riesgo.

### La carga de trabajo, la fatiga y la insatisfacción laboral

La carga de trabajo.

La carga física.

La carga mental.

La fatiga.

La insatisfacción laboral.

### Sistemas básicos de control de riesgos. Protección colectiva e individual

La protección de la seguridad y salud de los trabajadores en el ámbito del trabajo.

La protección colectiva.

La protección individual.

Clasificación de los equipos de protección individual.

## Nociones básicas de actuación en emergencias y evacuación

Tipos de accidentes graves.

Clasificación de las situaciones de emergencia.

Organización de emergencias.

Actuaciones en un Plan de Emergencia Interior (PEI).

Información de apoyo para la actuación de emergencia.

## Primeros auxilios

¿Qué son los primeros auxilios?

Consejos generales de Socorrismo.

Activación del sistema de emergencia. El alerta.

Los eslabones de la cadena de socorro.

La formación en socorrismo laboral.

La evaluación primaria de un accidentado.

Emergencias médicas, reanimación cardiopulmonar y hemorragias.

## La prevención de riesgos laborales en la empresa

La gestión de la prevención de riesgos laborales.

Recursos Humanos y materiales para el desarrollo de actividades preventivas.

## Prevención y manejo del estrés laboral

Estrés y ansiedad.

Estrés físico y estrés psicológico.

Trastornos psicológicos y psicosomáticos.

Estrés y fatiga laboral.

Desgaste laboral o *burn-out*.

Acoso moral, atropello o *mobbing*.

Satisfacción laboral, clima laboral y motivación en el trabajo.

Evaluación del empleado.

Aumento de la motivación laboral.

Aumento de la remuneración.

Comunicación en el trabajo.

Planes de comunicación.

Gestión de conflictos.

Apoyo social.

Desarrollo profesional.

Gestión del tiempo y organización del trabajo.

Tratamientos clínicos del estrés.

Terapias.

Gestión documental.

## **8. Establecimiento de programas de entrenamiento para el personal involucrado en la producción.**

El establecimiento de un manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola requiere necesariamente un programa de capacitación por niveles jerárquicos sobre el tema. Esto hace necesario que las empresas cuenten en principio con un organigrama perfectamente establecido, en donde se establezca que cada persona cumpla con funciones específicas y bien definidas. Pero también debe tenerse en cuenta que las buenas prácticas son un proceso dinámico y que pueden estar sujetas a cambios (Voas, 2008). Este organigrama puede estar estructurado, aunque dependerá de la capacidad de organización del establecimiento, a partir de una dirección general a cargo de un gerente general o responsable de la unidad de producción, con varios responsables de área a su cargo.

Los responsables de área deben ser apoyados a su vez, por un grupo de técnicos que se encargan de realizar tareas específicas. De cualquier manera, aunque la empresa sea pequeña las responsabilidades deben estar especificadas claramente y evitar que estén centradas en un grupo muy reducido de personas ya que así será muy difícil llevar a cabo las diferentes actividades. Para el desarrollo de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola, es entonces recomendable contar con personal capacitado y con experiencia de forma tal de desarrollar un sistema efectivo.

Un programa de capacitación por niveles jerárquicos, tiene como objetivo informar, capacitar y concientizar a las personas que trabajan en el establecimiento de la responsabilidad que tienen de producir alimentos inocuos para el consumidor, sea éste perteneciente al mercado regional, nacional o internacional. De esta forma no resulta importante el nivel de jerarquía en que se encuentren, sino que resulta primordial que el concepto de Buenas Prácticas se encuentre incorporado por cada una de las personas que intervienen en el proceso productivo. En cualquier establecimiento de producción acuícola, el desarrollo de esquemas de capacitación, que busquen la implementación de Buenas Prácticas de Producción Acuícola es muy importante para obtener un producto final libre de riesgos para el consumidor. Estos programas de capacitación deben incluir medidas o planes de prevención, seguridad e higiene en el trabajo.

