



Guía sobre la calidad del agua y el manejo para el bienestar de los peces de piscifactoría

EU Platform on Animal Welfare Own Initiative Group on Fish
(Plataforma de la UE sobre Bienestar Animal Grupo de Iniciativa Propia en Peces)

DOC.11068.2020 Rev 1

La traducción de este documento se ha elaborado en el marco del “Convenio entre el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) y el Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias (IRTA) para el apoyo científico en materia de bienestar animal y la promoción y explotación del Banco de Datos de Referencia del Porcino Español (BDporc)”, con número de expediente RCN-APA202100039.

Imágenes de la portada, arriba derecha, arriba izquierda y abajo derecha: © Bernhard Feneis

Abajo izquierda: © Associazione Piscicoltori Italiani

Guía sobre la calidad del agua y el manejo para el bienestar de los peces de piscifactoría

EU Platform on Animal Welfare Own Initiative Group on Fish

(Plataforma de la UE sobre Bienestar Animal Grupo de Iniciativa Propia en Peces)

Listado de contribuidores

Coordinadora:

Katerina Marinou, Ministry of Rural Development and Food, Greece

Secretariado:

Douglas Waley, Alessia Virone, Sophie Aylmer, Eurogroup for Animals

Patrocinadores:

Biomedical Research Foundation of the Academy of Athens Eurogroup for Animals Compassion in World Farming Federation of Greek Mariculture Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality, The Netherlands

Miembros de *Own Initiative*:

Birte Broberg, Danish Veterinary and Food Administration, Denmark
Stefan Reiser, Thünen Institute of Fisheries Ecology, Germany
Katerina Marinou, Ministry of Rural Development and Food, Greece
Bente Bergersen, Inger Fyllingen and Kristine Marie Hestetun, Norwegian Food Safety Authority, Norway
Pilar León, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Spain
Amedeo Manfrin, Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, Italy
Albin Gräns, Swedish University of Agricultural Sciences, Independent Expert
Evangelia Sossidou, Hellenic Agricultural Organization-Demeter, Veterinary Research Institute Moira
Harris, International Society for Applied Ethology
Malcolm Johnstone, RSPCA Assured
Douglas Waley, Eurogroup for Animals
Natasha Boyland and Krzysztof Wojtas, Compassion in World Farming
Kari Norheim and Alain Schonbrodt, Federation of Veterinarians of Europe
Bernhard Feneis, Federation of European Aquaculture Producers (FEAP)
Ana Granados Chapatte, European Forum of Farm Animal Breeders (EFFAB)
Helena Bauer, Animals' Angels

Contribuidores:

Maria Teresa Villalba, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Spain
Andrea Fabris and Niels Henrik Henriksen, Federation of European Aquaculture Producers (FEAP)
Leonidas Papaharisis and Yannis Pelekanakis, Federation of Greek Mariculture
Michail Pavlidis, University of Crete, Greece
Hans van de Vis, Wageningen University, The Netherlands

CONTENIDO/ ÍNDICE

Entendiendo las guías	5
Guía sobre la calidad del agua	6
I. Disposiciones del Consejo de Europa Recomendación relativa a los peces en explotaciones acuícolas	6
II. Guías para las buenas prácticas en bienestar animal	7
Guía sobre el manejo	16
I. Disposiciones del Consejo de Europa Recomendación relativa a los peces explotaciones acuícolas	16
II. Guías para las buenas prácticas en bienestar animal	17
Conclusiones	22

Entendiendo las guías

En los últimos años, los factores que influyen en el bienestar de los peces se han estudiado en menor medida respecto a aquellos relacionados con otros animales de producción. Sin embargo, comprender y satisfacer las necesidades de los peces es importante para poder llevar a cabo unas buenas prácticas en piscicultura. Los peces de piscifactoría (en adelante denominados “peces”) son seres sintientes y la cría de estos, por lo tanto, conlleva la responsabilidad ética de garantizar su bienestar. El cuidado de los peces debería realizarse a través de las medidas preventivas y propicias, teniendo en cuenta las necesidades específicas de cada especie. El dolor, la angustia, el sufrimiento, los brotes de enfermedades, la mortalidad, el estrés, la agresión y los trastornos del comportamiento deberían evitarse y minimizarse, mientras que los comportamientos naturales y el bienestar animal deberían maximizarse.

La calidad del agua y el manejo son factores muy importantes para el bienestar de los peces durante todas las fases vitales y todas las prácticas de producción. Otros factores que también son importantes para el bienestar de los peces, así como para asegurar una buena piscicultura son el transporte, el sacrificio, los regímenes de alimentación, el alojamiento y el sistema de cría. Estas guías asumen buenas prácticas de bienestar en las áreas no tratadas aquí.

Estas guías sobre la calidad del agua y sobre el manejo serán de utilidad para los acuicultores y para las autoridades competentes pertinentes. Las guías incluyen factores y parámetros comunes en todas las especies. Cada una incluye:

- Una sección con disposiciones¹ de las Recomendaciones del Consejo de Europa relativas a los peces en explotaciones acuícolas. Las recomendaciones fueron adoptadas el 5 de diciembre de 2005 por el Comité Permanente bajo el Convenio Europeo de Protección de los Animales en Explotaciones Ganaderas, y entró en vigor el 5 de junio de 2006.
- Una sección con guías de buenas prácticas en bienestar animal desarrolladas por el grupo voluntario de iniciativa propia en peces (*voluntary own initiative group on fish*).

