

Informe sobre la viabilidad de implementar el aturdimiento previo al sacrificio en dorada y lubina

Animal Welfare Education Centre

Barcelona, 2024

Autores: Larrondo, C., Mainau, E. & Llonch, P.

Cita: Animal Welfare Education Centre (AWEC). 2024. Informe sobre la viabilidad de implementar el aturdimiento previo al sacrificio en dorada y lubina.

Financiación: Este informe fue encargado por el Observatorio de Bienestar Animal (OBA). El financiador ha intervenido en el diseño y recopilación de datos del informe.

Reproducción del contenido. Este documento y su contenido están protegidos por la Ley de Propiedad Intelectual y demás leyes aplicables. Todos los derechos están reservados al Observatorio de Bienestar Animal (OBA). Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, distribuida, o transmitida en cualquier forma o por cualquier medio, incluyendo fotocopia, grabación u otros métodos electrónicos o mecánicos, sin el permiso previo por escrito del titular de los derechos de autor, salvo en los casos permitidos por ley.

A menos que se indique lo contrario, este trabajo está licenciado bajo una *Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)*. Esta licencia permite a otros descargar las obras y compartirlas con otros siempre que otorguen los créditos apropiados, se proporcione un enlace a la licencia y se indique si se realizaron cambios, pero no pueden alterar de ninguna manera ni usarlas con fines comerciales. Además, no se permite la creación de obras derivadas basadas en el trabajo original.

Los autores y Observatorio de Bienestar Animal (OBA) no se hacen responsables de ningún uso que pueda hacerse del contenido de esta publicación o de las consecuencias que puedan derivarse de su uso.

ÍNDICE

Tablas	iv
Figuras	iv
Cajas	iv
Glosario	v
Resumen ejecutivo	vi
1. PREÁMBULO.	1
2. BIENESTAR ANIMAL EN PECES Y EFECTO DEL ATURDIMIENTO PREVIO AL SACRIFICIO.	2
3. CONTEXTO LEGAL Y RECOMENDACIONES EN LA UNIÓN EUROPEA Y ESPAÑA.	3-8
3.1 Ámbito internacional.	3
3.2 Legislación de la UE y recomendaciones.	3-4
3.3 Legislación en España y recomendaciones.	5-7
3.4 Certificaciones.	7-8
4. FASES DEL PROCESO PREVIO AL SACRIFICIO: PUNTOS QUE PUEDEN AFECTAR AL BIENESTAR ANIMAL Y LA CALIDAD DEL PRODUCTO.	8-9
5. MÉTODOS DE ATURDIMIENTO Y SACRIFICIO.	9-16
5.1 Métodos de sacrificio sin aturdimiento.	10-13
5.1.1 Desangrado directo.	10-11
5.1.2 Enfriamiento.	11-12
5.1.3 Asfixia en aire.	12-13
5.1.4 Destrucción cerebral.	13
5.2 Métodos de aturdimiento.	13-15
5.2.1 Eléctrico.	13-14
5.2.2 Mecánico.	14
5.2.3 Gases.	14-15
5.2.4 Anestésicos.	15

5.3 Indicadores de insensibilidad en peces.	16
6. EQUIPAMIENTOS DE ATURDIMIENTO EN DORADA Y LUBINA.	16-23
6.1 Sistemas de aturdimiento disponibles en el mercado.	17-19
6.1.1 Aturdimiento eléctrico húmedo.	17
6.1.2 Aturdimiento eléctrico en seco.	18-19
6.1.3 Aturdimiento por percusión.	19
6.2 Maquinaria complementaria a los aturdidores: equipos de bombeo.	20
6.3 Implementación de los equipamientos de aturdimiento en dorada y lubina en España.	20-23
6.3.1 Aturdimiento eléctrico húmedo.	20-22
6.3.2 Aturdimiento eléctrico en seco.	22-23
7. CONCLUSIONES.	24
8. REFERENCIAS.	25-31

Tablas

1 Estándares de las certificaciones en peces de acuicultura relativos al aturdimiento, especies a las que aplican y medidas que utilizan para proteger el bienestar animal durante el procedimiento.	8
2 Principales métodos de sacrificio sin aturdimiento utilizados a nivel comercial en dorada y lubina, mostrando su efecto sobre el comportamiento, tiempo a la pérdida de respuesta a estímulos, consciencia o muerte y calidad del producto.	10
3 Temperatura ambiental (mínima, máxima, media y desviación estándar, °C) de 41 instalaciones en tierra o en mar donde está operando el aturdidor eléctrico húmedo de Ace Aquatec (A-HSU).	22

Figuras

1 Sacrificio humanitario en peces. Intervalo de tiempo entre aturdimiento y sacrificio, duración de la inconsciencia y muerte.	2
2 Cronograma del marco legal a nivel UE, español e internacional en bienestar de peces, mostrando en negrita las normas legalmente vinculantes.	7
3 Croquis del tubo de aturdimiento eléctrico húmedo instalado en tierra (A) o en el barco (B).	17
4 Máquina de aturdimiento eléctrico en seco.	18
5 Aturdidor de SmileFish (izquierda) y un detalle de su instalación en el barco (derecha).	19
6 Aturdidor por percusión para salmón.	19
7 Bombas de succión.	20
8 Ejemplo de aturdidor eléctrico en tubo instalado en un barco.	21
9 Aturdidor de Optimar con la unidad de deshidratación (derecha) usada en las costas de Turquía para aturdir doradas y lubinas.	23

Cajas

1 Fases del proceso previo al sacrificio.	9
2 Indicadores de comportamiento para evaluar la insensibilidad en peces posterior al aturdimiento.	16
3 Aturdimiento eléctrico húmedo.	17
4 Aturdimiento eléctrico en seco I.	18
5 Aturdimiento eléctrico en seco II.	19
6 Aturdimiento por percusión.	19
7 Conclusiones.	25

Glosario

ASC	<i>Aquaculture Stewardship Council</i>
BAP	<i>Best Aquaculture Practices</i>
CE	Comisión Europea
DS	Desviación estándar
CO ₂	Dióxido de carbono
EEG	Electroencefalograma
EFSA	Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (<i>European Food Safety Authority</i>)
FoS	<i>Friend of the Sea</i>
MAPA	Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España
N ₂	Nitrógeno
OMSA	Organización Mundial de Sanidad Animal
O ₂	Oxígeno
REV	Respuesta visual evocada
RVO	Reflejo vestíbulo ocular
RSPCA	<i>Royal Society for the Protection of Cruelty to Animals</i>
UE	Unión Europea

