

Mejora del bienestar del salmón del Atlántico durante el sacrificio



© istockphoto

Recomendaciones de Compassion in World Farming

El sacrificio de todos los animales destinados a la alimentación ha de llevarse a cabo de forma humanitaria. Para ello, han de estar efectivamente aturdidos, la pérdida de la consciencia ha de ser instantánea y tienen que permanecer inconscientes hasta que se produzca la muerte.

En el caso del salmón del Atlántico:

- Se recomienda el uso de un método único (percusión o electrocución) que aturda al instante y mate por encima de otros métodos siempre que sea posible.
- También se acepta el aturdimiento eléctrico o por percusión seguido de un método de sacrificio diferente (leer a continuación) siempre que el pez no recupere la consciencia después del aturdimiento.
- Los métodos aceptados para matar después del aturdimiento son: golpe ejecutado de forma eficaz, decapitación, *spiking* o *coring*, o corte de branquias (solo después de aplicar un golpe contundente).
- Los sistemas de dióxido de carbono no son aceptables para el salmón del Atlántico y han de ser erradicados.



Introducción

Los peces son seres sintientes capaces de experimentar dolor y sufrimiento¹. Por ese motivo, y según la legislación relativa al bienestar animal, tienen derecho a un sacrificio humanitario que minimice el sufrimiento y los deje inconscientes lo más rápido posible, manteniéndose ese estado hasta que se produzca la muerte. Los peces están protegidos por el reglamento de la Unión Europea sobre el sacrificio, que exige que no se les cause ningún dolor, angustia o sufrimiento evitable durante la matanza o las operaciones conexas a ella. Según la Comisión Europea, se puede cumplir con este reglamento siguiendo las directrices de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) sobre el aturdimiento y la matanza de peces de piscifactoría a las que todos los Estados miembros se han comprometido².

Según las conclusiones de un informe reciente elaborado por la Comisión³, la mayoría de los Estados miembros encuestados incumplen actualmente estas directrices. Muchos productores utilizan métodos de sacrificio que son considerados no humanitarios según la OIE. No obstante, cada vez son más las empresas de alimentación que están incorporando el bienestar de los peces en sus prácticas y políticas de responsabilidad social corporativa. Este documento proporciona información sobre el sacrificio humanitario del salmón del Atlántico e incluye:

- un resumen de los problemas de bienestar asociados al manejo y ayuno previo al sacrificio,
- un resumen de los principales métodos de sacrificio comercialmente en uso,
- recomendaciones para las prácticas y políticas de responsabilidad social corporativa, y
- métodos para evaluar el bienestar durante el sacrificio.



Procedimientos previos al sacrificio

Para que el sacrificio de los peces sea humanitario hay que minimizar el estrés y las lesiones durante la matanza y también en la fase previa. Los procedimientos como el hacinamiento y el traslado de peces desde las jaulas de cultivo y de espera hasta el lugar donde serán sacrificados pueden ser muy estresantes y durar varias horas. Reducir el estrés y la actividad antes del sacrificio mejora el bienestar y, además, está claramente relacionado con una mejora en la calidad de la carne de los peces, incluido el salmón^{4,5}.

Ayuno

A los salmones de piscifactoría se les retira el alimento antes del sacrificio para reducir la tasa metabólica (disminuyendo la demanda de oxígeno) y la actividad física antes del manejo y del transporte en vida. El ayuno también sirve para vaciar el sistema digestivo antes del sacrificio y reducir la suciedad en el agua (alimentos no digeridos, heces y microorganismos) durante el transporte para que el procesamiento sea higiénico. Los peces nunca deberían ayunar para obtener supuestos beneficios en la calidad de la carne.

Para reducir de forma eficaz las tasas metabólicas de los salmónidos se necesita un periodo de ayuno de entre 2 y 3 días⁶. El tiempo que tardan los peces en vaciar sus intestinos depende de la temperatura (necesitan más tiempo cuando las temperaturas son más bajas) y se ha descubierto que, por encima de los 10 °C, el salmón tarda menos de 48 horas en reducir los contenidos del intestino a <5%. En Escocia, la temperatura del mar suele variar entre los 6 y los 14 °C a lo largo del año. En los meses más cálidos no es necesario retirar el alimento de los peces más de 48 horas para vaciar sus intestinos. En cualquier caso, el salmón no debe ayunar nunca durante más de 72 horas⁷.

Existe poca información sobre los efectos de la duración del periodo de ayuno desde la perspectiva del bienestar del pez. Mientras que los peces salvajes pueden estar sin alimentarse durante largos periodos de tiempo, los peces de piscifactoría reciben alimento de forma regular. Por ese motivo, los periodos sin alimento pueden suponer un impacto negativo en el bienestar del pez. Por ejemplo, retirar la comida puede incrementar los comportamientos agresivos:

cuando los peces reciben menos alimento que el que recibirían bajo demanda, hay una mayor incidencia de ejemplares con erosión en la aleta dorsal⁸. Esto indica que el tiempo de retirada del alimento ha de ser lo más corto posible.

Hacinamiento

Los salmones son hacinados en sus jaulas para ser retirados con bombas o redes y transportados al lugar donde se va a realizar el sacrificio. Si los salmones son hacinados por encima de una concentración determinada, los riesgos de sufrir lesiones y estrés aumentan considerablemente. Si no se gestiona bien, el hacinamiento puede provocar disminución en los niveles de oxígeno, exposición a una mayor intensidad lumínica (cuando los peces son movidos hacia la superficie) y abrasiones derivadas del contacto con la red o con otros peces⁹. Nados rápidos, intentos de escape (saltos) y "escarbar" en la red son indicadores claros de que los salmones están estresados¹⁰. También pueden observarse jadeos por falta de aire, rotaciones laterales, cambios en el color, un incremento en el número de sacudidas de la cola y la presencia de escamas en el agua^{11,12}.

El hacinamiento es estresante y, por ello, la intensidad y la duración han de ser minimizadas todo lo posible. Las directrices de la Real Sociedad para la Prevención de la Crueldad contra los Animales (RSPCA) indican que los peces no pueden ser hacinados durante más de dos horas, que el hacinamiento y el manejo previo al sacrificio ha de reducirse al mínimo y que ningún recinto puede ser hacinado más de dos veces a la semana ni de tres veces al mes⁷.

El hacinamiento con redes estrechas y profundas es mejor para el bienestar de los peces que el hacinamiento con redes anchas y superficiales. Cuando las redes son estrechas y profundas, los peces tienen más libertad de movimiento, no están sobreexpuestos a una intensidad lumínica elevada y son menos los que están en contacto con la red.