Debido a que muchas de estas medidas son verdaderamente estrictas es, de alguna manera, responsabilidad de la empresa motivar a todo el personal para que participe decididamente en estas actividades. El sistema que se implemente en cualquier empresa con fines de lograr la inocuidad alimentaria, es un trabajo de equipo y concebido de manera integral, de tal forma que permita adecuarlo constantemente. Para lograr este objetivo, es necesario establecer una serie de prácticas rutinarias que implican una revisión constante de las operaciones que se realizan en el establecimiento, conjuntamente con el llenado de registros para cada uno de los pasos o etapas importantes para asegurar la inocuidad del producto.

La capacitación en cada nivel jerárquico deberá contemplar los principios de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola y considerar, para cada fase de cultivo, los puntos de contaminación en los que el producto podría hacerlo con agentes biológicos (virus, bacterias, hongos, parásitos), sustancias químicas (plaguicidas, metales pesados, quimioterapéuticos, otros) o si la calidad del producto se reduce por alguna otra circunstancia.

Esto hace necesario definir las obligaciones de cada individuo dentro del proceso de Buenas Prácticas de Producción Acuícola, para evitar que ocurran problemas con el producto en esos puntos de contaminación. Adicionalmente, se deberá entrenar al personal para tomar el registro correspondiente y dar seguimiento a cada una de las



medidas realizadas durante el proceso de producción a través de procedimientos escritos. Esto quiere decir que es fundamental que el personal reconozca la importancia de mantener estos registros actualizados.

Cada vez que se incorpore personal nuevo a la empresa, éste deberá realizar un curso de capacitación sobre Buenas Prácticas de Producción Acuícola antes de integrarse al equipo de trabajo. La empresa debe impulsar el mejoramiento constante de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola e incentivar a sus trabajadores cuando éstas se cumplan satisfactoriamente.

Por otra parte es importante que existan programas de extensión que partan de los organismos de regulación de la actividad. Por ejemplo, el modelo de extensión desarrollado en Australia (Coutts et al., 2005) está basado en cinco pilares básicos:

- a) El acceso a la información
- b) La planificación de la enseñanza (formal o informal)
- c) Un sistema de aprendizaje fácil para lograr que las personas adquieran el conocimiento.
- d) El auxilio de un guía, consultor (extensionista)
- e) El desarrollo tecnológico de un tema en particular.

Todos estos componentes del modelo de extensión deben funcionar en forma conjunta e ir avanzando paso a paso de modo tal que entre todos los actores se vaya construyendo un camino (similar a los peldaños de una escalera). O sea que en definitiva se considera a la extensión como la capacidad de construir una escalera.

La responsabilidad del extensionista es transferir las habilidades técnicas a los actuales y a los potenciales productores. Como las necesidades tecnológicas a las que se debe enfrentar un productor se incrementan constantemente el extensionista debe tener un contacto permanente con los investigadores para brindar nuevas habilidades técnicas que permitan resolver los problemas. Pero también el extensionista debe darse en los dos sentidos, es decir que existe una retroalimentación permanente que le brinda el piscicultor con nuevos problemas y nuevas necesidades que son importantes resolver.

#### Bases para un programa de capacitación en BPPA según la FAO

Una vez definido el estándar para cada labor específica, se deberá diseñar una red curricular, que responda a esos requisitos y se deberán definir los criterios de evaluación, que permitan demostrar si lo que se está haciendo es lo correcto, lo que significa saber si la persona está o no habilitada para desempeñar esa labor. El objetivo principal de un programa de capacitación en Buenas Prácticas de Producción Acuícola, es que el personal comprenda y tome conciencia de que debe adquirir las habilidades necesarias para aplicar de manera correcta estas prácticas. Para lograr este objetivo, un buen programa de capacitación, debe cumplir entre otros los siguientes aspectos:

- Diferenciar el tipo de público objetivo

Es importante tener en cuenta que no es lo mismo capacitar a un ingeniero agrónomo que a un trabajador rural. En la capacitación se deberá poner énfasis en las tareas específicas que componen su trabajo diario.