Resumen ejecutivo

Existe una clara evidencia científica que los peces (incluidas la dorada y la lubina) son seres conscientes y sintientes, es decir, son capaces de experimentar dolor, miedo y estrés. A pesar de esto, no tienen una legislación específica en términos de bienestar animal a nivel de la Unión Europea. El futuro marco legislativo debe considerar aspectos de bienestar especie-específicos, debido a las marcadas diferencias anatómicas, ecológicas y adaptativas de las especies criadas en acuicultura. Actualmente, existen recomendaciones y guías de buenas prácticas enfocadas a mejorar el bienestar de la dorada y la lubina en diferentes estadios de la producción, siendo el sacrificio uno de los momentos más importantes a considerar. Se constata que las doradas y lubinas sacrificadas sin aturdimiento (desangrado directo, enfriamiento y asfixia en aire) muestran comportamientos indicativos de estrés y sufrimiento, tardando entre 7,5 y 34 min. en perder la consciencia según la especie. Así pues, aunque en dorada y lubina la muerte en agua con hielo sea el método más común, se recomienda aplicar un aturdimiento efectivo previo que provoque una rápida pérdida de la consciencia y así evitar el sufrimiento. Las principales técnicas de aturdimiento son: eléctrico, mecánico, gases o anestésicos. El aturdimiento eléctrico en agua o en seco ha sido probado con éxito en granjas de dorada y lubina localizadas en el Mar Mediterráneo, mostrando buenos resultados en bienestar animal para ambas especies. Sin embargo, sería necesario realizar estudios técnicos de ingeniería, condiciones climatológicas y marinas para adaptar la maquinaria disponible a las condiciones específicas de las granjas españolas mediterráneas.

1. PREÁMBULO

Este informe analiza la aplicabilidad del aturdimiento en dorada y lubina en condiciones comerciales en España. Ambas son dos de las especies criadas en mayor volumen en la acuicultura española. El documento se divide en cinco partes, que evalúan la aplicabilidad de las tecnologías utilizadas para aturdir las.

La primera parte del documento describe el impacto del momento del sacrificio sobre el bienestar animal. El bienestar de los peces implica reconocer que son seres sintientes. El aturdimiento previo al sacrificio es crucial para evitar sufrimiento durante el proceso, asegurando una rápida pérdida de consciencia y minimizando el miedo, dolor y estrés asociados al mismo.

Seguidamente, se analiza la normativa y certificaciones en bienestar animal. Hasta la fecha, la legislación nacional e internacional sobre bienestar en peces, especialmente respecto al aturdimiento previo al sacrificio, está aún en desarrollo. La Unión Europea (UE) los reconoce como seres sintientes, exigiendo respetar su bienestar. A nivel nacional, se aplica la normativa europea y se promueve el bienestar animal en la acuicultura, sin embargo, no existe todavía normativa específica en materia de bienestar en peces. Las principales certificaciones para los productos de la acuicultura incluyen requisitos para el aturdimiento humanitario de los peces.

En tercer lugar, se describe el proceso de sacrificio, desde el ayuno hasta la muerte del animal, mencionando cómo las fases previas al sacrificio en peces pueden influir significativamente en su bienestar y la calidad del producto final. El ayuno, esencial para vaciar el sistema digestivo, no debe exceder los períodos recomendados para evitar estrés y pérdida de peso. Altas densidades en las instalaciones acuícolas pueden aumentar el estrés y disminuir el oxígeno, mientras que el proceso de captura puede ser estresante, afectando la calidad del producto.

En el cuarto punto, se explican los distintos métodos de sacrificio, aturdimiento e indicadores de pérdida de la consciencia disponibles para peces de acuicultura. El sacrificio sin aturdimiento previo es común en el sector, pero no se considera humanitario por provocar un gran sufrimiento antes de que pierdan la consciencia. Entre los métodos de sacrificio se encuentran el desangrado directo, enfriamiento en agua con hielo y asfixia en aire. En el caso del aturdimiento eléctrico, permite el sacrificio humanitario al inducir la inconsciencia rápidamente.

Por último, la parte final del informe identifica tecnologías aplicables en sistemas comerciales que pueden ser utilizadas para aturdir doradas y lubinas. Con el fin de implementarlas en las granjas españolas, por lo que se anima a las empresas productoras a hacer pruebas piloto o adaptar la tecnología al contexto de cada granja para su buen funcionamiento.

2. BIENESTAR ANIMAL EN PECES Y EFECTO DEL ATURDIMIENTO PREVIO AL SACRIFICIO

La sintiencia, definida como la capacidad de un individuo de experimentar emociones, tanto positivas como negativas, involucra cierto nivel de consciencia y de poseer habilidades cognitivas, así como la presencia de estructuras anatómicas encargadas de estas funciones (Broom, 2014, 2016a, 2016b). Estas capacidades han sido ampliamente demostradas en animales domésticos (Cornish et al., 2016), existiendo aún debate en torno a la sintiencia en peces debido principalmente a diferencias en sus estructuras cerebrales (Cottee, 2012; Rose, 2002; Rose et al., 2014).

Sin embargo, se ha demostrado que pueden experimentar emociones negativas tales como el miedo y el dolor. Esto se debe a que poseen las estructuras anatómicas necesarias para procesarlas (Broom, 2016b), cambiando su comportamiento y actividad a nivel cerebral cuando se ven enfrentados a situaciones negativas (Sneddon, 2003, 2011; Daskalova et al., 2016; Roques et al., 2012). Teniendo en cuenta esta capacidad para sentir, es necesario proteger el bienestar de los peces en los sistemas de producción. No solamente es importante su salud física, nutrición y el ambiente donde se crían (Ashley, 2007; Sánchez-Suárez et al., 2020), sino también evitar el estrés y dolor derivados de prácticas de manejo inadecuadas y a lo largo del ciclo productivo, incluido el proceso de sacrificio (Boaru et al., 2022; Roth et al., 2009).

Así pues, uno de los pasos más importantes para promover el bienestar de los peces es la aplicación del sacrificio humanitario. Consiste en realizar un aturdimiento previo para provocar la inconsciencia. El principal objetivo es lograr una inmediata o rápida pérdida de la consciencia (<1 segundo) antes de la muerte (Figura 1), evitando el miedo, ansiedad, dolor y estrés durante el procedimiento (Brijs et al., 2021; López-Cánovas et al., 2020). Aturdir a los peces previo al sacrificio, no solamente permite prevenir el sufrimiento, sino que además tiene efectos positivos sobre la calidad del producto. Numerosos estudios han demostrado como la inducción a la inconsciencia inmediata antes del sacrificio reporta mejoras en la calidad de la carne en distintas especies de pescado (Oliveira Filho et al., 2015; Poli et al., 2005).