Traslado de peces

Los salmones pueden ser sacrificados en la piscifactoría o pueden ser transportados a un matadero centralizado. Sacrificar en barcos de cosecha junto a las jaulas es mejor que hacerlo en mataderos externos porque se reducen los tiempos de manejo y transporte.

Los salmones que se sacrifican en el propio lugar son trasladados desde sus jaulas de cultivo hasta un barco de cosecha junto a la jaula. Los peces van directamente de la jaula a la máquina de sacrificio en redes *brail* o inglesas (saliendo del agua) o a través de tuberías mediante bombeo (sin salir del agua). Las redes *brail* no deben ser utilizadas porque, con ellas, el pez sale fuera del agua y porque, además, puede sufrir traumatismos físicos debido a la presión contra otros peces que también estén en la red y abrasiones al rozar con ella. El bienestar es potencialmente mayor con el método de bombeo y dependerá del diseño y del funcionamiento de la bomba. Los sistemas de bombeo han de ser diseñados para trasladar los peces con tanto cuidado y eficacia como sea posible.

El transporte a un matadero fuera de la granja suele hacerse en buques vivero y puede durar varias horas. Los buques han de contar con sistemas para monitorizar la calidad del agua y con equipos de mantenimiento que garanticen unas buenas condiciones durante el tránsito. Por ejemplo, los niveles de oxígeno han de mantenerse en una saturación mínima del 80 % o un mínimo de 7 mg/L⁷. Los buques vivero no se pueden mover demasiado rápido porque los peces tienen que nadar a la misma velocidad que el barco y podrían agotarse.

Al llegar al matadero, los salmones son directamente bombeados al sistema de sacrificio o se quedan en una jaula marina junto a las instalaciones, donde suelen estar entre 1 y 6 días (sin alimento) antes de ser bombeados a la cadena de sacrificio¹³. Los peces no pueden ayunar más de 72 horas seguidas y es preferible que lo hagan durante periodos más cortos por motivos de bienestar (más información en el apartado *Ayuno*).



Métodos de sacrificio que pueden ser humanitarios para el salmón del Atlántico

Las máquinas de aturdimiento eléctrico y de percusión se utilizan comercialmente y pueden facilitar el sacrificio humanitario si se usan correctamente. La exposición al dióxido de carbono en el agua (ver Cuadro 1) también se utiliza en el caso de algunos salmones, pero este método no es humanitario y ha de ser erradicado con urgencia.

1. Percusivo

La Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) considera que el aturdimiento por percusión permite un sacrificio humanitario de los salmónidos². Este método es el más utilizado para el sacrificio del salmón del Atlántico en todo el mundo.

Se puede provocar la pérdida inmediata de la consciencia con un golpe contundente en la cabeza que haga que el cerebro se sacuda dentro del cráneo con la fuerza suficiente para dañarse e interrumpir su actividad eléctrica. Un golpe preciso ejecutado con la fuerza suficiente puede evitar que el pez recupere la consciencia¹⁴. Cuando la pérdida de consciencia derivada del aturdimiento por percusión es reversible, hay que aplicar un segundo método con el que finalizar el sacrificio. Este segundo método tiene que ser ejecutado con prontitud y debe provocar la muerte antes de que el pez pueda recuperar la consciencia. Se suele matar a los salmones administrando un corte en las branquias para desangrarlos (ver Cuadro 2) después del aturdimiento por percusión. Otro método para matar a los peces cuando ya están inconscientes después de un golpe eficaz es la decapitación (ver Cuadro 3).

Los sistemas de percusión automatizados son el método comercial predominante porque permiten una alta productividad en comparación con el método de percusión manual, cuya productividad depende de la fatiga del trabajador y puede verse afectada por errores humanos. Tanto los métodos automáticos como los manuales pueden ser humanitarios, pero existen riesgos para el bienestar asociados a cada uno de ellos.

a. Aturdimiento por percusión automatizado:

Un cilindro con forma de martillo movido por presión de aire da un golpe en la cabeza del salmón, con una fuerza específica, creando una onda de choque en todo el cerebro. Para que este método sea humanitario, los peces han de quedar aturdidos de forma

inmediata por un único golpe. La mayoría de las máquinas automáticas también tienen un sistema automático de cuchillas para ejecutar el corte de branquias y exanguinar al pez, lo cual suele tener lugar dentro de los 10 segundos posteriores al golpe. Son varios los factores que hay que tener en cuenta:

- La variación del tamaño de los peces puede hacer que el martillo impacte en la parte incorrecta y que el golpe no sea eficaz. Algunas variaciones se deben a las diferencias individuales en los índices de crecimiento, a ejemplares deformados y a la madurez sexual en los machos que provoca que la mandíbula se alargue. Por esta razón, es esencial que todos los peces que vayan a pasar por el aturdidor hayan sido clasificados de forma reciente (y divididos en grupos de tamaños similares) y que la máquina esté configurada para golpear la cabeza en el lugar correcto. La posición ideal del golpe de percusión para el salmón es justo encima de los ojos y ligeramente detrás⁹.
- La fuerza del golpe de percusión ha de ser suficiente para provocar un aturdimiento instantáneo y prolongado. Básicamente, la fuerza del golpe tiene que ser suficiente para asegurar una pérdida de consciencia inmediata y prolongada (y que el pez no la recupere antes de morir por el propio golpe o por un segundo método de sacrificio), pero sin ser demasiada para mantener los daños en la carcasa al mínimo (y evitar, por ejemplo, una mandíbula rota o un prolapso ocular). No existen directrices en la industria que determinen qué fuerza es necesaria. Sin embargo, un estudio que investigó las diferentes presiones de los golpes afirmó que la presión necesaria para aturdir a un salmón al instante es de un mínimo de 8,1 bares y que la proporción de salmones correctamente aturdidos aumentaba a medida que lo hacía la fuerza¹⁵. El índice de éxito mejorado gracias al aumento de la fuerza fue corroborado por otro estudio, que sugirió que se necesitan más de 80 N para aturdir a la mayoría de los salmones y evitar que se recuperen¹⁴.