Las guías fueron elaboradas en 2020 por el grupo voluntario de iniciativa propia en peces dentro del marco de la Plataforma de la UE sobre Bienestar Animal que fue establecida por la Decisión de la Comisión 2017/C 31/12 (Diario Oficial de la Unión Europea C 31). Las posiciones expresadas en esta guía no representan necesariamente la posición oficial de la Comisión Europea en términos legales.

Es importante tener en cuenta que cuando no se den detalles específicos de un parámetro en concreto, las personas involucradas en piscicultura deberían monitorizar la desviación de los resultados normales y/o esperados en términos de bienestar animal.

¹ Cuando las Recomendaciones en su versión en inglés usan la palabra “*shall*” o “*must*” se trata de una disposición, que es legalmente vinculante por las Partes Contractuales (Artículo 9 del Convenio Europeo de Protección de los Animales en Explotaciones Ganaderas). Allí donde la Recomendación usa la palabra “*should*” en su versión en inglés, se trata de una guía.

Guía sobre la calidad del agua

I. Disposiciones del Consejo de Europa

Recomendación relativa a los peces en explotaciones acuícolas

Se examinará la calidad del agua (como mínimo la turbiedad, el oxígeno, la temperatura, el pH y la salinidad), visualmente o mediante el equipo técnico apropiado para los parámetros estudiados, con la frecuencia que sea adecuada para las especies y los sistemas de que se trate, y con el fin de evitar el deterioro de las condiciones de vida de los peces, incluida su salud (Artículo 5,5).

Se escogerán o proyectarán cuidadosamente los emplazamientos de las instalaciones con objeto de garantizar en los recintos una adecuada circulación de agua limpia y de suficiente calidad, según las características de los sistemas de explotación y las necesidades de las especies (Artículo 7, 2, primer punto).

Los parámetros que afectan a calidad del agua, como el oxígeno, el amoníaco, el CO₂, el pH, la temperatura, la salinidad y el flujo de agua, están relacionados entre sí. Sus variaciones influirán en la calidad del agua, y por lo tanto afectarán a las adecuadas condiciones de vida de los peces. Los parámetros relativos a la calidad del agua se mantendrán siempre dentro de límites aceptables para la fisiología y actividades normales de la especie de que se trate, salvo cuando algunos parámetros, en situaciones excepcionales, no puedan ser controlados por los acuicultores, a condición de que el emplazamiento se haya escogido con arreglo a lo dispuesto en el artículo 7. Los parámetros de calidad del agua también tendrán en cuenta las necesidades de ciertas especies en función de los distintos momentos de su ciclo vital (alevines, crías, adultos), o según sus condiciones fisiológicas, por ejemplo, durante la metamorfosis o el desove (Artículo 12, 1, 1ª- 4ª frase).

Los peces muestran distintos grados de adaptabilidad a las condiciones cambiantes en la calidad del agua. Puede ser indispensable una cierta aclimatación, que debería prolongarse durante un lapso de tiempo apropiado a cada especie en cuestión. Se adoptarán las medidas oportunas para reducir al mínimo los cambios bruscos en los parámetros que influyen en la calidad del agua (Artículo 12, 2).

El amoníaco y los nitritos son muy tóxicos para los peces y deberá evitarse su acumulación a niveles perjudiciales. La forma tóxica del amoníaco es el amoníaco no ionizado; la fracción no ionizada de la concentración total de nitrógeno amoniacal varía en función del pH, de la salinidad y de la temperatura. La acumulación de amoníaco y de nitritos puede evitarse de distintas formas, según el sistema de explotación utilizado, mediante el incremento del caudal de agua, la reducción de la alimentación, la biofiltración o la reducción de la densidad de la población o de la temperatura (Artículo 12, 4).

El dióxido de carbono es producido por la respiración de los peces y se disuelve en el agua para formar ácido carbónico, que reduce el pH. El nivel de dióxido de carbono puede ser afectado por el metabolismo vegetal y bacteriano así como por la temperatura, salinidad y alcalinidad del agua. Se evitará la acumulación de dióxido de carbono hasta niveles perjudiciales, por ejemplo mediante sistemas de aireación, o por medios químicos, según sea el sistema de explotación utilizado (Artículo 12, 5).

El pH depende de muchos otros factores característicos del agua, entre otros de la concentración de los ácidos ricos en humus, del dióxido de carbono y de las sales de calcio en disolución. En la medida de lo posible, el pH se mantendrá estable, ya que cualquier variación provoca modificaciones complejas en la calidad del agua que pueden ser perjudiciales para los peces. (Artículo 12, 6).