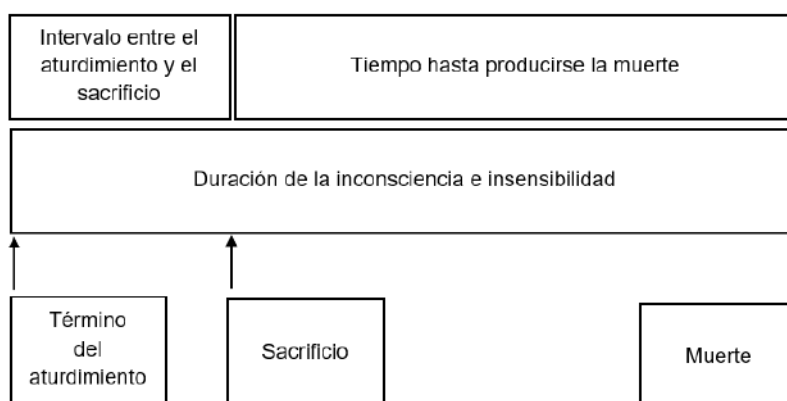


Figura 1. Sacrificio humanitario en peces. Intervalo de tiempo entre aturdimiento y sacrificio, duración de la inconsciencia y muerte (adaptado de EFSA, 2004).

3. CONTEXTO LEGAL Y RECOMENDACIONES EN LA UNIÓN EUROPEA Y ESPAÑA

3.1. Ámbito internacional

La legislación nacional e internacional asociada al bienestar animal en peces, y en particular al aturdimiento previo al sacrificio, se encuentra en un estado de desarrollo inicial, en contraste con la disponible para animales de granja terrestres ([Policias, 2023](#)). Esto puede deberse, en parte, a que la demostración de la sintiencia en peces ha llegado más tarde que en otras especies de animales domésticos ([Brown, 2015](#)). Además, la alta diversidad y número de especies acuícolas dificulta la publicación de recomendaciones y/o legislaciones en este área ([Stien et al., 2020](#)). Actualmente, el marco legal está basado principalmente en recomendaciones de aplicación voluntaria y pautas de manejo generales, es decir, no específicas por especie. Según los expertos de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria ([EFSA, 2009a, 2009b](#)) éste debe considerar aspectos de bienestar específicos para cada especie acuícola, debido a sus marcadas diferencias anatómicas, ecológicas y adaptativas.

La Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA) dicta recomendaciones internacionales para el bienestar de los peces en acuicultura, directrices que se encuentran en el Código Sanitario para los Animales Acuáticos ([OMSA, 2022](#)). En el Capítulo 7.3 del Código se detallan las recomendaciones para el bienestar durante el aturdimiento y el sacrificio de los peces destinados a consumo humano, mencionando que deben ser aturdidos previo al sacrificio y que el método de aturdimiento debe asegurar la pérdida inmediata e irreversible de la consciencia. Destaca el mantenimiento regular de los equipos utilizados, así como la necesidad de uno adicional de aturdimiento, como alternativa a una eventual disfunción del principal. Además, señala que todas las personas involucradas en estas operaciones deben ser competentes, tener experiencia y conocer el comportamiento de los animales. Por tanto, es fundamental su formación en aspectos de bienestar de peces y seguridad laboral al aplicar los métodos de aturdimiento y sacrificio.

En el Artículo 7.3.6 del Código, se abordan los métodos de aturdimiento y sacrificio para peces, recomendando el aturdimiento mecánico o el eléctrico en función de la especie. Los métodos de sacrificio sin aturdimiento previo, como el uso de CO₂ en agua, baños de sal o amonio, asfixia, desangrado directo, entre otros, no son recomendados por la OMSA, debido a la posibilidad de producir sufrimiento antes de la pérdida de la consciencia.

3.2. Legislación y recomendaciones de la UE

La legislación de la UE reconoce a los animales (incluidos peces) como seres sintientes, destacando la necesidad de proteger su bienestar. De esta forma, en

materia de acuicultura, se deben cumplir las exigencias en bienestar animal, respetando a la vez las diferencias legales, administrativas y de costumbres y/o morales de los Estados Miembro (UE, 2010). La [Directiva 98/58/CE](#) de la Comisión Europea (CE) menciona que *“el propietario o criador debe garantizar que los animales no padezcan dolor, sufrimiento ni daños inútiles”*.

La EFSA asiste a la Comisión aportando evidencias científicas para la redacción de normativas, por ejemplo, la opinión científica publicada en relación a los métodos de sacrificio y aturdimiento en animales destinados a consumo humano, incluidos los peces. En este informe, se concluye que para un número considerable de especies de peces de acuicultura faltan métodos que logren una muerte humanitaria, y que además varios de los disponibles no son considerados humanitarios por producir sufrimiento en los animales (EFSA, 2004).

Posteriormente, otra opinión científica relacionada con el bienestar durante el aturdimiento y sacrificio de dorada (*Sparus aurata*) y lubina (*Dicentrarchus labrax*) reconoce la necesidad de abordar el bienestar en ambas especies de manera independiente y asegurarlo para cada etapa del ciclo de vida. Además, describe cómo todos los métodos de sacrificio usados (asfixia, enfriamiento en hielo y enfriamiento en una mezcla de hielo y agua) impactan negativamente en el bienestar de los peces, debido a que el manejo previo y/o durante el sacrificio implica exponerlos al aire durante periodos de tiempo variables. Por lo tanto, concluye la urgencia de implementar métodos de aturdimiento efectivos a nivel comercial, basados en conocimientos científicos, que logren la inconsciencia sin dolor ni sufrimiento en el momento del sacrificio (EFSA, 2009a, 2009b; de la Rosa et al., 2021).

En el año 2017, la CE estableció un grupo de expertos y miembros de los principales grupos de interés en relación al bienestar de los animales de producción, creando la Plataforma de Bienestar Animal (CE, 2020). Dicha plataforma tiene entre sus objetivos asistir a la Comisión, contribuyendo a la implementación y aplicación de la legislación de bienestar animal, fomentando el diálogo entre autoridades competentes, empresas, científicos y organizaciones intergubernamentales sobre temas relacionados con esta materia.