- La forma del martillo afecta a la eficacia del golpe. Un cilindro de cabeza plana es más eficaz que una forma cónica o un martillo con púas penetrantes. Esto se debe a que crea una onda de choque que sacude todo el cerebro dentro del cráneo y no se centra en un área específica del cerebro, en cuyo caso se necesitaría un nivel de precisión muy elevado en cada uno de los peces para ser eficaz¹⁴. Con el cilindro de cabeza plana sigue siendo importante un buen nivel de precisión para que la energía cinética cree la onda de choque deseada directamente en el cráneo y no se limite a empujar al pez hacia atrás y hacia arriba¹⁴.
- El método de entrada en el aturridor puede afectar al nivel de estrés previo al sacrificio experimentado por el pez. Algunos sistemas automatizados todavía necesitan que un operario oriente los peces cuando entran en el aturridor (es decir, con la cabeza primero y en posición vertical). Sin embargo, también hay sistemas de natación (como el BAADER 101, con sistema automatizado Swim-In System¹) en los que los peces atraviesan a nado los canales que llevan al aturridor. El bienestar potencial de los sistemas de nado es mayor porque minimizan el manejo y mantienen a los peces en el agua hasta justo antes de ser aturridos.

b. Aturdimiento por percusión manual:

Consiste en que una persona ejecute un golpe en la cabeza del pez con una porra de madera o plástico. El aturdimiento por percusión manual puede ser un método humanitario para el salmón del Atlántico, pero causa fatiga en el trabajador, por lo que solo es práctico si el número de peces a sacrificar es limitado. El índice de éxito también puede verse alterado por los movimientos incontrolados del pez y por la competencia del trabajador. Este método puede ser utilizado como método complementario, y los trabajadores deben tener el entrenamiento necesario para ponerlo en práctica de forma precisa.

2. Eléctrico

El aturdimiento eléctrico se emplea en estos momentos en aproximadamente la mitad de los salmones del Atlántico en Noruega y en un pequeño porcentaje en el Reino Unido¹⁶. Cuando se ejecuta correctamente, el aturdimiento eléctrico

puede causar inconsciencia inmediata en el salmón del Atlántico¹⁷. Sin embargo, el efecto es normalmente reversible. Por ese motivo, para cumplir con los requisitos de un sacrificio humanitario, el aturdimiento eléctrico ha de estar acompañado por un método de ejecución que evite que el animal recupere la consciencia.

El salmón del Atlántico sacrificado mediante solamente corte de branquias puede tardar varios minutos en perder la consciencia (hasta 7,5 según un estudio¹⁸). El tiempo que tarda en morir por corte de branquias puede ser mayor que el tiempo que está inconsciente por aturdimiento eléctrico. De hecho, existen pruebas de que el salmón puede recuperar la consciencia después de que se le corten las branquias¹⁶ tras un aturdimiento eléctrico. El aturdimiento eléctrico seguido de un corte de branquias no es, por lo tanto, un sacrificio humanitario.

El aturdimiento eléctrico solo es humanitario si está seguido de uno de los siguientes métodos ejecutados eficazmente:

- Golpe percusivo letal
- Golpe percusivo que incremente la duración del aturdimiento seguido de un corte de branquias
- Decapitación
- *Spiking o coring* (ver Cuadro 4)

Los sistemas utilizados para aturdir eléctricamente al salmón (descritos a continuación) sufren variaciones, pero, en general, los factores más importantes a tener en cuenta son los siguientes:

- Los parámetros eléctricos específicos utilizados son decisivos a la hora de asegurar un aturdimiento eficaz. Cuando el voltaje o la corriente eléctrica es demasiado bajo, o cuando la duración del suministro es demasiado corta, el aturdimiento puede no ser eficaz. Esto puede ser doloroso y causar lesiones a peces que todavía están conscientes¹⁹. También puede suceder que el pez recupere la consciencia durante alguna etapa de los procedimientos de sacrificio o de procesamiento, durante los cuales puede experimentar un sufrimiento y dolor importante. Una corriente eléctrica o un voltaje demasiado alto puede producir daños en la carcasa como hemorragias, sangrados y fracturas en la columna^{20, 21}. Es fundamental que las máquinas de aturdimiento eléctrico estén validadas por estudios realizados por institutos de investigación y que los usuarios sigan unos parámetros para el aturdimiento verificados.

¹ https://www.baader.com/en/products/fish_processing/salmonides/salmon_and_seatrout/harvesting.html

- Un aturdimiento eléctrico no eficaz puede pasar desapercibido porque puede provocar una simple inmovilización física. El cuerpo del pez no se movería ni respondería a las pruebas para comprobar si tiene reflejos, pero seguiría estando consciente (tal y como muestran las mediciones de actividad cerebral) y le seguiría afectando el dolor^{20, 22-24}. Para evitar esta situación, es importante que los parámetros empleados en los sistemas de aturdimiento eléctrico se basen en las recomendaciones de investigaciones que tengan parámetros validados, y que utilicen las mediciones de la actividad cerebral (a través de una electroencefalografía) y no se basen simplemente en signos del comportamiento.

Con el salmón se pueden utilizar máquinas de aturdimiento eléctrico en agua y en seco. El aturdimiento en seco reduce la cantidad de lesiones y daños en la carcasa²⁵ en comparación con el aturdimiento en agua. Sin embargo, en términos de bienestar es preferible el aturdimiento en agua porque evita factores de estrés en el pez como tener que separarlos, sujetarlos, manejarlos o sacarlos del agua antes de ser aturridos²¹.

a. Aturdimiento eléctrico en agua: Los peces son expuestos a una corriente eléctrica en el agua, bien en un tanque de agua (sistema por lotes), o bien mientras son bombeados a través de una tubería (sistema de flujo continuo), lo cual permite un procesamiento más rápido.

En el caso del aturdimiento eléctrico en agua, el gradiente de voltaje en el agua o la fuerza del campo eléctrico (medido en voltios por metro) es el parámetro importante a tener en cuenta y no la corriente total. La corriente eléctrica no solo atraviesa los peces, sino también el agua que los rodea. Depende, por lo tanto, de la cantidad de agua y de la conductividad eléctrica. La conductividad eléctrica del agua cambia según la salinidad, y el agua de mar es normalmente 100 veces más conductiva que el agua dulce de



los ríos. El campo eléctrico necesario para aturdir a un pez disminuye ligeramente a medida que incrementa la conductividad del agua aunque, debido al aumento de la conductividad, la corriente eléctrica incrementa casi en la misma proporción. Para aturdir a un pez en agua de mar se requiere, por lo tanto, hasta 50 veces más potencia que para aturdir al mismo pez en agua dulce²⁶.