II. Guías para las buenas prácticas en bienestar animal

1. El suministro de agua de buena calidad y cantidad durante todas las etapas de producción y de vida de los animales es esencial para el bienestar de los peces. Los peces prefieren disponer de agua de calidad estable sin cambios en los diferentes parámetros. En efecto, la mala calidad del agua conlleva respuestas de estrés en los peces. Los peces son capaces de tolerar malas condiciones solo durante un periodo corto de tiempo, dependiendo de la especie, la etapa de desarrollo y su historial. Cuando las condiciones son demasiado exigentes o prolongadas, los peces no pueden mantener la homeostasis y experimentan estrés crónico que a largo plazo puede afectar al funcionamiento del sistema inmunológico, al crecimiento y a la función reproductiva. Además, las sustancias químicas pueden tener efectos tóxicos a nivel celular y tisular y, adicionalmente, pueden provocar una respuesta integrada al estrés.
2. Cuando hablamos de calidad del agua nos referimos al entorno físico y químico al que los peces están expuestos, y éste comprende un conjunto complejo de factores que interactúan entre sí. Todos los organismos acuáticos tienen ciertos límites de tolerancia con relación a la calidad del agua, dentro de los cuales pueden mantener la homeostasis. Sin embargo, los límites para determinar buenos niveles de bienestar animal pueden ser más estrechos y difíciles de determinar. Además, los peces han desarrollado una serie de mecanismos compensatorios que, con el tiempo, pueden ajustar los límites de bienestar mediante la aclimatación. Las amenazas para el bienestar de los peces que derivan de alteraciones fisiológicas o patológicas y que son causadas por la calidad del agua no solo se relacionan con los niveles absolutos de los parámetros, sino también con la tasa de cambio de éstos. También se relacionan con la especie, el tamaño de los peces, su etapa de desarrollo, la experiencia previa, el estado de salud y las diferentes estrategias y capacidades de adaptación. También son importantes otros factores abióticos así como una serie de interacciones complejas. La gestión de estas interacciones requiere monitorizar el comportamiento y la condición de los peces, así como controlar y monitorizar los parámetros específicos de la calidad del agua.
3. La calidad del agua puede variar a lo largo del día dependiendo del metabolismo de los peces, el régimen de alimentación y las características del entorno en el que viven. Por ejemplo, el oxígeno puede fluctuar entre el día y la noche según la carga de micro-macroalgas, lo que puede reflejar condiciones naturales y puede perjudicar el bienestar de los peces en un entorno cerrado o eutrófico. Algunas especies experimentan variaciones estacionales en su entorno natural y estas variaciones pueden ser esenciales para inducir la reproducción.

4. Todo aquel que realice, supervise y sea responsable de la cría de peces debería asegurarse que se tiene en cuenta el impacto potencial de la calidad del agua en el bienestar de los peces.
5. Todo aquel que realice, supervise y sea responsable de la cría de peces debería entender y tener el conocimiento adecuado para garantizar que el bienestar de los peces se mantiene durante todo el proceso. Los empresarios de acuicultura (productores, transportistas, proveedores de servicios cuando el servicio prestado afecta al manejo de los peces, etc.) tienen la responsabilidad de proporcionar formación a su personal y a otros empleados. Estos conocimientos pueden incluir formación oficial y experiencia práctica, incluyendo necesidades específicas de la especie, en relación con:
 - a. Métodos de inspección de los peces.
 - b. Indicadores de bienestar, incluidos aquellos relacionados con el comportamiento y la fisiología de los peces, el entorno y los signos generales de enfermedad y de bienestar deficiente.
 - c. Funcionamiento y mantenimiento de los equipos relacionados con el bienestar de los peces.
 - d. Sistemas de gestión del suministro de agua y control de calidad.
 - e. Métodos de gestión de situaciones que se encuentran frecuentemente durante la contención de los peces.
 - f. Métodos de gestión de situaciones imprevistas, incluyendo el diseño y la implementación de planes de contingencia.
6. Se debería analizar la fuente del agua así como su calidad, incluyendo los cambios estacionales, previamente a la implantación de la explotación, con el objetivo de garantizar que es posible proporcionar un flujo de agua adecuado con una calidad apropiada que se adapte correctamente a las necesidades de los peces.
7. El flujo, el intercambio y el tratamiento del agua deberían garantizar, según el sistema de producción utilizado, que los peces disponen de la velocidad y la calidad del agua adecuadas una vez que se hayan tenido en cuenta otros factores como la temperatura y la densidad de población, de modo que la excreción y los productos relacionados con el metabolismo se mantengan por debajo de los niveles que afectan negativamente al bienestar de los peces.
8. Se deberían establecer los procedimientos pertinentes para garantizar que el suministro y la calidad del agua son correctos en todo momento tanto en la granja, durante el transporte como en los tanques o jaulas de espera del matadero. El plan debería cubrir los acontecimientos imprevistos que puedan tener impacto en la calidad del agua.
9. La calidad del agua debería controlarse a intervalos adecuados. Siempre que sea posible los parámetros del agua deberían controlarse de forma automatizada. Los sensores para medir los parámetros de calidad del agua deberían integrarse, siempre que sea posible, en función del nivel de sofisticación técnica de la instalación, en sistemas automatizados de monitorización y alarma. Los sensores y los equipos de medición se tienen que mantener y calibrar periódicamente y teniendo en cuenta las indicaciones del fabricante. Se recomienda registrar todos los parámetros de calidad del agua. El

muestreo o las mediciones deberían llevarse a cabo en los puntos apropiados de cada ciclo de manera orientada al riesgo.