- Brindar los conceptos básicos de inocuidad

Las personas a capacitar deben conocer, por qué es necesario realizar las acciones que deben llevar a cabo. Por ejemplo porqué deben lavarse las manos, porqué no debe aplicar más desinfectante que el necesario, etc. El hecho de que las personas sepan no sólo hacer las tareas encomendadas sin también por qué, es esencial en cualquier programa de capacitación.

- Basarse en realidades concretas del quehacer acuícola

Todo buen curso de capacitación, debe adaptarse a las realidades propias del área en donde se dicta. Es menester conocer con precisión a quiénes se va a capacitar y cuál es su realidad laboral.

Es muy importante que los trabajadores sepan por qué deben hacer de determinada forma sus tareas y qué consecuencias tendrá el incumplimiento de las mismas (pérdida de tiempo, de higiene, etc.)

- Tener los medios apropiados para las tareas

Esto se refiere a que la empresa que recibe la capacitación de sus trabajadores, debe entregar los medios adecuados para que éstos hagan bien su trabajo. Muchas instancias de capacitación fracasan por esta causa. Por ello es clave que la capacitación en Buenas Prácticas de Producción Acuícola, comience en las instancias superiores de las empresas y no con los trabajadores.

De igual forma, debe proporcionar todo el material, equipo e instalaciones necesarias para alcanzar los objetivos propuestos para el control en cada una de las etapas de producción.

### Nivel responsable de la unidad de producción

La implementación de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola requiere, para establecerse efectivamente, del responsable de la unidad de producción se involucre plenamente. El responsable de la unidad de producción, no solo debe dominar los conceptos fundamentales y conocer en detalle las Buenas Prácticas de Producción Acuícola, sino también debe proporcionar un estímulo importante con su participación como líder técnico y estar atento de que todos los operadores y técnicos cumplan con las funciones encomendadas.

Muchas empresas han capacitado adecuadamente a su personal e invertido grandes sumas de dinero en adquirir equipos para darle seguimiento a problemas de índole químico o microbiológico. Sin embargo, han fallado en obtener un interés real por parte de los responsables de las unidades de producción, en la temática de la inocuidad alimentaria.

Otro aspecto importante a tener en cuenta dentro del proceso de capacitación, consiste en la actualización de la información que posee el responsable de la unidad de

producción, sobre las instituciones que, a nivel internacional y nacional, están elaborando regulaciones en materia de inocuidad. Los cambios en legislación, requerimientos para la exportación y cambios a las Buenas Prácticas de Producción Acuícola, deberán ser incorporados y cubiertos dentro de los programas de capacitación.

Particularmente, la capacitación a nivel de responsable de la unidad de producción en BPPA debe de considerar:

- Conocimiento de las instituciones internacionales y nacionales relacionadas con la inocuidad y de las normas, regulaciones, lineamientos, que aquellas expiden con relación a la inocuidad.
- Conocimiento del concepto de Buenas Prácticas de Producción Acuícola relacionadas con la inocuidad en salmonicultura.
- Entrenamiento sobre la elaboración de registros que permitan darle seguimiento a las medidas que se apliquen en sus respectivos establecimientos.
- Una sección sobre manejo de bases de datos para llevar el control de los registros.

#### Nivel Responsable de área

El responsable de área debe contar con conocimientos técnicos sobre el área que esté bajo su responsabilidad.

En particular, se recomienda la designación de técnicos especialistas que deben haber concluido un curso específico en una de las siguientes áreas:

- Calidad de agua.
- Nutrición y alimentación.
- Sanidad e higiene.
- Mantenimiento de equipos en general.
- Manejo de químicos.

## 9. Bibliografía

Acuerdo Junín de los Andes (1992). Reunión Técnica entre la Dirección de Pesca Continental de Río Negro, CEAN, Recursos Hidrológicos de la Provincia del Neuquén, Centro Universitario Regional Bariloche (UNCOMA) e Hidronor.