Es difícil proporcionar recomendaciones generales sobre qué parámetros eléctricos son mejores para los sistemas de aturdimiento eléctrico debido a que dependen en gran parte de la configuración individual del sistema, del tamaño y número de peces que se van a sacrificar, y de la conductividad del agua entre otros factores.

b. Aturdimiento eléctrico en seco: Los peces se sacan del agua y se colocan en una cinta transportadora que funciona como uno de los electrodos. Sobre esa cinta cuelga una cadena de electrodos de placa (láminas de acero) que complementa y completa el circuito. En algunos sistemas, los peces son rociados con agua tras sacarlos del agua y antes del aturdimiento. Esta práctica se denomina *aturdimiento eléctrico en condiciones semisecas*.

Es de vital importancia que el pez entre en las máquinas de aturdimiento en seco de forma correcta: de cabeza, y sin que haya una lucha excesiva. Una orientación incorrecta del pez supone un riesgo importante a que sufra una descarga previa al aturdimiento y un aturdimiento no eficaz, lo que haría que el proceso no fuese humanitario porque los peces sentirían la electricidad durante unos segundos antes de que los electrodos alcanzasen la cabeza¹¹.

Un estudio sobre el aturdimiento en seco en Noruega mostró que solo entre el 25 y el 30 % de los peces entran de cabeza en el aturridor, lo cual sugiere que el aturdimiento no es eficaz en tres de cada cuatro peces que entran en el sistema. Con una orientación correcta, el aturdimiento eléctrico en seco puede ser humanitario siempre que se acompañe de un segundo método de sacrificio.

Se considera que combinar corriente alterna (AC) y continua (DC) es mejor que utilizar alterna o continua solamente porque con la corriente combinada se puede aturdir de forma eficaz sin comprometer la calidad de la carne¹⁵.

Cuadro 1

Dióxido de carbono (CO₂) en agua: un método de sacrificio inaceptable

El uso de CO₂ (con o sin enfriamiento en vivo) no es humanitario porque es lento y poco fiable a la hora de provocar la inconsciencia y porque es altamente desagradable para los peces. Por ejemplo, los salmones sacuden la cabeza y la cola, de forma vigorosa, hasta dos minutos después de la exposición a CO₂¹⁸, y terminan exhaustos antes de perder la consciencia.

El gas también hace que los peces se queden inmóviles (paralizados) antes de perder la consciencia y, por lo tanto, es probable que el sufrimiento dure más de lo que pueda parecer si simplemente se observa la actividad del salmón. Por ejemplo, en un estudio, el salmón del Atlántico mostró su aversión al CO₂ durante 2 minutos, pero la actividad cerebral indicó que la consciencia persistió una media de 6,1 minutos a una temperatura de 6 °C¹⁸. Por lo tanto, el pez sufre durante varios minutos antes de perder la consciencia y puede darse el caso de que sea sangrado o eviscerado mientras continúa consciente.

El dióxido de carbono (CO₂) se inyecta en el tanque de agua (que a veces es enfriado con hielo) hasta que se alcanzan los niveles deseados. En el salmón, los niveles de dióxido de carbono que se utilizan varían normalmente entre 250 y 460 mg L⁻¹²⁷. Los peces son trasladados al tanque, donde los altos niveles de dióxido de carbono alteran el pH de la sangre provocando una alteración de la función cerebral²⁸. Tras una exposición de entre 2 y 4 minutos, se retiran del tanque y se sangran por medio de un corte de branquias.

Este método se emplea en aproximadamente un 7 u 8 % de los salmones en Irlanda, donde la práctica está siendo erradicada. Ya está prohibido en el Reino Unido para todos los sacrificios excepto los de emergencia²⁹. El uso de CO₂ para sacrificar el salmón está prohibido en Noruega. Sin embargo, su uso está permitido si se combina con un enfriamiento en vivo¹⁶ a pesar de que esta variante tampoco es humanitaria.



Cuadro 2

Corte de branquias: solo se puede aplicar tras un aturdimiento eficaz y no de forma aislada

El corte de branquias (de los vasos sanguíneos) es un método común utilizado para sacrificar los salmones y forma parte de la preparación para el procesamiento del pez. Los peces han de estar aturdidos (o muertos) antes de que se les corten los arcos branquiales para su sangrado y, si están aturdidos, han de permanecer inconscientes hasta que se produzca la muerte. Se puede realizar el corte de forma manual o automática (mediante una cuchilla giratoria instalada en la máquina aturridora). El corte se ejecuta justo después del aturdimiento. En la mayoría de los casos, el sangrado se realiza cortando todos los arcos branquiales de uno de los lados del pez.

Cuadro 3

Decapitación: solo se puede aplicar tras un aturdimiento eficaz y no de forma aislada

La cabeza del pescado se retira rápidamente con una cuchilla manual o con una cuchilla giratoria automática. Los peces han de estar aturdidos (o muertos) y, si están aturdidos, han de permanecer inconscientes hasta que se produzca la muerte. El motivo es que la decapitación no mata al pez al momento y la consciencia no se pierde de forma inmediata. Si el método de aturdimiento no causa una pérdida de consciencia que dure lo necesario para que el cerebro muera tras la decapitación, el cerebro ha de ser destruido de forma manual mediante, por ejemplo, *spiking*.



Cuadro 4

Spiking y coring

Spiking (también denominado iki jime) y coring son métodos utilizados para aturdir y matar al pez causando daños severos e irreversibles en el cerebro (FAWC, 2014)³⁰. Para ello se introduce una varilla de metal sólida y puntiaguda (*spiking*) en la cabeza, que a continuación se mueve para destruir el cerebro, o introduciendo una barra de metal hueca (*coring*) con la ayuda normalmente de un mazo. En ambos métodos, la precisión a la hora de colocar e introducir el dispositivo es de vital importancia para evitar lesiones y sufrimiento (FAWC, 2014). La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) (2004)³¹ indica que, con el *spiking* manual, la muerte es lenta y recomienda que no se utilice esta técnica, pero los métodos mecánicos sí pueden ser humanitarios. Por ejemplo, el proceso es más eficaz si se utilizan pistolas neumáticas para insertar la varilla.

Recomendaciones para las políticas corporativas en relación al sacrificio humanitario del salmón del Atlántico.