10. Monitoreo de los parámetros más importantes:

- a. Oxígeno: en cultivos en estanques de tierra y en jaulas, el nivel de oxígeno debería monitorizarse detenidamente en caso de altas densidades y agua caliente. En los sistemas de producción con altos niveles de recirculación, el nivel de oxígeno debe controlarse continuamente mediante un sistema que refleje con exactitud el oxígeno disponible para los peces y que disponga de un sistema de alarma.
- b. Amonio: La concentración total de amonio debería monitorizarse detenidamente, especialmente en sistemas con restricción de intercambio de agua como los tanques de peces de alta densidad, en sistemas de producción con alto grado de recirculación, y durante y después del transporte.
- c. Dióxido de carbono: Cuando se monitoriza el nivel de dióxido de carbono disuelto en agua, y como el CO_2 está en equilibrio con el ion bicarbonato no tóxico, su concentración depende del pH, la temperatura y la salinidad del agua.
- d. pH: Teniendo en cuenta que la toxicidad y la aparición de múltiples parámetros de calidad del agua dependen del pH, éste debería monitorizarse a intervalos adecuados y continuamente en los sistemas de producción con alto grado de recirculación.
- e. Temperatura: La temperatura debería monitorizarse de manera continua en aquellos sistemas de producción con alto grado de recirculación.

Todos los establecimientos en los que el mantenimiento de la calidad de agua y el índice de intercambio de agua dependen de equipos automáticos u otros sistemas mecánicos, deberían contar con sistemas de alarma y generadores de reserva en caso de posibles fallos en el suministro de agua, de energía o fallos en los equipos.



11. Es importante prestar especial atención a la calidad del agua durante el período de reproducción, incubación de los huevos y juveniles. El desarrollo de las larvas y los juveniles puede verse afectado negativamente por condiciones desfavorables, causando daños permanentes como malformaciones de los órganos y del esqueleto.
12. Los peces muertos y moribundos deberían retirarse regularmente.
13. Los vehículos de transporte y los tanques con peces deberían disponer de una oxigenación adecuada y de un control del CO₂ y de los desechos metabólicos, así como del equipo necesario para controlar los parámetros más importantes y garantizar una buena calidad del agua. El sistema de control y seguimiento de la calidad del agua debería ser capaz de manejar las variaciones en las condiciones durante todo el viaje, según sea necesario para satisfacer las necesidades de los peces. Los vehículos, los tanques y los equipos de control deberían mantenerse en buen estado y limpiarse y desinfectarse después de cada uso.
14. La temperatura óptima para los peces varía en función de la especie, de la etapa de desarrollo, de la tolerancia a la temperatura, de la cepa, de la adaptación, del grado de aclimatación y de la interacción con otros factores de calidad del agua, como el oxígeno, el pH y los niveles de amonio.
15. La concentración de oxígeno debería adecuarse a cada especie, etapa de desarrollo y al contexto en el que los peces están contenidos. Variará en función de factores abióticos (temperatura, salinidad, presión atmosférica, concentración de dióxido de carbono, etc.) y bióticos (densidad de población, fito/zooplancton, contaminación orgánica, etc.). Además, la concentración de oxígeno también se verá afectada por prácticas de manejo (alimentación, manipulación, etc.).



Cuando los niveles de oxígeno son bajos el bienestar de los peces disminuye y puede observarse pérdida de apetito. Dado que el contenido de oxígeno del agua disminuye cuando aumenta la temperatura, los niveles de oxígeno deberían interpretarse siempre juntamente con la temperatura del agua. La actividad de los peces también influirá en la cantidad de oxígeno que se necesita o en el tiempo necesario para que haya deficiencia de oxígeno. El movimiento rápido de las branquias o el boqueo son signos que indican niveles bajos de oxígeno.

La alimentación debe adaptarse a los niveles de oxígeno. Los niveles de oxígeno se pueden aumentar por diferentes medios como la aireación, la inyección directa de oxígeno, el aumento del caudal o a partir de la reducción de la temperatura. En el caso de que el oxígeno disuelto disminuya de forma repentina e inevitable, la manipulación debería interrumpirse hasta que se haya solucionado el problema y, en tales circunstancias, los peces no deberían ser alimentados.

En el caso de las instalaciones en tierra, se debe mantener el nivel de oxígeno lo más estable posible procurando que la caída de oxígeno entre el agua de entrada y la de salida sea mínima. Para mantener la homeostasis, los peces necesitan adaptarse a todos los cambios producidos en la calidad del agua y este proceso de adaptación es lento. Por esta razón, las fluctuaciones en la saturación de oxígeno no son ideales para los peces.

La sobresaturación del oxígeno debería valorarse, ya que cuando el agua está saturada de oxígeno la frecuencia respiratoria de los peces es más lenta y la excreción de CO_2 a través de las branquias se ve afectada. En consecuencia, los niveles de CO_2 en sangre aumentan. Incluso a niveles bajos de sobresaturación de oxígeno, el número de radicales en sangre aumenta, siendo esta situación demandante para los peces ya que deben utilizar energía para desintoxicar su

sistema. Las burbujas de oxígeno en el agua pueden causar daños en forma de erosión si entran en contacto con la piel.