Arnold, H.; Pluta, H.J. & Braunbeck, T. (1996). Cytological alterations in the liver of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* after prolonged exposure to low concentrations of waterborne endosulfan. *Diseases of Aquatic Organisms* 25: 39-52

Barton, B.A. (1996). General biology of salmonids. En: "Principles of Salmonid Culture". Editado por Pennel, W. & Barton, B.A. Elsevier, Amsterdam. Pp. 29-96.

Bassani, S. & Cavanna, L. (1989). Salmonicultura comercial en Alicurá. Potencialidad del embalse para la producción comercial de salmónidos en jaulas flotantes. Hidronor S. A. Cipolletti, Río Negro. Mecnografiado. Pp. 13.

Bell, S.M & Nash, C.E. (2008). Better management practices for net-pen aquaculture. En: "Environmental best management practices for aquaculture". Editado por Tucker, C.S. & Hargreaves, J.A. Blackwell Publishing. Ames, USA. Pp. 261-330.

Beveridge, M.C.M. (1984). Cage and pen fish farming: Carrying capacity models and environmental impact. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) Fisheries Paper 225. Roma, Italia: FAO Fisheries Department.

Beveridge, M.C.M. (2004). Cage Aquaculture. 3ra Edición. Blackwell Publishing, Oxford. U.K. 376 Pp.

Black, J.J.; Maccubbin, A.E.; Myersand, H.K. & Zeigel, R.F. (1988). Aflatoxin B1 induced hepatic neo-plasis in Great Lakes coho salmon. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 41:742-745.

Boyd, C.E. (2005). Water use in aquaculture. *World Aquaculture* 36:12-13.

Boyd, C.E. (2008). Better management practices in international aquaculture. En: "Environmental best management practices for aquaculture". Editado por Tucker, C.S. & Hargreaves, J.A. Blackwell Publishing. Ames, USA. Pp. 73-90.

Boyd, C.E.; Mcnevin, A.; Clay, J. & Johnson, H.M. (2005). Certification issues for some common aquaculture species. *Reviews in Fisheries Science* 13: 231-279.

Boyd, C.E.; Tucker, C.; Mcnevin, A.; Bostick, K. & Clay, J. (2007). Indicators of resource use efficiency and environmental performance in fish and crustacean aquaculture. *Reviews in Fisheries Science* 15: 327-360.

Clay, J.W. (2008). The role of better management practices in environmental management. En: "Environmental best management practices for aquaculture". Editado por Tucker, C.S. & Hargreaves, J.A. Blackwell Publishing. Ames, USA. Pp. 55-72.

Colt, J.E. & Tomasso, J.R. (2001). Hatchery water supply and treatment. En: "Fish Hatchery Management". Editado por Wedemeyer, G.A. American Fisheries Society, Maryland, USA. Pp. 91-186.

Coutts, J., Robert, K., Frost, F. & Coutts, A. (2005). The role of extensión in building capacity: What works, and why. A review of extenssion in Australia in 2001-2003 and its implications for developing capacity into the future. RIRDC Publication No. 05/094. ISSN 1440-6845.

Danley, M.; Mazik, P.; Kenney, P.B.; Kiser, R. & Hankins, J. (2001). Chronic exposure to carbon dioxide: Growth, physiological stress responses, and fillet quality of rainbow trout. Aquaculture 2001: Book of Abstracts. World Aquaculture Society, Baton Rouge, USA. p 161.

Davies, P.E.; Cook, L.S.J. & Goenarso, D. (1994). Sublethal responses to pesticides of several species of Australian freshwater fish and crustaceans and rainbow trout. Environmental Toxicology and Chemistry 13: 1341-1354.

Daye, P.G. (1980). Attempts to acclimate embryos and alevins of Atlantic salmon, *Salmo salar*, and rainbow trout, *S. gairdneri*, to low pH. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 37: 1035-1038.

del Valle, A. E. (1990). Bases para la salmonicultura. CEAN-JICA. Editorial Hemisferio Sur S. A., Buenos Aires. Pp. 199.

Díaz, M.; Pedrozo, F. & Baccala, N. (2000). Summer classification of Southern Hemisphere temperate lakes (Patagonia, Argentina). Lakes & Reservoirs: Research and Management 5: 213-229.