1. El sacrificio de todos los animales destinados a la alimentación ha de llevarse a cabo de forma humanitaria. Para ello, han de estar aturdidos, la pérdida de la consciencia ha de ser instantánea y tienen que permanecer inconscientes hasta que se produzca la muerte. En el caso del salmón del Atlántico, se recomienda el uso de un método percusivo que aturda y mate por encima de otros métodos siempre que sea posible. También se acepta el aturdimiento eléctrico o por percusión seguido de un método de sacrificio diferente siempre que el pez no recupere la consciencia después del aturdimiento. Los sistemas de dióxido de carbono no son aceptables para el salmón del Atlántico y han de ser erradicados (ver Cuadro 1).
2. El sacrificio del animal mediante sangrado sin aturdimiento previo no se considera un método humanitario. Las políticas corporativas de bienestar animal tienen que estipular que todos los productos de la cadena de suministro vengan de peces a los que se les haya aplicado un aturdimiento previo al sacrificio.
3. Los peces que se retiran de la cadena de producción (por estar enfermos, lesionados, o por no cumplir con los criterios del mercado) han de ser sacrificados de forma humanitaria.
4. Todos los sistemas para el sacrificio de animales han de estar eficazmente gestionados y monitorizados. Esto incluye:
 - El desarrollo y la aplicación de procedimientos operativos estándar (SOP) en todas las operaciones con animales vivos.
 - La formación eficaz de todo el personal que participe en las operaciones con animales vivos.
 - La designación de un miembro del personal que sea el Encargado del Bienestar Animal en el matadero. Su función será la de monitorizar las operaciones para asegurarse de que se cumplen los SOP y de que no es necesario tomar ninguna medida correctiva ante un posible caso de no cumplimiento o algún otro problema.
- El uso de un circuito CCTV en todas las zonas en las que se manejen animales vivos y una monitorización eficaz de las grabaciones.
- Medición eficaz y gestión proactiva de los indicadores de bienestar en el momento del sacrificio.
5. Los periodos de ayuno previos al sacrificio no pueden durar más de lo necesario para mejorar el bienestar de los peces (reducir los requisitos de oxígeno y la acumulación de residuos en el agua) y un pez no debe ayunar más de 72 horas. Es necesario que existan procedimientos para asegurar que ninguno de los peces que estén en la jaula supere ese tiempo máximo. Por ejemplo, si se necesitan múltiples cosechas o días para sacrificar a todos los peces de una jaula, los peces han de ser segregados para que los tiempos de ayuno puedan cumplirse. Ha de mantenerse un registro de las fechas y duraciones de dichos periodos.
6. El tiempo de hacinamiento y la intensidad han de ser minimizados.
 - El hacinamiento ha de hacerse con redes estrechas y profundas porque son mejores para el bienestar de los peces que las redes anchas y superficiales.
 - El hacinamiento ha de ser monitorizado atentamente y gestionado de tal forma que el grupo se mantenga en calma, y que sean muy pocos los peces que muestren signos de sufrimiento como saltar o retorcerse. Estas acciones indicarían que hay un problema de densidad demasiado alta.



- Los peces no pueden estar hacinados durante más de 2 horas y hay que evitar repetir dicho hacinamiento. Si es inevitable, ha de haber un periodo mínimo de entre 24 y 48 horas entre dos hacinamientos seguidos.
 - Los niveles de oxígeno en agua han de estar monitorizados a lo largo de todo el proceso de hacinamiento y los procedimientos han de asegurar que los niveles de oxígeno se mantengan por encima de 7 mg/L. Si el pez muestra signos de estrés o si los niveles de oxígeno caen por debajo de 7 mg/L, habrá que dar más espacio a los peces aflojando las redes. Durante el hacinamiento, el agua ha de ser aireada o complementada con oxígeno. Mantener las redes limpias también ayuda en este sentido, porque las redes sucias pueden reducir el flujo del agua.
7. El traslado de los peces al matadero ha de ser gestionado con cuidado para minimizar el estrés.
- Solo los peces sanos pueden ser transportados, por lo que se realizará una revisión para verificar la salud antes del transporte.
 - Si se utilizan redes manuales para, por ejemplo, retirar los peces enfermos de la jaula, solo se podrá hacer en una pequeña cantidad. Las redes tienen que tener una superficie suave y han de ser utilizadas con cuidado, y los peces no podrán estar fuera del agua más de 15 segundos.
 - Las redes *brail* no se pueden utilizar para sacar a los peces del agua. En su lugar se tendrán que utilizar sistemas de bombeo en los que los peces no salgan del agua, y

estos han de ser cuidadosamente diseñados y gestionados para que el tránsito de los peces por la tubería sea delicado. Los siguientes puntos son importantes:

- Ha de mantenerse un flujo constante y evitar un bombeo que mueva a los peces por ráfagas.
- Los peces han de moverse por las tuberías a una velocidad apropiada. No deberían poder nadar en contra de la corriente del bombeo ya que eso podría lesionarlos o dejarlos exhaustos y, además, estarían dentro de la tubería más tiempo del necesario. Por otro lado, si la corriente de bombeo es demasiado fuerte, el pez corre el riesgo de lesionarse dentro de la tubería o al salir de ella.
- Las dimensiones de las tuberías han de ser suficientes para el tamaño del pez y para el número de peces que están siendo bombeados, y la superficie interior ha de ser suave, incluyendo las uniones entre tuberías.
- Las tuberías han de ser tan cortas y rectas como sea posible.
- Todos los peces han de ser retirados de las tuberías y del sistema antes de que se detenga o finalice el bombeo, y los peces no pueden estar en las tuberías más tiempo del necesario. El oxígeno se agota rápidamente dentro de las tuberías y podrían morir si se quedan atrapados en ellas.
- Si se produce alguna lesión (como un daño en las aletas o en las escamas, heridas en el hocico, magulladuras en los músculos, etc.) dentro de la tubería, habrá que tomar las medidas necesarias para investigar y corregir cualquier fallo que pueda haber en el sistema.

- El transporte de peces en distancias más largas (como, por ejemplo, con un buque vivero) ha de gestionarse con cuidado. La calidad del agua ha de monitorizarse constantemente para comprobar los niveles de oxígeno (que han de ser de un mínimo de 7 mg/L) y el pH (que ha de estar entre 6,8 y 8)⁷. La densidad durante el transporte se basa en el peso vivo del pez y no puede superar los 125 kg/m³ (para salmones de 5 kg), 110 kg/m³ (para salmones de 4 kg), o 100 kg/m³ (para salmones de 3.5 kg)⁷.



8. Si al pez se le retira el agua antes del sacrificio, este procedimiento ha de estar correctamente diseñado para que los peces sean trasladados con un impacto y riesgo de lesiones mínimo. El tiempo que los peces están expuestos al aire ha de ser reducido todo lo posible, siendo el máximo 15 segundos.