A nivel legislativo, el [Consejo de Europa \(2005\)](#) aprobó una serie de recomendaciones para proteger el bienestar de los peces de acuicultura, tomando en consideración la evidencia científica y práctica, con el objetivo de evitarles dolor, sufrimiento y lesiones innecesarios, asegurando su bienestar y salud. En 2010, la Recomendación relativa a los peces en explotaciones acuícolas (UE, 2010) reconoció a los peces como seres capaces de experimentar dolor y estrés, recomendando *“criarlos sin que sufran efectos perjudiciales sobre sus condiciones de vida, incluida su salud, y teniendo en cuenta los conocimientos científicos sobre sus características biológicas, las experiencias prácticas disponibles y los sistemas utilizados para la cría”*.

De forma más específica, el [Reglamento N° 1099/2009](#) del Consejo de la UE, relativo a la protección de los animales al momento de la matanza, menciona que *“los explotadores de empresas o cualquier persona implicada en la matanza de animales deben adoptar las medidas necesarias para evitar el dolor y reducir al mínimo la angustia y el sufrimiento de los animales durante los procesos de sacrificio o matanza”*. Además, señala que la protección de los animales durante la matanza es materia de interés público, pudiendo afectar la percepción de los consumidores y que mejoras en este procedimiento tienen un impacto positivo en la calidad de la carne; similar a lo descrito en la [Estrategia de la granja a la mesa](#). Sin embargo, el citado Reglamento establece que las investigaciones en el área del aturdimiento en peces están aún en desarrollo, por lo que la norma se aplica de manera parcial para estos animales acuáticos ([Consejo, 2009](#)).

En 2021, se publicaron las [“Directrices en calidad de agua y manejo para el bienestar de los peces vertebrados de producción”](#) donde se mencionan aspectos relevantes para su bienestar de peces, como minimizar la exposición al aire durante el manejo previo y sacrificio. Sin embargo, estas directrices son genéricas para la acuicultura y no incluyen información específica para la dorada y lubina ([Marinou, 2020](#); [Policias, 2023](#)).

3.3. Legislación y recomendaciones españolas

Debido a la adhesión de España al [Convenio para la Protección de los Animales en Explotaciones Ganaderas](#), que comenzó a regir el 6 de noviembre de 1988, España debe adherirse a todas las directrices del Consejo de Europa sobre el bienestar animal. La normativa establecida en la UE es de obligado cumplimiento para todos los Estados Miembro, aunque estos pueden aplicar una más estricta para su territorio. En el caso de España, carece de un marco específico de bienestar en acuicultura, más allá de lo establecido a nivel europeo. Se regulan aspectos como la ordenación de la actividad pesquera y acuícola, el acceso al agua, el control de las explotaciones, y la sanidad y el bienestar animal. En este último aspecto, la mayor parte de la normativa se centra en aspectos sanitarios, focalizándose en la prevención de enfermedades, así como la regulación de tratamientos. Ejemplos de esta normativa son el [Reglamento \(UE\) 2016/429](#), que establece los requisitos zoonosológicos para la prevención y control de enfermedades de los animales acuáticos, y que fue transpuesta por el [Real Decreto 1590/2009](#). Referente a los requisitos sanitarios durante el transporte, el [Real Decreto 1082/2009](#) regula el transporte de animales, incluidos los de instalaciones de acuicultura continental.

En lo concerniente al transporte, los peces están sujetos a la normativa europea sobre transporte animal, según el [Reglamento 1/2005](#), el cual establece que todo traslado de peces debe contar con las debidas autorizaciones por parte de los veterinarios oficiales. Asimismo, los transportistas deben completar cursos de capacitación en

bienestar animal antes de emprender el viaje, los vehículos destinados al transporte de peces deben ser diseñados específicamente para esta función, y se debe planificar el itinerario para evitar demoras que puedan retrasar la llegada de los peces a su destino final. Esta normativa se aplica desde 2016 en España a través del [Real Decreto 542/2016](#), que regula las normas mínimas de protección animal durante el transporte. El texto regula específicamente la autorización y registro de transportistas, así como de medios de transporte y contenedores, la documentación necesaria durante el transporte, y las obligaciones de los transportistas, así como su formación.

En lo que respecta al sacrificio, el [Reglamento 1099/2009](#), mencionado anteriormente, brinda protección a los peces durante este proceso, asegurando que durante la matanza y actividades relacionadas los animales no sufran dolor, angustia o sufrimiento evitables. Aunque la normativa no detalla métodos específicos para sacrificar peces, queda claro que cualquier método empleado no debe causarles sufrimiento. Si bien hace 10 años la cantidad de literatura científica era todavía incipiente, a día de hoy existen evidencias suficientes para asegurar un aturdimiento efectivo, lo que hace factible su aplicación en operaciones comerciales. Dada la diversidad de especies utilizadas en acuicultura, es difícil establecer conclusiones definitivas para cada una, por lo que las regulaciones actuales se centran en el principio fundamental de evitar el sufrimiento innecesario en los peces.

Dentro del mismo marco regulatorio que aborda la protección durante el sacrificio, la EFSA trabaja en elaborar informes para orientar las posibles modificaciones que requiera dicho reglamento en lo concerniente al sacrificio de peces. Hasta la fecha, ha producido nueve informes u opiniones científicas sobre las acciones que la UE debería emprender para mejorar el bienestar de diversas especies acuícolas, tales como el salmón atlántico, la carpa, la dorada, la lubina, el rodaballo, la anguila, el atún y la trucha arcoíris, además de uno enfocado en el sacrificio y la matanza de peces en general.

La ordenación y gestión de la acuicultura en España es competencia exclusiva de las Comunidades Autónomas. Cada comunidad cuenta con normativa específica para gestionar y regular la actividad acuícola, ya sea en forma de ley o decreto, recogidas en la [página web](#) del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). Esta normativa abarca los requisitos necesarios para la autorización, seguimiento y control de los establecimientos de acuicultura, incluyendo los requisitos de control oficial sanitario y bienestar animal.

Además de la normativa, existen otras herramientas como las guías de buenas prácticas, que si bien no son de obligado cumplimiento, establecen las directrices para conseguir una mejora del bienestar en la acuicultura. La [Guía sobre el Bienestar de los Peces en la Acuicultura Española](#), desarrollada en colaboración con la Asociación Empresarial de Acuicultura de España (APROMAR), organizaciones de bienestar

animal, personal científico y el MAPA, da recomendaciones para mejorar el bienestar animal de las especies de peces más producidas en España. Actualmente, existen tres volúmenes. El primero aborda los conceptos y generalidades del bienestar animal en peces, mientras que los siguientes desarrollan las recomendaciones específicas para la cría de [doradas](#) y [lubinas](#), respectivamente.