Díaz, M.; Pedrozo, F.; Reynolds, C. & Temporetti, P. (2007). Chemical composition and the nitrogen-regulated trophic state of Patagonian lakes. Limnologica-Ecology and Management of Inland Waters. 37 28: 17-27.

Evans, D.H.; Piermarini, P.M. & Choe, K.P. (2005). The multifunctional fish gill: dominant site of gas exchange, osmoregulation, acid-base regulation, and excretion of nitrogenous waste. Physiological Reviews 85: 97-177.

Fairchild, J.F.; Allert, A.; Sappington, L.C.; Nelson, K.J. & Valle, J.A. Using accelerated life testing procedures to compare the relative sensitivity of rainbow trout and the federally listed threatened bull trout to three commonly used rangeland herbicides (Picloram, 2,4-d, and Clopyralid). Environmental Toxicology and Chemistry 27: 623-630.

Fairchild, J.F.; Feltz, K.P.; Allert, A.L.; Sappington, L.C.; Nelson, K.J. & Valle, J.A. (2009). An ecological risk assessment of the exposure and effects of 2,4-D acid to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Archives of Environmental Contamination and Toxicology 56: 754-760.

FAO (2001). Aquaculture development. 1. Good aquaculture feed manufacturing practice. FAO Fisheries Department. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. Pp. 47. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/y1453e/y1453e00.pdf>

FAO (2009). The state of world fisheries and aquaculture 2008. FAO Fisheries and Aquaculture Department. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. Pp. 196. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0250e/i0250e.pdf>

Fikri, A.; Recai, T.; Hijran, Y.Y. & Oquz, K. (2000). Nephrocalcinosis in intensively reared rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Israeli Journal of Aquaculture 52: 111-117.

Fish Farming International (1999). Malformations related to heat. Fish Farming International 26: 22.

Guillaume, J.; Kaushik, S.; Bergot, P. & Métailler, R. (1999). Nutrition et alimentation des poissons et crustacés. INRA Editions, Versailles. Pp. 490.

Grøttum, J.A. & Beveridge, M.C.M. (2007). A review of cage aquaculture: northern Europe. En: "Cage aquaculture – Regional reviews and global overview". Editado por Halwart, M.; Soto, D. & Arthur, J.R. FAO Fisheries Technical Paper. No. 498. Roma, Italia. Pp. 126–154.

Halver, J.E. & Barrows, F.T. (2002). Fish Nutrition. 3ra edición. Academic Press. San Diego, USA. Pp. 824.

Halver, J.E. & Hardy, R.W. (2002). Fish Nutrition. 3ra edición. Academic Press. Pp. 824.

Hardy, R.W. & Barrows, F.T. (2002). Diet formulation and manufacture. En: "Fish Nutrition". 3ra edición. Editado por J.E. Halver & R. W. Hardy. Academic Press. Pp. 824.

Haywood, G.P. (1983). Ammonia Toxicity in Teleost Fishes: a Review. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences, 1177.

Ketola, H.G.; Smith, C.E. & Kindschi, G.A. (1989). Influence of diet and oxidative rancidity on fry of Atlantic and Coho salmon. Aquaculture 79:417–423.

Leitritz, E., (1963). Trout and Salmon Culture (Hatchery Methods). State of California, Dept. of Fish and Game. Fish Bulletin No. 107.

Levy, D.A., Northcote, T.G., Hall, K.J. & Yesaki, I. (1989). Juvenile salmon response to log storage in littoral habitats of the Fraser River estuary and Babine Lake. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 105: 82-91.

Liao, P.B. (1971). Water requirements of salmonids. Progressive Fish-Culturist 33: 210-215.

Lovell, R.T. (2002). Diet and fish husbandry. En: "Fish Nutrition". 3ra edición. Editado por J.E. Halver & R. W. Hardy. Academic Press. Pp. 824.

Lowther, A. (2005). Highlights from the FAO database on aquaculture production statistics. FAO Aquatic Newsletter 33: 22-24.