9. Con sistemas percusivos:

- Es preferible el uso de máquinas de percusión automatizadas que la aplicación de golpes percusivos manuales, especialmente en las operaciones más grandes. De todos modos, si se realiza un aturdimiento manual (como método de sacrificio complementario, por ejemplo), los operarios han de estar formados para poder aturdir a los peces con un golpe único y eficaz.
- El método de sacrificio (corte de branquias, decapitación o *spiking*) ha de ser administrado tan pronto como sea posible, después del aturdimiento, para reducir el riesgo de que el animal se recupere antes de morir.
- Los peces han de ser clasificados (si hay variaciones en el tamaño importantes) antes de ser aturridos en máquinas de percusión automatizadas para que la configuración de la máquina sea eficaz con todos los peces. La posición ideal del golpe percusivo en el caso del salmón es justo encima de los ojos y ligeramente detrás.
- Los peces han de entrar en la máquina de percusión automatizada de cabeza. Los operarios han de estar presentes para orientar a los peces de forma manual y comprobar que todos ellos están correctamente alineados (también en los sistemas de natación).

10. Con sistemas eléctricos:

- No se debe comprometer el bienestar del pez en aras de la calidad del producto. Los parámetros eléctricos han de ser establecidos para que el resultado sea un aturdimiento eficaz que dure hasta que el animal muera y que minimice el riesgo de electro-inmovilización (que el pez esté paralizado, pero siga consciente). Los parámetros han de ser apropiados para el tamaño y el número de peces a sacrificar, la configuración del equipo, y la conductividad del agua.

- En los sistemas secos y semisecos, los peces han de entrar de cabeza. Los operarios han de estar presentes para orientarlos de forma manual y comprobar que todos están correctamente alineados.
- En los sistemas secos y semisecos, el tiempo que los peces están sin agua ha de reducirse al mínimo (la Humane Slaughter Association recomienda un máximo de 15 segundos desde la retirada del agua hasta el aturdimiento)⁹ para minimizar el estrés y evitar movimientos aversivos que puedan complicar la entrada al aturridor percusivo.
- Los peces han de ser clasificados (si hay variaciones en el tamaño importantes) antes de ser aturridos porque los que son demasiado grandes o pequeños, los que están deformados o los que han alcanzado la madurez sexual no entrarían en los parámetros de la máquina aturridora³².
- El método de sacrificio (corte de branquias, golpe percusivo o *spiking*) ha de ser administrado tan pronto como sea posible, después del aturdimiento, para evitar que el animal se recupere antes morir. El corte de branquias no es un método aceptable a no ser que el aturdimiento tenga lugar primero. En los sistemas en agua es importante la limpieza y el mantenimiento diario de los electrodos porque la oxidación sucede rápido, especialmente en los sistemas de agua salada, y esto puede afectar a la cantidad de electricidad que recibe el pez y provocar que el aturdimiento no sea efectivo.

11. Los peces tienen que ser observados después del aturdimiento por un operario formado. Si algún pez muestra alguna señal de recuperación, como movimiento opercular u ocular, o en el caso de un fallo en el equipo de aturdimiento, un plan de contingencia ha de ser puesto en marcha para aturdir al pez de forma inmediata (percusión manual y corte de branquias, o *spiking*).

Indicadores de bienestar en el sacrificio

Para monitorizar y mejorar de forma proactiva el bienestar animal durante el sacrificio es necesario empezar identificando los indicadores correspondientes al bienestar del salmón. Aunque es importante (y obligatorio en muchos casos) registrar los indicadores que no están directamente relacionados con los animales (como los datos de los parámetros del aturdimiento eléctrico), también es importante observar a los animales. Los indicadores de bienestar son mediciones directamente relacionadas con los animales gracias a las cuales se pueden conocer sus experiencias, lo cual no se conseguiría si nos limitamos a medir datos como los recursos piscícolas. Los indicadores se ven afectados por varios factores, y para aplicar las acciones correctivas podría ser necesario investigar una serie de posibles soluciones.

Las políticas corporativas de bienestar animal han de estipular qué indicadores de bienestar del salmón del Atlántico se analizan durante el sacrificio. Los indicadores recomendados para el salmón del Atlántico se muestran en la tabla de la página siguiente.



Indicador	Información detallada
Actividad durante el hacinamiento	<p>QUÉ: Una evaluación cualitativa de la actividad del pez durante el hacinamiento.</p> <p>POR QUÉ: La actividad del pez durante el hacinamiento que se observa en la superficie del agua es un indicador del estrés experimentado en ese momento.</p> <p>CÓMO: Este indicador ha de ser registrado de forma continuada. La actividad de los peces puede ser evaluada en una escala de 5 puntos tal y como se describe aquí: https://www.hsa.org.uk/downloads/publications/harvestingfishdownload-spanish-2016.pdf</p> <p>OBJETIVO: Que el resultado de todos los procedimientos de hacinamiento sea 1.</p>
Indicadores de consciencia	<p>QUÉ: Una evaluación de la consciencia realizada en el intervalo de tiempo comprendido entre el aturdimiento y la muerte.</p> <p>POR QUÉ: Los peces han de estar eficazmente aturdidos (inconscientes) para que el sacrificio pueda ser considerado humanitario y para que no experimenten dolor ni estrés durante el proceso.</p> <p>CÓMO: Este indicador ha de ser registrado de forma continuada. Hay que evaluar los indicadores de consciencia durante el sangrado y registrar el número y el porcentaje de peces que muestran señales de recuperación de consciencia. (La lista completa de indicadores está disponible en la tabla al final del documento.) También hay que registrar las acciones ejecutadas cuando se detecta que los peces están recuperando la consciencia.</p> <p>OBJETIVO: Que ningún pez muestre signos de recuperación de consciencia³³.</p> <p><i>Si se observan signos de consciencia, los peces han de ser reaturdidos o aturdidos con un método complementario alternativo.</i></p>
Descargas previas al aturdimiento	<p>QUÉ: Los peces pueden recibir descargas al entrar en un aturdidor eléctrico en seco. Dichas descargas no son suficientes para causar la pérdida de la consciencia, pero pueden causar dolor. Esto sucede, por ejemplo, si un pez se mueve de forma vigorosa y entra en contacto con uno de los electrodos (y no con los dos) o si entra en el aturdidor con la cola por delante.</p> <p>POR QUÉ: Los peces están todavía conscientes y, por lo tanto, las descargas previas al aturdimiento causan dolor. Estas descargas indican que la máquina aturdidora no está bien diseñada o que no está funcionando correctamente.</p> <p>CÓMO: Este indicador ha de ser registrado de forma continuada. Puede registrarse la incidencia de peces que entran en la máquina aturdidora de cabeza y calmados (sin retorcerse).</p> <p>OBJETIVO: Que el 100 % de los peces que entren en la máquina aturdidora lo hagan de cabeza y sin retorcerse.</p>
Calidad de la carne después de la muerte	<p>QUÉ: Tiempo hasta el rigor mortis y el desgajamiento del tejido muscular.</p> <p>POR QUÉ: La calidad de la carne post mortem puede dar información valiosa sobre el tratamiento previo al sacrificio del pez. Cuando los peces están estresados durante el sacrificio o antes (en el hacinamiento) pueden volverse muy activos y utilizar sus reservas de energía causando un incremento en el ácido láctico. Esto impacta de forma negativa en la calidad de la carne: el rigor se produce antes (disminuyendo la producción y la vida útil de consumo) y aumenta el desgajamiento de la carne (disminuyendo la producción y haciendo que el producto sea menos atractivo para los consumidores).</p> <p>CÓMO: Hay que registrar el tiempo que tarda en aparecer el rigor y el desgajamiento en una muestra de ejemplares.</p>