Uno de los aspectos incluidos en las guías son precisamente las recomendaciones para asegurar el bienestar animal durante el sacrificio, el cual debe ser humanitario, libre de dolor y sufrimiento. Se expone el procedimiento necesario para desarrollar el sacrificio, empezando por el ayuno, el transporte mediante bombas o redes con grúas, y finalmente el sacrificio. Si bien se establece que la muerte en agua con hielo sin aturdimiento es común, se recomienda aplicar un aturdimiento efectivo previo para lograr una rápida pérdida de consciencia y así evitar el sufrimiento. Las técnicas de aturdimiento incluyen la electrocución y la percusión, dependiendo de la especie, tamaño y sistema de producción.



Figura 2. Cronograma del marco legal a nivel UE, español e internacional en bienestar de peces, mostrando en negrita las normas legalmente vinculantes (AWEC, 2024).

3.4. Certificaciones

Las certificaciones tienen por objetivo garantizar la calidad de los productos de origen animal, a través de la trazabilidad y aseguramiento de prácticas de producción éticas y sostenibles. En este sentido, existen diversas certificaciones para la industria acuícola, las cuales incluyen aspectos medioambientales, de calidad alimentaria y de bienestar animal. Las certificaciones que incluyen aspectos del aturdimiento previo al sacrificio en peces y que operan en España son: Aquaculture Stewardship Council ([ASC](#)), Best Aquaculture Practices ([BAP](#)), Friend of the Sea ([FoS](#)), [Global G.A.P.](#) y la Royal Society for the Protection of Cruelty to Animals ([RSPCA](#)). De acuerdo con las Memorias de Sostenibilidad de APROMAR, publicadas en [2021](#) y [2022](#), alrededor del 87% del volumen producido por sus empresas cuentan con algún sello de certificación

en el ámbito medioambiental, mientras que un 99% en el de calidad alimentaria. Sin embargo, surgen dudas acerca de si estos sellos medioambientales y de calidad alimentaria incluyen aspectos de aturdimiento previo al sacrificio, como sí lo hacen las certificadoras antes mencionadas.

Los estándares de estas certificaciones mencionan que el aturdimiento en peces debe ser eficaz, teniendo en cuenta su bienestar. Incluyen recomendaciones para mejorar el bienestar de los peces, como eliminar el uso de métodos de sacrificio no humanitarios (hielo o asfixia), sustituyéndolos por los permitidos (aturdimiento eléctrico o mecánico). Además, especifican que el personal de la granja debe estar capacitado (Tabla 1).



Aplica a dorada y lubina.	✓		✓	✓	
Aturdimiento obligatorio previo al sacrificio, eficaz, rápido (<1 s) y con dolor y estrés mínimos.	✓	✓	✓	✓	✓
Formación del personal en bienestar animal, proceso de sacrificio y manejo.	✓	✓	✓	✓	✓
Protocolo escrito para el aturdimiento y sacrificio.	✓		✓		
Responsable del bienestar de peces durante el proceso de sacrificio.	✓		✓		✓
Se desaconseja usar hielo o asfixia si existe un método efectivo para la especie.				✓	
Se prohíbe el aturdimiento eléctrico en seco.					✓

Tabla 1. Estándares de las certificaciones en peces de acuicultura relativos al aturdimiento, especies a las que aplican y medidas que utilizan para proteger el bienestar durante el procedimiento (ASC, BAP, Friend of the Sea, Global G.A.P., RSPCA, 2024).

4. FASES DEL PROCESO PREVIO AL SACRIFICIO: PUNTOS QUE PUEDEN AFECTAR AL BIENESTAR ANIMAL Y LA CALIDAD DEL PRODUCTO

Las etapas previas al sacrificio pueden tener un gran impacto en el bienestar animal de los peces y en la calidad final del producto (Bagni et al., 2007). Es esencial minimizar el estrés durante el manejo previo al sacrificio, debido a que los peces son sometidos a factores que pueden alterar su bienestar, tales como el ayuno por tiempos variables, la concentración o hacinamiento en densidades altas y tiempos prolongados, y el despesque o captura. En este sentido, el personal que realiza cada una de estas labores debe estar capacitado, y las etapas deben estar correctamente sincronizadas entre sí y con el posterior sacrificio de los peces, para evitar posibles retrasos a lo largo del proceso (Ashley et al., 2007; EFSA, 2009b; Lines & Spence, 2014).

1) AYUNO

- Se realiza para vaciar el sistema digestivo de los peces antes del sacrificio, reduciendo las heces en tanques y jaulas y la cantidad de oxígeno que los peces utilizan. Depende de la temperatura del agua y de la especie en cuestión, no recomendándose su duración más de cinco días (Poli et al., 2005; EFSA, 2009b; Lines & Spence, 2014).
- Prolongar el tiempo de ayuno carece de beneficios para los peces, ya que aumenta el estrés, afecta su sistema inmune e incrementa la probabilidad de que enfermen en este periodo. Del mismo modo, ayunos prolongados conllevan el uso de las reservas energéticas de los peces, provocando pérdidas de peso que afectan al producto final (Ashley et al., 2007).

2) CONCENTRACIÓN

- Puede ser un factor de riesgo para el bienestar, principalmente cuando esta etapa se lleva a cabo con densidades muy altas. En lubina y dorada, una concentración alta en superficie (ej., 400 kg/m³), reduce la cantidad de oxígeno en agua, aumentando los indicadores fisiológicos de estrés (cortisol, glucosa y lactato) y promoviendo conductas de escape, las cuales se incrementan a medida que el tiempo de concentración se prolonga.
- La concentración reportada en granjas de lubina y dorada se estima alrededor de los 250 kg/m³. En ambas especies, bajas densidades durante la concentración favorecen un sacrificio rápido, en contraste con altas densidades (Poli et al., 2005; Bagni et al., 2007; EFSA 2009b).