16. Todas las piscifactorías, vehículos de transporte, tanques y mataderos donde los peces se mantengan en tanques o jaulas de espera antes del sacrificio, deberían tener la capacidad de proporcionar oxígeno disuelto adicional mediante la aireación u oxigenación en los casos en que los niveles de oxígeno disuelto sean críticamente bajos. Además, para evitar que los peces sufran más estrés, en estas situaciones la manipulación solo debería realizarse si es urgentemente necesaria.
17. El amonio no ionizado es la forma tóxica del amonio, y para monitorizarlo indirectamente se debe medir el amonio total (*Total Amonia Nitrogen*, TAN por sus siglas en inglés), el pH y la temperatura. La toxicidad del amonio depende del pH. El amonio no suele ser un problema en las granjas de engorde en el mar, ni en los sistemas de flujo abierto que usan agua dulce.

El hecho de que el amonio se desvíe del valor aconsejable debería considerarse una indicación de que la situación necesita ser evaluada y de que puede ser necesaria la aplicación de acciones correctivas. Es importante familiarizarse con la situación exacta de cada explotación ya que cada granja difiere en la bioquímica del agua, el biofiltro, las tuberías, etc. Además, también son importantes la etapa de desarrollo y el estado fisiológico de los peces. Es importante evitar los cambios rápidos.

La exposición crónica a niveles elevados de amonio aumenta la tasa metabólica y reduce la tasa de crecimiento, la resistencia a las enfermedades y la fecundidad. Los principales síntomas de toxicidad por amonio son, entre otros, la falta de conducta de búsqueda de alimento (*foraging*), la reducción del rendimiento de nado, la natación errática, el aumento de la tasa de ventilación de las branquias, los daños en las branquias, el boqueo, la pérdida de equilibrio y alteración de la osmorregulación.

En los sistemas de producción con un alto grado de recirculación es especialmente importante mantener un nivel suficientemente bajo de amonio no ionizado, de modo que si los niveles aumentan haya cierto margen antes de que estos sean críticos. Entonces es posible adoptar las medidas correctivas adecuadas sin comprometer el bienestar de los animales así como asegurar que el biofiltro funciona correctamente. A la hora de actuar hay que evitar los cambios bruscos en la calidad del agua, ya que la homeostasis de los peces para adaptarse al cambio es lenta. Los cambios bruscos también pueden afectar al buen funcionamiento del biofiltro.

Cuando los niveles de nitritos son elevados en sistemas de recirculación, se deberían considerar una o más de las siguientes intervenciones:

- a) Reducir la alimentación
- b) Aumentar el intercambio de agua
- c) Añadir cloruro
- d) Aumentar la biofiltración
- e) Reducir la temperatura

La primera opción de intervención suele ser la adición de cloruro. Es importante monitorizar la situación atentamente y tener en cuenta los niveles elevados de nitritos, así como el historial de

la unidad de producción. Hay que tener en cuenta que aumentar demasiado el intercambio de agua tendrá un impacto negativo en el biofiltro.

18. Los niveles elevados de nitrito pueden afectar la captación y el transporte de oxígeno en sangre, lo que reducirá el crecimiento, el rendimiento de nado y, en última instancia, podría ser letal.
19. Evitar la acumulación de CO₂ a niveles perjudiciales mediante el uso de sistemas de aireación o a partir del aumento del caudal de agua es preferible a utilizar medios químicos. El CO₂ también se puede acumular debido a una mala eliminación de los aireadores, y por esto se debería monitorizar en estos sistemas. Los cambios en el nivel de CO₂ también afectan al pH. Los niveles seguros de dióxido de carbono varían según la bioquímica del agua (por ejemplo, se aceptan valores más altos en zonas calcáreas). Un aumento del CO₂ provocará disminución del nivel de pH que mantendrá el amonio total a un nivel menos tóxico. Sin embargo, si debido a la elevación del CO₂, se elimina demasiada agua a través del sistema, el nivel de pH aumenta rápidamente y se producen niveles tóxicos de amonio.

Los valores elevados de CO₂ llevan a la reducción del crecimiento, cambios en el comportamiento natatorio, alteraciones de la homeostasis y daños renales. El bienestar de los peces es deficiente mucho antes de que se alcancen los valores críticos.

Hay que tener en cuenta que en los sistemas de producción abiertos sin adición de oxígeno el CO₂ no suele ser un problema. Actualmente, la mayoría de explotaciones utilizan oxígeno adicional, y en sistemas en tierra con flujo abierto pueden ocurrir problemas con niveles altos de CO₂. Además, en los sistemas de recirculación el CO₂ puede acumularse debido a una mala eliminación de los aireadores. Por esta razón, los aireadores deberían monitorizarse en este tipo de sistemas.

20. Los niveles de pH deben adecuarse a la especie. El pH varía en función de los niveles de CO₂ y de amonio, de la capacidad tamponadora del agua, de la temperatura y de la interacción con otros factores de la calidad del agua, como el aluminio y la dureza del agua. El agua con baja alcalinidad tiene poca capacidad tamponadora. En estos casos se tienen que tomar medidas para mejorarla.

Hay que prestar especial atención a aquellos sistemas en los que el pH puede disminuir acusadamente (por ejemplo, antes y durante el deshielo o en el caso de lluvias torrenciales) y en los que el pH debe ajustarse añadiendo productos químicos alcalinos.