Indicador	Información detallada
Hemorragias después de la muerte	<p>QUÉ: Hemorragias en la carne del pez.</p> <p>POR QUÉ: Los daños físicos post mortem pueden dar información valiosa sobre el tratamiento previo al sacrificio del pez. Las hemorragias aparecen en partes de la carne que han sido dañadas de tal forma que la sangre se filtra en esa zona. Las hemorragias pueden tener lugar si el pez se cae, por ejemplo, al retirarlo del agua o de la red <i>brail</i>, o si se utilizan tuberías y bombas con un mal mantenimiento o un funcionamiento incorrecto. Las hemorragias también suelen aparecer en la cola si el pez ha sido levantado o agarrado con fuerza por esa zona antes del sacrificio. También pueden ser causadas por un mal posicionamiento del pez en el aturdimiento percusivo manual o si no se aplican los parámetros correctos en el aturdimiento eléctrico.</p> <p>CÓMO: Hay que registrar la incidencia de hemorragias en una muestra de ejemplares.</p>
Pérdida de escamas después de la muerte	<p>QUÉ: Daño o pérdida de escamas.</p> <p>POR QUÉ: Los daños físicos post mortem pueden dar información valiosa sobre el tratamiento previo al sacrificio del pez. Los peces que son hacinados y estresados pueden dañar sus escamas al rozarse contra las redes o entre ellos.</p> <p>CÓMO: Hay que registrar la incidencia de daños en las escamas en una muestra de ejemplares.</p>
Daño ocular después de la muerte	<p>QUÉ: Daño ocular.</p> <p>POR QUÉ: Los daños físicos <i>post mortem</i> pueden dar información valiosa sobre el tratamiento previo al sacrificio del pez. El daño ocular tiene lugar durante el aturdimiento por percusión cuando la posición del golpe es incorrecta y se golpea directamente en el ojo o tan cerca del ojo que se produce su ruptura. Los ojos también se pueden ver afectados por redes conservadas en mal estado.</p> <p>CÓMO: Hay que registrar la incidencia de daño ocular en una muestra de ejemplares.</p>
Daño en el hocico después de la muerte	<p>QUÉ: Daños en el hocico (sangrado o irritación).</p> <p>POR QUÉ: Los daños físicos post mortem pueden dar información valiosa sobre el tratamiento previo al sacrificio del pez. Los daños en el hocico se producen cuando el hacinamiento previo al sacrificio no está bien gestionado y los peces nadan contra las redes o chocan entre ellos.</p> <p>CÓMO: Hay que registrar la incidencia de daño en el hocico en una muestra de ejemplares.</p>



Indicadores de bienestar

Los indicadores de bienestar han de ser utilizados como parte de un programa proactivo de medidas y mejora continua en el que se incluya la definición de objetivos. El programa debe ser un ciclo continuo consistente en:



Monitorizar de forma regular los indicadores de bienestar permite detectar los problemas de forma rápida, implementar acciones correctivas y mejorar constantemente. Algunos indicadores han de ser registrados de forma continua. Para otros indicadores se recomienda analizar una muestra representativa de un mínimo de 50 peces. Para impulsar las mejoras es necesario establecer una serie de objetivos.

Indicadores de consciencia

Es difícil determinar de forma fiable si un pez está inconsciente (y, por lo tanto, si el aturdimiento ha sido eficaz) en el matadero (se necesitarían electroencefalografías, y estas solo pueden ser realizadas en laboratorio). No obstante, es importante asegurarse de que no haya muestras de consciencia después del aturdimiento. Si se observa alguna de las siguientes señales, es posible que el aturdimiento no haya sido eficaz. En caso de duda, si no se está seguro de si un pez está o no inconsciente, hay que repetir el proceso de aturdimiento o utilizar un método complementario alternativo.

Señales de un aturdimiento no efectivo	Comentario	Las señales son aplicables a los siguientes métodos
Respiración	Un movimiento regular del opérculo indica que el pez puede estar consciente.	Todos
Movimiento ocular	El reflejo vestíbulo-ocular (RVO) (<i>movimiento ocular</i>) hace referencia al movimiento de los ojos cuando el pez se mueve. Si el pez está consciente, sus ojos rotan dorsoventralmente cuando se gira de lado a lado.	Todos
Comportamiento coordinado	Un comportamiento coordinado, como nadar o intentar escapar, indica que el pez está consciente.	Todos
Respuesta conductual a un pinchazo en la cola	Una respuesta conductual, como alejarse del estímulo, indica que es probable que el pez esté consciente.	Todos
Capacidad para recuperar el equilibrio	Si un pez es capaz de recuperar el equilibrio después de ser invertido en el agua, es probable que esté consciente.	Todos

Exención de responsabilidad

Incorporaremos nueva información científica relativa al sacrificio humanitario de los peces en las próximas versiones de estos recursos. Estas investigaciones podrían alterar nuestro entendimiento de las prácticas establecidas en la actualidad. Última actualización: noviembre de 2018.