Luchini, L. (2009). Antecedentes sobre la calidad sanitaria, en relación al cultivo de salmónidos: Lago Nahuel Huapi, embalses de Alicurá y Piedra del Águila. Dirección de Acuicultura. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. SAGPyA. Buenos Aires, Argentina. Pp. 108.

[http://www.minagri.gob.ar//SAGPyA/pesca/acuicultura/01=cultivos/01-especies/archivos/000006-Salmónidos/090630\\_Antecedentes%20sobre%20la%20calidad%20sanitaria.pdf?PHPSESID=23222385532b04e1655a1db7e6a60b60](http://www.minagri.gob.ar//SAGPyA/pesca/acuicultura/01=cultivos/01-especies/archivos/000006-Salmónidos/090630_Antecedentes%20sobre%20la%20calidad%20sanitaria.pdf?PHPSESID=23222385532b04e1655a1db7e6a60b60)

Luchini, L. & Panné Huidobro, S. (2008). Perspectivas en acuicultura: Nivel mundial, regional y local. Dirección de Acuicultura. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. SAGPyA. Buenos Aires, Argentina. Pp. 98. [http://www.minagri.gob.ar/sagpya/pesca/acuicultura/06\\_Noticias/archivos/081110\\_Perspectivas%20en%20acuicult](http://www.minagri.gob.ar/sagpya/pesca/acuicultura/06_Noticias/archivos/081110_Perspectivas%20en%20acuicult)

[ura%20\(nivel%20mundial,%20regional%20y%20local\).pdf?PHPSESSID=50ec7310fedec3d7cdb198fec66c98f](http://www.minagri.gob.ar/SAGPyA/pesca/acuicultura/04-Normativa/archivos/080414_Boletin%20Oficial%2030.558%20(Resoluci%20n%201314-04).pdf)

MacIntyre, C.M.; Ellis, T.; North, B.P. & Turnbull, J.F. (2008). The influences of water quality on the welfare of farmed rainbow trout: a review. En: "Fish Welfare". Editado por Branson, E.J. Blackwell Publishing Ltd. Oxford, U.K. P.p. 311.

McDonald, D.G., Hobe, H. & Wood, C.M. (1980). The influence of calcium on the physiological responses of the rainbow trout, *Salmo gairdneri*, to low environmental pH. Journal of Experimental Biology 88: 109-131.

Mitchell, D.G., Chapman, P.M. & Long, T.J. (1987). Acute toxicity of roundup® and rodeo® herbicides to rainbow trout, chinook, and coho salmon. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 39: 1028-1035.

Molony, B. (2001). Environmental requirements and tolerances of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Brown trout (*Salmo trutta*) with special reference to Western Australia: A review. Fisheries research report # 130. Fisheries Research Division. Department of Fisheries. Government of Western Australia. Pp. 32.

Neuquén. Ley Provincial de Acuicultura #1996.  
<http://www.neuquen.gov.ar/org/cean/LEY%20DE%20ACUICULTURA.pdf>

NRC. National Research Council, USA (1993). Nutrient Requirements of Fish. National Academy Press, Washington. Pp. 124.

OIE (2009). Enfermedades de denuncia obligatoria obligatoria.  
[http://www.oie.int/esp/maladies/es\\_classification2009.htm?e1d7](http://www.oie.int/esp/maladies/es_classification2009.htm?e1d7)

Phillips, M.J.; Beveridge, M.C.M. & Ross, L.G. (1985). The environmental impact of salmonid cage culture on inland fisheries: present status and future trends. Journal of Fish Biology 27 (SUPPL. 1): 123-137.

Randall, D.J. (1991). The impact of variations in water pH on fish. En: "Aquaculture and Water Quality". Editado por Brune, D.E. & Tomasso, J.R. World Aquaculture Society, Baton Rouge. Pp. 90-104.

Randall, D.J. & Tsui, T.K.N. (2002). Ammonia toxicity in fish. Marine Pollution Bulletin 45: 17-23.