21. La sobresaturación puede provocar "*gas bubble disease*". Los límites de exposición segura varían en función de la especie y el tamaño de los peces así como de las condiciones ambientales. En los casos de "*gas bubble disease*", es importante comprobar que las bombas y los sistemas de aireación están funcionando correctamente.

22. Los metales tóxicos como el hierro, el aluminio, el cobre y el zinc suponen un riesgo potencial para el bienestar de los peces. Se debería evaluar la probabilidad de exposición a niveles tóxicos en los recintos, teniendo en cuenta la interrelación entre la temperatura, el pH, la concentración de oxígeno, la salinidad, la alcalinidad, la dureza

del agua y la toxicidad potencial de los metales pesados. Por ejemplo, el riesgo de precipitación de sales de hierro y aluminio en aguas con pH bajo puede dar lugar a la reducción de transferencia de oxígeno. En el caso que el riesgo sea significativo, se deberían tomar medidas para minimizarlo.

23. Tanto en agua dulce como en agua de mar y en determinadas circunstancias, el azufre puede causar problemas e intoxicación por sulfuro de hidrógeno (H_2S). El H_2S es muy tóxico para los peces incluso en cantidades muy pequeñas, interfiriendo en los procesos de respiración. Inicialmente los signos de intoxicación son el aumento del ritmo respiratorio. En los sistemas de recirculación pueden aparecer niveles tóxicos de H_2S por la acumulación involuntaria de lodos con zonas de poco oxígeno. El riesgo de acumulación de niveles tóxicos de H_2S es más elevado en agua de mar debido a que los niveles de azufre en este tipo de aguas son considerablemente más elevados (1000 veces más). En los sistemas de recirculación que utilizan altos niveles de salinidad o agua de mar, es particularmente difícil mantener una buena calidad del agua así como un buen funcionamiento del biofiltro. En consecuencia, el agua de mar o las salinidades altas deben utilizarse con precaución y requieren un buen conocimiento del impacto que tiene la salinidad en la química del agua y en los diferentes parámetros de calidad del agua.
24. Las características físicas (forma, tamaño, propiedades, etc.) y las cantidades totales de sólidos en suspensión en el agua son relevantes para determinar el alcance de los posibles efectos negativos en las branquias y la piel.



25. Cada sistema de producción tiene unas necesidades diferentes y se enfrenta a distintos casos críticos que requieren medidas adicionales.
- a. Es importante prestar especial atención a los sistemas de recirculación. En estos casos, la concentración de amonio, nitrito y nitrato se debería determinar en la fase inicial y posteriormente diariamente cuando se utilicen medicamentos, en caso de aumento de la mortalidad, o cuando se cambie el régimen de alimentación. En otras circunstancias, se aconseja determinar las concentraciones de amonio, nitrito y nitrato en función del sistema y del tipo de pez varias veces por semana.
 - b. En acuicultura en jaulas, el oxígeno y el pH se deberían monitorizar durante y después de afloramientos de microalgas.
 - c. Otros contextos y sistemas productivos pueden tener otros problemas de calidad del agua u otras situaciones específicas que requieran atención o cuidados adicionales.
26. Se deberían aplicar, según proceda, las recomendaciones del Código Sanitario para los Animales Acuáticos de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) sobre el bienestar de los peces de piscifactoría durante el transporte, el aturdimiento, la matanza de los peces de piscifactoría para el consumo humano y cuando se maten con fines de control de enfermedades.

GUÍA SOBRE EL MANEJO

I. Disposiciones del Consejo de Europa

Recomendación relativa a los peces en explotaciones acuícolas

Toda persona que sea propietaria o tenga a su cuidado una explotación de acuicultura (a la que en adelante se denominará “el acuicultor”, y toda persona que se dedique a la acuicultura, deberá ocuparse, según el grado de su responsabilidad, de que se tomen todas las medidas razonables para garantizar las adecuadas condiciones de vida de los peces, entre las que se incluye su salud (Artículo 3, 1, segunda frase).

Se considera esencial para las personas que se ocupan de la acuicultura tanto un periodo considerable de formación, que sea adecuada a sus responsabilidades y que incluya una experiencia práctica, como una formación continua (Artículo 3,2).

Cuando sea necesario efectuar manipulaciones, deberán realizarse de forma que causen la menor perturbación y estrés, tanto a los peces manipulados como al resto de los peces, y tendrán la menor duración posible. Puede ser oportuna la sedación o la anestesia (Artículo 14, 1).

Los procedimientos y los equipos para la manipulación de los peces deberán mantenerse y utilizarse de manera que se limiten en lo posible el estrés y las heridas. Deberá sostenerse adecuadamente a los peces al manipularlos, sin levantarlos tirando de determinadas partes del cuerpo, como los opérculos. Es preferible manipularlos sin sacarlos del agua, utilizando, por ejemplo, máquinas que contengan agua para la clasificación por tamaños. Si fuera necesario sacarlos del agua para manipularlos, se hará con la mayor celeridad, y el material que esté en contacto directo con los peces debería humedecerse (Artículo 14, 2).