3) DESPESQUE

- Es una de las etapas más estresantes para los peces antes del sacrificio, ya que habitualmente son capturados y retirados del agua con redes o bombas, las cuales aumentan la densidad y contacto entre los peces. Al ser retirados del agua se produce asfixia, aumentando las conductas de nado vigoroso e intentos de escape.
- En ocasiones, es necesario volver a capturarlos, lo que conlleva exponerlos al aire por tiempos prolongados, usando los animales sus reservas de energía y pudiendo afectar la calidad del producto final. En esta etapa, también pueden producirse lesiones en los peces debido a un deficiente manejo con las redes, golpes entre ellos debido a las conductas de escape, o por una inadecuada presión de las bombas. Sin embargo, las bombas no son comúnmente utilizadas en dorada y lubina (EFSA, 2009b; Papaharisis et al., 2019).

5. MÉTODOS DE ATURDIMIENTO Y SACRIFICIO

Los peces representan el grupo de animales sacrificados para consumo humano más elevado. Según estimaciones de FAOSTAT (2020), cada día se sacrifican unos 200 millones de pollos, 4 millones de cerdos y 900.000 vacas. Esto contrasta con las estimaciones muy superiores de peces sacrificados cada día. Los datos se presentan en toneladas de pescado (no por individuos), llegando a las 246.000 toneladas al día, lo que sugiere una estimación del número de animales sacrificados por día del orden de magnitud de miles de millones de peces al día. De este vasto número de animales,

únicamente entre el 3-4% de los peces de acuicultura a nivel mundial son aturdidos previo al sacrificio, no siendo un requerimiento obligatorio para las empresas (Loeb, 2019). Es decir, la mayoría de los métodos de sacrificio empleados en peces en todo el mundo no son considerados aceptables y humanitarios, debido a que los exponen a sufrimiento por un periodo de tiempo prolongado (EFSA, 2004).

Entre los métodos de sacrificio sin aturdimiento previo más utilizados se encuentran: a) el desangrado directo, b) la inmersión en agua con hielo, c) el hielo líquido, d) el CO₂ y e) la asfixia en aire. Estos métodos no inducen una pérdida inmediata e irreversible de la consciencia en los peces, ya que pueden observarse conductas asociadas con estrés y dolor (Lines & Spence, 2014; Rucinke et al., 2021; OMSA, 2022). Mientras más tiempo tardan los peces en perder la consciencia, más estrés pueden experimentar. Por tanto, para aquellos métodos de aturdimiento reversibles, se debe reducir al mínimo el tiempo que transcurre entre el aturdimiento y el sacrificio, con el fin de evitar la recuperación de la sensibilidad/consciencia (EFSA, 2004, 2009b).

5.1. Métodos de sacrificio sin aturdimiento

A modo de resumen, se presentan los principales métodos de sacrificio sin aturdimiento descritos en los apartados 5.1.1 al 5.1.4 (Tabla 2).




	DESANGRADO DIRECTO	ENFRIAMIENTO	ASFIXIA
Comportamiento 	Movimientos vigorosos de cabeza, cola y conductas de escape en ambas especies.	Conductas negativas de escape alrededor de 30 s en ambas especies, tras la inmersión en hielo y agua.	Movimientos vigorosos, conductas de escape y lucha en ambas especies.
Pérdida de consciencia 	Sin datos.	Dorada: 15-20 min. Lubina: 10:20 min.	Dorada: 7,5 min. Lubina: muerte a los 34 min.
Calidad de carne 	Sin datos.	Dorada: Cambio en la coloración de los ojos (" <i>cloudy eyes</i> "), reduciendo su valor comercial de cara a los consumidores.	Dorada: sin datos. Lubina: Disminución de la frescura y alteraciones en apariencia, color y olor.

Tabla 2. Principales métodos de sacrificio sin aturdimiento utilizados a nivel comercial en dorada y lubina, efecto sobre el comportamiento, tiempo a la pérdida de respuesta a estímulos, consciencia o muerte y calidad del producto (AWEC, 2024).

5.1.1. Desangrado directo

El desangrado directo o exanguinación consiste en retirar a los peces del agua, inmovilizarlos individualmente e insertar un cuchillo afilado cortando los arcos

branquiales, aorta ventral o aorta dorsal, y/o vena caudal. Este método afecta su bienestar, al morir por falta de oxígeno debido a la pérdida de sangre. La eficacia de este método también depende del entrenamiento del personal, ya que una sección incorrecta de todos los arcos branquiales provoca un retraso en la pérdida de la consciencia.

Además, los peces pueden permanecer fuera del agua por tiempos variables, lo que aumentaría el sufrimiento por asfixia. Durante el tiempo de exposición al aire, los peces presentan movimientos vigorosos de cabeza, cola y conductas de escape. En el salmón del atlántico (*Salmo salar*), estos movimientos pueden durar hasta 4 minutos. Por lo tanto, el desangrado solo se recomienda después de que los peces hayan sido aturdidos eficazmente ([Robb et al., 2000](#); [Olsen et al., 2014](#); [OMSA, 2022](#)).

5.1.2. Enfriamiento

El enfriamiento con hielo consiste en la inmersión de los peces en un contenedor o estanque al cual se le añade hielo. Este método no es considerado humanitario, ya que, al quedarse los peces inmóviles, no necesariamente están inconscientes, prolongando así el sufrimiento y tiempo en que se produce la muerte. Además, su efectividad depende de factores como la temperatura del agua, densidad de los peces en la unidad de cría, características de la especie en cuestión, entre otros. Este método no está recomendado para peces de agua fría, existiendo aún debate acerca de su uso e implicaciones en especies subtropicales ([EFSA, 2009a, 2009b](#); [Zampacavallo et al., 2014](#)).

Otra variante al enfriamiento con hielo tradicional es el uso de hielo líquido (“ice slurry”), el cual es una suspensión de pequeños cristales de hielo en una solución, elaborada en base a sal o agua de mar (copos de hielo y agua en una proporción de 1:2 a 3:1). Es uno de los métodos más utilizados para el sacrificio de peces en la acuicultura mediterránea, como la lubina y la dorada, actuando más rápido que el sacrificio tradicional en agua con hielo o por asfixia, y afectando en menor medida al bienestar de los peces ([Tejada & Huidobro, 2002](#); [de la Rosa et al., 2021](#); [Zampacavallo et al., 2015](#); [Roque et al., 2021](#)).