Randall, D.J. & Wright, P.A. (1989). The interaction between carbon dioxide and ammonia excretion and water pH in fish. Canadian Journal of Zoology 67: 2936-2942.

Read, N. (2008). Fish farmer's perspective of welfare. En: "Fish welfare". Editado por Branson, E.J. Blackwell Publishing Ltd. Oxford, U.K. P.p. 311.

Rérat, A. & Kaushik, S.J. (1995). Nutrition, animal production and the environment. Water Science and Technology 31: 1-19.

Resolución SAGPyA N° 1314 (2004). Normas que regularán la producción de organismos acuáticos vivos en los emprendimientos/establecimientos que se dediquen a la actividad de acuicultura. [http://www.minagri.gob.ar/SAGPyA/pesca/acuicultura/04-Normativa/archivos/080414\\_Boletin%20Oficial%2030.558%20\(Resoluci%20n%201314-04\).pdf](http://www.minagri.gob.ar/SAGPyA/pesca/acuicultura/04-Normativa/archivos/080414_Boletin%20Oficial%2030.558%20(Resoluci%20n%201314-04).pdf)

Resolución SENASA N° 417 (1997).  
<http://www.senasa.gov.ar/contenido.php?to=n&in=1045&io=5149>. Información adicional puede ubicarse en el Manual de Capacitación versión 2007. SENASA. Pp. 36.  
<http://www.senasa.gov.ar/Archivos/File/File795-rensa.pdf>

Roberts, R.J. (1975). The effects of temperature on diseases and their histopathological manifestations in fish. En: "The Pathology of Fishes". Editado por Ribelin, W.E. & Migaki, G. The University of Wisconsin Press, USA. Pp 477-496.

Rojas, A. & Wadsworth, S. (2007). A review of cage aquaculture: Latin America and the Caribbean. En: "Cage aquaculture—Regional reviews and global overview". Editado por Halwart, M.; Soto, D. & Arthur, J.R. FAO Fisheries Technical Paper. No. 498. Roma. Italia. Pp. 70-100.

Rust, M.B. (2002). Nutritional Physiology. En: "Fish Nutrition". 3ra edición. Editado por J.E. Halver & R. W. Hardy. Academic Press. Pp. 824.

Shelley, L.K.; Balfry, S.K.; Ross, P.S. & Kennedy, C.J. (2009). Immunotoxicological effects of a sub-chronic exposure to selected current-use pesticides in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquatic Toxicology 92: 95-103

Smart, G.R. (1981). Aspects of water quality producing stress in intensive fish culture. En: "Stress and Fish". Editado por Pickering, A.D. Academic Press, London. Pp. 277-293.

Smart, G.R.; Knox, D.; Harrison, J.G.; Ralph, J.A.; Richards, R.H. & Cowey, C.B. (1979). Nephrocalcinosis in rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson; the effect of exposure to elevated CO<sub>2</sub> concentrations. Journal of Fish Diseases 2: 279-289.

Southgate, P.J. (2008) Welfare of fish during transport. En: "Fish Welfare". Editado por Branson, E.J. Blackwell Publishing Ltd. Oxford, U.K. P.p. 311.

Stephenson, R.R. (1982). Aquatic toxicology of cypermethrin. 1. Acute toxicity to some freshwater fish and invertebrates in laboratory tests. Aquatic Toxicology 2: 175-185.

Stevenson, J.P. (1987). Trout Farming Manual. Second Edition. Fishing News Books, Farnham. Pp.259.

Staniford, D. (2002). A big fish in a small pond: The global environmental and public health threat of sea cage fish farming. "Sustainability of the Salmon Industry in Chile and the World". Puerto Mont, Chile. 5-6 de Junio 2002. <http://www.watershed-watch.org/publications/files/BigFishSmallPond.pdf>

Stickney, R.R. (1991). Salmonid life histories. En: "Culture of Salmonid Fishes". Editado por Stickney, R.R. CRC Press, Inc. Boca Raton. Pp 1-20.