REFERENCIAS

- ¹ Chandroo KP, Duncan IJH, Moccia RD. Can fish suffer?: Perspectives on sentience, pain, fear and stress. *Appl Anim Behav Sci.* 2004;86(3-4):225-250. doi:10.1016/j.applanim.2004.02.004
- ² OIE. *Aquatic Animal Health Code* - 21st Edition. 17th ed.; 2018.
- ³ EFSA. *Welfare of Farmed Fish: Common Practices during Transport and at Slaughter.*; 2017. https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/animals/docs/aw_platform_20180621_pre-06.pdf
- ⁴ Skjervold PO, Skjervold PO, Fjæra SO, et al. Live chilling and crowding stress before slaughter of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture.* 2001;192:265-280.
- ⁵ Sigholt T, Erikson U, Rustad T, Johansen S, Nordtvedt TS, Seland A. Handling Stress and Storage Temperature Affect Meat Quality of Farmed-raised Atlantic Salmon (*Salmo Salar*). *J Food Sci.* 1997;62(4):898-905. doi:10.1111/j.1365-2621.1997.tb15482.x
- ⁶ Wedemeyer G. Transportation and handling. In: Barton WP& BA, ed. *Principles of Salmonid Culture.* Amsterdam: Elsevier; 1996:727-758.
- ⁷ RSPCA. RSPCA welfare standards for farmed Atlantic salmon. 2018.
- ⁸ Noble C, Kadri S, Mitchell DF, Huntingford FA. Growth, production and fin damage in cage-held 0+ Atlantic salmon pre-smolts (*Salmo salar* L.) fed either a) on-demand, or b) to a fixed satiation-restriction regime: Data from a commercial farm. *Aquaculture.* 2008; v. 275(1-4):163-168-2008 v.275 nos.1-4. doi:10.1016/j.aquaculture.2007.12.028
- ⁹ Humane Slaughter Association. Humane Harvesting of Fish. 2014.
- ¹⁰ RSPCA. RSPCA welfare standards for farmed Atlantic salmon. *RSPCA Welf Stand Farmed Atl Salmon.* 2015;(September):1-80. doi:10.1111/jfb.12677
- ¹¹ EFSA. Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare on a request from the European Commission on welfare aspect of the main systems of stunning and killing of farmed Atlantic salmon. *EFSA J.* 2009;(1012):1-77.
- ¹² Farm Animal Welfare Committee (FAWC). Opinion on the Welfare of Farmed Fish at the Time of Killing. 2014:1-36.
- ¹³ Erikson U, Gansel L, Frank K, Svendsen E, Digre H. Crowding of Atlantic salmon in net-pen before slaughter. *Aquaculture.* 2016;465:395-400. doi:10.1016/j.aquaculture.2016.09.018
- ¹⁴ Roth B, Slinde E, Robb DHF. Percussive stunning of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and the relation between force and stunning. *Aquac Eng.* 2007;36(2):192-197. doi:10.1016/j.aquaeng.2006.11.001
- ¹⁵ Lambooij E, Grimsbø E, de Vis JW van, Reimert HGM, Nortvedt R, Roth B. Percussion and electrical stunning of Atlantic salmon (*Salmo salar*) after dewatering and subsequent effect on brain and heart activities. *Aquaculture.* 2010;300(1-4):107-112. doi:10.1016/j.aquaculture.2009.12.022
- ¹⁶ IBF, VetEffect, Wageningen University, (SANTE) RC for the ECDH and FS. Welfare of farmed fish: Common practices during transport and at slaughter. 2017.
- ¹⁷ Robb DH., Roth B. Brain activity of Atlantic salmon (*Salmo salar*) following electrical stunning using various field strengths and pulse durations. *Aquaculture.* 2003;216(1-4):363-369. doi:10.1016/S0044-8486(02)00494-5

- ¹⁸ Robb DH, Wotton SB, McKinstry JL, Sørensen NK, Kestin SC. Commercial slaughter methods used on Atlantic salmon: determination of the onset of brain failure by electroencephalography. *Vet Rec.* 2000;147(11):298-303. doi:10.1136/vr.147.11.298
- ¹⁹ van de Vis H,, Kestin S, Robb D, *et al.* Is humane slaughter of fish possible for industry? *Aquac Res.* 2003;34(3):211-220.
- ²⁰ Kestin SC, van de Vis JW, Robb DHF. Protocol for assessing brain function in fish and the effectiveness of methods used to stun and kill them. *Vet Rec.* 2002;150(10):302-307. doi:10.1136/vr.150.10.302
- ²¹ Lines JA, Robb DH, Kestin SC, Crook SC, Benson T. Electric stunning: A humane slaughter method for trout. *Aquac Eng.* 2003;28(3-4):141-154. doi:10.1016/S0144-8609(03)00021-9
- ²² Kestin S, Wotton S, Adams S. The effect of CO₂, concussion or electrical stunning of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) on fish welfare. *Qual Aquac.* 1995;Special Pu(23):380-381.
- ²³ Retter K. Untersuchung zur Elektrobetäubung von Karpfen (*Cyprinus carpio* L.). 2014.
- ²⁴ Robb DHF, Kestin SC. Methods used to kill fish: Field observations and literature reviewed. *Anim Welf.* 2002;11:269-292.
- ²⁵ van de Vis H, Abbink W, Lambooy B, Bracke M. *Stunning and Killing of Farmed Fish: How to Put It into Practice?* Vol 3. Elsevier Ltd.; 2014. doi:10.1016/B978-0-12-384731-7.00199-9
- ²⁶ Lines J, Kestin S. Electrical stunning of fish: the relationship between the electric field strength and water conductivity. *Aquaculture.* 2004; 241(1-4):219-234. doi:10.1016/j.aquaculture.2004.07.023
- ²⁷ Erikson U. Live chilling and carbon dioxide sedation at slaughter of farmed Atlantic salmon: A description of a number of commercial case studies. *J Appl Aquac.* 2008;20(1):38-61. doi:10.1080/10454430802022078
- ²⁸ Robb DHF, O'Callaghan M, Lines JA, Kestin SC. Electrical stunning of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Factors that affect stun duration. *Aquaculture.* 2002;205(3-4):359-371. doi:10.1016/S0044-8486(01)00677-9
- ²⁹ Ashley PJ. Fish welfare: Current issues in aquaculture. *Appl Anim Behav Sci.* 2007;104(3-4):199-235. doi:10.1016/j.applanim.2006.09.001
- ³⁰ Farm Animal Welfare Council. Opinion on the Welfare of Farmed Fish at the Time of Killing. *Farm Anim Welf Com FAWC.* 2014;(May):1-36.
- ³¹ EFSA. Opinion of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare on a request from the Commission related to welfare aspects of the main systems of stunning and killing the main commercial species of animals. *Assessment.* 2004:1-25. doi:10.2903/j.efsa.2004.122
- ³² Lines JA, Spence J. Humane harvesting and slaughter of farmed fish. *Rev sci tech Off int Epiz.* 2014.
- ³³ HSA. *Humane Harvesting of Fish.*; 2016. <https://www.hsa.org.uk/downloads/publications/harvestingfishdownload-updated-with-2016-logo.pdf>.