El equipo utilizado no debería presentar asperezas que puedan causar heridas (Artículo 14, 3, 3ª frase).

Si mostrasen señales de estrés durante esta operación, se adoptarán medidas inmediatas, como aumentar el volumen disponible o añadir oxígeno suplementario (Artículo 14, 4, última frase).

Durante las operaciones realizadas en los recintos, se controlarán los factores que influyen en la calidad del agua y se mantendrán éstos a un nivel aceptable para la especie de que se trate (Artículo 14, 5).

En la reproducción de los peces, los procesos de extracción de ovas y de esperma se encomendarán a personas preparadas y competentes. Durante el seguimiento previo a la extracción de ovas y esperma, puede ser necesaria la utilización de sedativos. Deberá reducirse al mínimo el número de manipulaciones y exposiciones a los sedativos con el fin de limitar las lesiones y el estrés. Si la extracción se efectúa en peces vivos, deberá utilizarse una anestesia o sedación cuando sea necesario para las especies de que se trate. Si la extracción de ovas o esperma se realiza con aire comprimido en peces vivos, deberá administrarse a éstos una anestesia completa. Si se extraen las gónadas de los peces, se les dará muerte previamente (Artículo 13).

No se permitirá congelar peces vivos como práctica de manipulación de la explotación (Artículo 14, 6).

II. Guías para las buenas prácticas en bienestar animal

1. La manipulación provoca estrés a los peces, aumentando la actividad y la demanda de oxígeno. Períodos breves de estrés pueden tener efectos duraderos. Factores genéticos, de desarrollo y ambientales pueden modificar la magnitud y la duración de la respuesta de estrés.
2. Una manipulación inadecuada puede provocar lesiones, dolor, angustia y sufrimiento a los animales. Esto puede resultar en un aumento de la incidencia de enfermedades, aumento de la mortalidad, reducción del apetito, alteración del desarrollo y la aparición de malformaciones.
3. Todo aquel que realice, supervise y sea responsable de la manipulación de los peces debería asegurarse de que se tienen en cuenta los impactos potenciales en el bienestar de los peces.
4. Todo aquel que realice, supervise y sea responsable de la manipulación de los peces debería tener los conocimientos adecuados para garantizar que el bienestar de los peces se cumple a lo largo de todo el proceso. Los empresarios de acuicultura (productores, transportistas, proveedores de servicios cuando el servicio prestado afecta al manejo de los peces, etc.) tienen la responsabilidad de proporcionar formación a su personal y a otros empleados. Estos conocimientos pueden incluir formación oficial y experiencia práctica, incluyendo necesidades específicas de la especie, en relación con:
 - a. Métodos de inspección de los peces.
 - b. Indicadores de bienestar, incluidos aquellos relacionados con el comportamiento y la fisiología de los peces, el entorno y los signos generales de enfermedad y de bienestar deficiente.
 - c. Funcionamiento y mantenimiento de los equipos relacionados con el bienestar de los peces.
 - d. Métodos para el manejo de animales vivos.
 - e. Métodos de gestión de situaciones que se encuentran frecuentemente durante el manejo de los peces.
 - f. Métodos de gestión de situaciones imprevistas, incluyendo el diseño y la implementación de planes de contingencia.
5. Se debería reducir la manipulación de los animales al mínimo absoluto y realizarse solamente cuando fuese necesario. Para reducir al mínimo la manipulación a lo largo de la vida de los animales, se debería programar el ciclo de producción y optimizar los procedimientos para el mínimo manejo posible.
6. La manipulación de los peces debería realizarse cuidadosamente. Los procedimientos que son eficaces con una determinada especie pueden ser peligrosos o inefectivos para otra especie. Si durante la manipulación los peces muestran signos de deficiencia de oxígeno o signos de estrés evitable, deberían tomarse las medidas necesarias para que los peces puedan recuperarse. Esto puede conseguirse aumentando la renovación del agua o añadiendo oxígeno adicional.