Temporetti, P.F.; Alonso, M.F.; Baffico, G.; Diaz, M.M.; Lopez, W.; Pedrozo, F.L. & Vigliano, P.H. (2001). Trophic state, fish community and intensive production of salmonids in Alicura Reservoir (Patagonia, Argentina). Lakes & Reservoirs: Research and Management 6: 259-267.

Temporetti, P.F.; Pedrozo, F.P.; Díaz, M.M.; López, W.; Baffico, G.; González, P.; Labollita, H.A.; Bassani, S. & Blasetti, G. (1996). Monitoreo de la contaminación por acuicultura intensiva en el embalse Alicurá. Informe final. CRUB-AIC. Bariloche y Cipolletti, Río Negro. Mecanografiado. Pp 29 + Anexos.



- Thomsen, A.; Korsgaard, B. & Joensen, J. (1988). Effect of aluminium and calcium ions on survival and physiology of rainbow trout *Salmo gairdneri* (Richardson) eggs and larvae exposed to acid stress. *Aquatic Toxicology* 12: 291-300.
- Tucker, C.S. & Hargreaves, J.A. (2008). Environmental best management practices for aquaculture. Blackwell Publishing. Ames, USA. Pp. 592.
- Vigliano, P.H. & Alonso, M.F. (2007). Salmonid introductions in Patagonia: A mixed blessing. En: "Ecological and Genetic Implications of Aquaculture Activities". Vol 6. Editado por: M. Bert. Springer. Pp. 315-331.
- Voas, A. (2008). Welfare legislation applying to farmed fish in the UK. En: "Fish Welfare". Editado por Branson, E.J. Blackwell Publishing Ltd. Oxford, U.K. P.p. 311.
- Wedemeyer, G.A. (1996). Physiology of Fish in Intensive Culture Systems. Chapman&Hall, London. Pp. 232.
- Westers, H. (2001). Production. En: "Fish Hatchery Management". Editado por Wedemeyer, G.A. 2da Edición. American Fisheries Society, Maryland, USA. Pp 31-89.
- Weston, D. P.; Phillips, M.J. & Kelly, L.A. (1996). Environmental impacts of salmonid culture. En: "Principles of Salmonid Culture". Editado por W. Pennell & B.A. Barton. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Scientific Publishers. Pp. 1039.
- Wicki, G. & Luchini, L. (2002). Evaluación del potencial para acuicultura en la Región del Comahue (provincias de Neuquén y Río Negro). Información Básica. Ed. Dirección de Acuicultura-SSPesca-SAGPyA: 52 pp y Anexos. [http://www.minagri.gob.ar/SAGPyA/pesca/acuicultura/03-Estudios/archivos/000001-Estudios\\_sobre\\_potencial\\_acuícola/000001-Evaluación%20del%20potencial%20para%20acuicultura%20en%20la%20región%20del%20Comahue.pdf](http://www.minagri.gob.ar/SAGPyA/pesca/acuicultura/03-Estudios/archivos/000001-Estudios_sobre_potencial_acuícola/000001-Evaluación%20del%20potencial%20para%20acuicultura%20en%20la%20región%20del%20Comahue.pdf)
- Wilson, J.M., Iwata, K., Iwama, G.K. & Randall, D.J. (1998). Inhibition of ammonia excretion and production in rainbow trout during severe alkaline exposure. *Comparative Biochemistry and Physiology* 121B: 99-109.
- Wright, P.A. & Wood, C.M. (1985). An analysis of branchial ammonia excretion in the freshwater rainbow trout: effects of environmental pH change and sodium uptake blockade. *Journal of Experimental Biology* 114: 329-353.
- Ye, X. & Randall, D.J. (1991). The effect of water pH on swimming performance in rainbow trout (*Salmo gairdneri*, Richardson). *Fish Physiology and Biochemistry* 9: 15-21.
- Ye, X., Randall, D.J. & He, X. (1991). The effect of acid water on oxygen consumption, circulating catecholamines and blood ionic and acid-base status in rainbow trout (*Salmo gairdneri*, Richardson). *Fish Physiology and Biochemistry* 9: 23-30.