A pesar de esto, la inmersión de los peces en hielo líquido produce la muerte por asfixia, evidenciándose en lubina y dorada conductas negativas alrededor de los 30 segundos después de haber sido sumergidas ([Lines & Spence, 2014](#)) y hasta alcanzar la inconsciencia. El tiempo de pérdida de consciencia puede variar de 10-20 minutos en lubina ([Poli et al., 2005](#); [Simitzis et al., 2014](#)) y 15-20 minutos en dorada ([Giuffrida et al., 2007](#)). En lubina, la actividad cerebral tarda hasta 5 minutos en perder sus patrones normales con este método. Por lo tanto, a pesar de que el pez esté inmóvil durante el primer minuto después de la inmersión en hielo líquido, aún existe actividad cerebral por un tiempo más prolongado, pudiendo experimentar sufrimiento. La inmovilidad no necesariamente refleja que el animal esté muerto, sino que estaría

relacionada con la imposibilidad de mover la musculatura debido a la baja temperatura. El tiempo en perder la consciencia dependerá del tiempo en el que se alcance la inmovilidad completa del pez, de la temperatura del agua y de la densidad de peces en el estanque (Van De Vis et al., 2003; Zampacavallo et al., 2015).

El uso de hielo líquido ha mejorado la calidad del filete de lubina en contraste con la inmersión en hielo solamente, reduciendo además el tiempo en que los peces quedan completamente inmóviles (Ntzimani et al., 2023). Sin embargo, diversos estudios evidencian problemas a nivel ocular, como cambios en la coloración a un aspecto grisáceo y de apariencia poco clara, defecto conocido como “cloudy eyes”. Este problema se origina por el rápido descenso en la temperatura del pez al ser sumergido en hielo líquido, defecto que reduce el valor comercial de la dorada y la aceptación por parte de los consumidores (Huidobro et al., 2001; Tejada & Huidobro, 2002; Erikson et al., 2019).

5.1.3 Asfixia en aire

Este método consiste en sacar a los peces del agua con una red y dejarlos morir por asfixia en una cuba o en la cubierta del barco, generando estrés, agonía y sufrimiento prolongados (Acerete et al., 2009; Poli et al., 2005). En lubina y dorada, capturarlas con redes y exponerlas al aire por un periodo de 1-1,5 minutos es estresante, lo cual se traduce en conductas de escape y un incremento de cortisol plasmático (hormona cuya secreción aumenta en respuesta al estrés). La lubina se ha categorizado como uno de los peces de la acuicultura mediterránea que responde de manera más aguda al estrés generado por las prácticas y condiciones de manejo previas al sacrificio, como densidades altas, la captura y la exposición al aire (Bagni et al., 2007; Fanouraki et al., 2011; Papaharisis et al., 2019).

El tiempo en el que ocurre la muerte después de exponer a los peces al aire varía, dependiendo del grado de resistencia a la falta de oxígeno de cada especie. La lubina y dorada pueden tardar hasta 25 y 60 minutos en morir después de estar fuera del agua, respectivamente (Poli et al., 2005). La lubina puede tardar hasta 34 minutos, afectando su bienestar y deteriorando rápidamente la calidad sensorial de la carne (reducción de su frescura, alteración de su apariencia, color y olor). Así, este método de sacrificio se posiciona como uno de los más estresantes y que afectan negativamente el bienestar de ambas especies (Bagni et al., 2007).

Se ha descrito la alteración de diferentes indicadores fisiológicos de estrés al usar la asfixia como método de sacrificio en lubina. En concreto, hay un aumento de hasta 5 veces los niveles plasmáticos de glucosa y de hasta 8 veces en los niveles plasmáticos de cortisol en contraste con otros métodos, así como elevados valores en el hematocrito y lactato plasmático. En conclusión, la asfixia no es un método de sacrificio aceptable para la lubina y la dorada, por sus efectos negativos en el

bienestar y la calidad del filete del pescado ([Acerete et al., 2009](#); [EFSA, 2009b](#); [Guida et al., 2016](#); [OMSA, 2022](#)).

5.1.4. Destrucción cerebral

La destrucción cerebral, también conocida como “*pithing*”, “*spiking*” o “*ike jime*”, consiste en la destrucción mecánica del cerebro mediante la inserción de un objeto punzante a través del cráneo de los peces. Este método no se utiliza en dorada y lubina, pero sí en investigación para llevar a cabo la eutanasia de los peces y a nivel comercial en otras especies como el atún. Se considera una técnica humanitaria, ya que al ser realizada correctamente consigue una muerte rápida, evitando estrés y sufrimiento. Este método de sacrificio no se recomienda en peces de tamaño pequeño, al ser necesaria la capacitación del personal para asegurar que el procedimiento sea realizado de forma segura y efectiva.

Se han encontrado concentraciones más bajas de lactato en lubina y dorada al utilizar la destrucción cerebral, en comparación a cuando se utiliza el aturdimiento eléctrico. Sin embargo, no se han evidenciado diferencias en indicadores de estrés (concentración plasmática de cortisol y glucosa) entre ambos métodos y en las especies antes mencionadas. En contraste con el sacrificio mediante asfixia en aire, la destrucción cerebral es un método que produce menos estrés en la lubina ([Poli et al., 2005](#); [Papaharisis et al., 2019](#); [Boaru et al., 2022](#)).

5.2. Métodos de aturdimiento

5.2.1. Eléctrico

El aturdimiento eléctrico es uno de los métodos considerados humanitarios y recomendados para peces por la [OMSA \(2022\)](#), y en particular para la lubina y la dorada por la [EFSA \(2009a\)](#), debido a que induce la pérdida inmediata de la consciencia en menos de 1 segundo. Y puede ser aplicado solamente en la cabeza del pez o en el cuerpo completo, por ejemplo, en un tanque con agua.

Se recomienda en lubina y dorada debido a que la mayoría de los estudios no han mostrado efectos negativos en la calidad del filete ([Lambooij et al., 2008](#); [Simitzis et al., 2014](#)). El aturdimiento eléctrico mejora la terneza de la carne de lubina y dorada, en comparación al sacrificio sin aturdimiento utilizando hielo líquido. Resultados similares han sido obtenidos en la dorada del Japón (*Pagrus major*), donde el aturdimiento eléctrico (campo eléctrico de 1,8 V/cm y velocidad de 1,6 m/s) retarda la degradación del filete, en contraste con el sacrificio sin aturdimiento con hielo líquido. Sin embargo, se ha evidenciado que la estimulación eléctrica en lubina lleva a una aparición más temprana y a una resolución más rápida del *rigor mortis* ([Knowles et al., 2007](#); [Erikson et al., 2012](#); [Zampacavallo et al., 2015](#); [Papaharisis et al., 2019](#); [Angelakopoulos et al., 2022](#)).