7. La mayoría de los peces son organismos poiquilotérmicos que obtienen el calor que necesitan del medio ambiente. Por tanto, la sensibilidad de los peces a la manipulación depende de la temperatura. La manipulación debe evitarse cuando la temperatura del agua o del aire pasen los límites óptimos inferior y superior, respectivamente, en relación con el estado ontogénico y fisiológico. Los peces no deberían manipularse cuando se pasan los límites de temperatura que pueden tolerar.
8. Los operadores deberían contar con procedimientos que identifiquen los puntos críticos del manejo de manipulación de los animales, proponer medidas correctoras e indicar cuando es necesario interrumpir la manipulación para respetar el bienestar de los peces. Estos procedimientos deberían incluir planes de contingencia para los imprevistos que puedan afectar a la manipulación. Deberá evaluarse el personal que participa en los procedimientos de manipulación de los peces, sus funciones, el número aproximado de peces manipulados, los problemas de salud y bienestar observados, así como la tasa de mortalidad y su causa.
9. Previamente a la manipulación de cualquier animal se debería evaluar su estado de salud y bienestar para asegurar que está en condiciones de soportar el estrés de la manipulación sin correr el riesgo de sufrir consecuencias negativas para la salud y su bienestar.
10. Algunas especies necesitan una preparación fisiológica antes de ser introducidas en un entorno nuevo, por ejemplo, mediante la retirada de alimento o la aclimatación osmótica o térmica. Esta preparación debería llevarse a cabo de manera que se minimicen las consecuencias negativas relacionadas con el bienestar animal.
11. En algunas ocasiones se puede privar a los peces de alimento antes de ciertos manejos, transporte o sacrificio, durante el tiempo más corto necesario para garantizar la limpieza del sistema digestivo, por motivos de bienestar. La retirada de alimento se realiza para evitar la contaminación del agua de transporte por la presencia de excrementos. La duración del ayuno debe ajustarse siempre al tamaño de los peces, a la temperatura, y debe ser lo más breve posible.
12. Los peces deberían ser inspeccionados durante y después de la manipulación con el objetivo de detectar signos de lesiones externas o de tiempo excesivo para reanudar la alimentación, que pueda deberse a los procedimientos o al equipo utilizado. En caso de que se produzcan lesiones o una mortalidad excesiva, debe evaluarse el procedimiento de manejo e identificar los fallos con el fin de evitar que se produzcan situaciones similares en el futuro.
13. Cuando se tenga que sacar a los peces del agua para manipularlos, se mantendrán humedecidos en todo momento y el tiempo deberá reducirse al mínimo posible. En ninguna circunstancia se debe permitir que los peces se asfixien.
14. Nunca se deben arrojar los peces contra objetos sólidos o entre sí, ni se deben golpear con objetos sólidos, incluso al salir de tuberías y bombas. No se debe permitir que los peces caigan desde una altura que comprometa su bienestar.

15. Durante la aglomeración o confinamiento y en el momento de sacar los peces del agua, que ocurre como parte de los procedimientos zootécnicos y de manejo, deberían tomarse las medidas necesarias para evitar producir una respuesta máxima de estrés en los peces. Los peces deberían juntarse en la menor densidad posible según el procedimiento de manejo requerido. El impacto del confinamiento debería reducirse principalmente mediante la realización de este en distintos pasos. Deberían minimizarse los periodos críticos de alta densidad y el número de eventos de aglomeración. La calidad del agua, y especialmente los niveles de oxígeno, deberían controlarse y mantenerse dentro de los límites aceptables. El período durante el cual los peces estén confinados debería ser lo más corto posible.
16. La clasificación es una práctica zootécnica beneficiosa para el bienestar de los peces cuando se ejecuta por personal cualificado que tiene en cuenta parámetros de bienestar. La clasificación evita el desarrollo de comportamientos agresivos y el canibalismo producido por las diferencias de tamaño entre animales. Además, ofrece mejor acceso al alimento a todos los animales, ya que rompe las jerarquías dentro de la población de la explotación. Los eventos de clasificación deberían planificarse cuidadosamente y reducirse al mínimo. La clasificación es más difícil en los sistemas de jaulas en mar abierto que en otros sistemas.
17. Las vibraciones y el ruido que emiten algunos equipos pueden tener un impacto en el bienestar de los peces y deberían reducirse al mínimo.
18. Los procedimientos que implican bombeo deberían minimizar el dolor, la angustia y el sufrimiento, incluido el riesgo de lesiones. En particular, se debería garantizar que la altura, la presión y la velocidad de las bombas o las tuberías, así como la altura desde donde caen los peces al emerger se ajuste a este objetivo. Las bombas deberían tener un tamaño adecuado que debería ajustarse a los diferentes tamaños de los peces. El diseño de las tuberías y del sistema de bombeo debería evitar curvas cerradas, superficies rugosas y partes salientes para minimizar lesiones en los animales. Debe existir un procedimiento apropiado para garantizar que todos los peces han sido retirados del sistema al final de la operación.



19. Las redes y las redes de recogida ("*landing nets*") deberían estar diseñadas para evitar lesiones físicas, y no se deberían sobrecargar para no aplastar o herir a los peces.
20. El equipo, incluidas las redes, los dispositivos de bombeo, las tuberías, los equipos de pesca en red ("*brailing devices*"), el equipo de vacunación, los dispositivos de clasificación, etc. deberían ser apropiados para la especie en concreto, el tamaño, el peso y el número de animales que se manipulen, y mantenerse en buenas condiciones. El equipo debería limpiarse y desinfectarse después de cada uso para reducir el riesgo de transmisión de enfermedades.
21. Los peces deberían ser anestesiados si se considera que este procedimiento reduce significativamente el dolor y el estrés durante la manipulación, y solo por recomendación de un veterinario.

22. Se deberían aplicar, según proceda, las recomendaciones del Código Sanitario para los Animales Acuáticos de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) sobre el bienestar de los peces de piscifactoría durante el transporte, el aturdimiento, la matanza de los peces de piscifactoría para el consumo humano y cuando se maten con fines de control de enfermedades.

CONCLUSIONES

Estas guías relativas a la calidad del agua y a la manipulación de los peces de piscifactoría contribuirán a concienciar a todos los sectores implicados sobre la calidad de los procesos de producción, el producto final y la difusión de buenas prácticas.

El respeto hacia los peces como seres sintientes, junto con el respeto por el medio ambiente y el consumidor, hacen necesaria la realización de más investigación en un futuro para lograr un mayor bienestar de los peces.