El aturdimiento de cuerpo completo durante 5 o 10 segundos, utilizando una corriente alterna de onda sinusoidal de 50 Hz, causa la inconsciencia inmediata a las lubinas, y posteriormente la muerte al ser sumergidas en agua de mar con hielo. Además, esta combinación de aturdimiento/sacrificio muestra que la calidad del filete de lubina se mantiene en un estado aceptable, al ser evaluada mediante parámetros como la acidez (pH) y color. Por lo tanto, se propone esta alternativa de aturdimiento/sacrificio a nivel comercial en lubina por su eficiencia al conseguir una rápida inconsciencia en los peces y ventajas desde el punto de vista del bienestar de los animales. Dicho esto, es necesario considerar aspectos prácticos de cara a su implementación, como la densidad de peces en el tanque, intensidad de la corriente eléctrica, voltaje, frecuencia, duración y conductividad del agua ([Lambooij et al., 2008](#); [EFSA, 2009a](#); [2009b](#); [Tulli et al., 2015](#)).

5.2.2. Mecánico

El aturdimiento mecánico en peces ya sea manual o automático, se caracteriza por ser un método que induce la inconsciencia de manera inmediata, siendo reconocido como humanitario ([Robb et al., 2000](#); [OMSA, 2022](#)). No obstante, el aturdimiento manual al ser aplicado de manera individual pez a pez puede ser poco eficiente y práctico a nivel comercial en individuos de tamaño pequeño, como la dorada y la lubina ([Ashley et al., 2007](#); [Lines & Spence, 2014](#); [de la Rosa et al., 2021](#)).

En este método, los peces son extraídos del agua por tiempos variables, situación que genera estrés, especialmente si el proceso de manipulación es prolongado. Retirar a los peces del agua repetitivamente produce un aumento en su actividad muscular, llevando a la utilización de sus reservas energéticas, afectando el bienestar de los peces y pudiendo repercutir negativamente en la calidad del filete. No obstante, no se han encontrado diferencias en calidad entre peces aturdidos mecánicamente y aquellos sacrificados sin aturdimiento con hielo líquido ([Papoutsoglou et al., 1999](#); [van de Vis et al., 2003](#); [Poli et al., 2004](#); [Panagiotis et al., 2014](#)).

5.2.3. Gases

Uno de los gases más utilizados para el aturdimiento/sacrificio en peces es el dióxido de carbono (CO₂). No obstante, y al igual que se ha evidenciado en otras especies de producción (como los cerdos) ([Llonch et al., 2013](#)), la lubina y la dorada reaccionan con conductas vigorosas de cabeza y cola, e intentos de escape cuando se aplica CO₂ como método de aturdimiento/sacrificio ([Poli et al., 2005](#)). Además, los peces pueden estar conscientes por varios minutos (entre 7-10 minutos para la lubina), a pesar de quedar inmóviles en los primeros 2-4 minutos después de haber sido expuestos al gas, por lo que se requiere el uso de un método adicional de sacrificio. El uso de CO₂ como método de aturdimiento/sacrificio en lubinas implica que la muerte puede tardar hasta $16 \pm 0,08$ minutos. La efectividad del aturdimiento con este

gas depende de diversos factores, como su concentración, temperatura del agua y tiempo de exposición al gas ([Acerete et al., 2009](#); [EFSA, 2009a, 2009b](#)).

Puede utilizarse en conjunto con otros gases, mostrando mejoras en el bienestar de los peces. En dorada, mezclas compuestas por 30% CO₂ + 70% N₂, o 40% CO₂ + 30% N₂ + 30% O₂ logran una pérdida de balance más rápida en la conducta natatoria, y un aumento en indicadores fisiológicos de estrés (como el cortisol, lactato y glucosa) significativamente menores que al utilizar sólo sacrificio con hielo líquido. Del mismo modo, en lubina el tiempo para alcanzar el aturdimiento/sacrificio correcto se reduce en un 40% al añadir una mezcla de 70% N₂ + 30 % CO₂ al agua con hielo, prolongando su vida útil en 14 días ([Roque et al., 2021](#); [Zampacavallo et al., 2015](#)).

El uso de N₂ combinado con CO₂, se propone como una medida para disminuir las conductas negativas en peces generadas por el CO₂, mejorando el bienestar de la lubina y la dorada cuando se utilizan gases como método de aturdimiento y siendo una alternativa viable de implementar en la acuicultura de especies mediterráneas ([Polo et al., 2005](#); [EFSA, 2009b](#); [Roque et al., 2021](#)).

5.2.4. Anestésicos

El aceite de clavo, cuyo compuesto activo es el eugenol (4-alil-metoxifenol), ha mostrado ser un agente anestésico eficiente y efectivo como método de inducción de la inconsciencia en lubina y dorada. En lubina, se han demostrado mejoras en la calidad del filete y el bienestar de los peces al ser aturdidos con aceite de clavo y posteriormente sacrificados en agua con hielo líquido. Cuando se combinan ambos métodos, existe una menor actividad cerebral en los peces, en contraste con solamente utilizar el sacrificio en hielo líquido ([Mylonas et al., 2005](#); [Miliou et al., 2011](#); [Simitzis et al., 2014](#)).

Su uso podría ser una alternativa de aturdimiento práctica, una vez habiendo realizado pruebas a nivel comercial. El aceite de clavo podría ser un método práctico de aturdimiento en las jaulas o tanques, no requiriendo un entrenamiento especial para el personal y que mejoraría el bienestar de la lubina y la dorada en acuicultura. A pesar de esto, actualmente no está regulado de manera oficial como agente anestésico de aturdimiento en peces destinados a consumo humano en la UE ([Reglamento \(UE\) 141/2014](#)), pero sí está autorizado como anestésico en países como Australia, Chile y Nueva Zelanda ([Zampacavallo et al., 2015](#); [López-Cánovas et al., 2020](#)).

Otra variante al uso del aceite de clavo es el mismo producto, pero nanoencapsulado en β-ciclodextrinas que aplicado en agua o embebido en hielo ha demostrado mejoras en el bienestar de lubina, reduciendo la respuesta al estrés, mejorando la calidad del filete de la lubina fresca y extendido su vida útil hasta 4 días ([Navarro-Segura et al., 2019](#); [López-Cánovas et al., 2020](#)).

5.3 Indicadores de insensibilidad en peces

En peces, existe dificultad a nivel práctico para evaluar la pérdida de consciencia en los sistemas de producción acuícola ([Brijs et al., 2021](#); [OMSA, 2022](#)). Para evaluar que el aturdimiento sea efectivo es posible utilizar indicadores de comportamiento.

Indicadores de comportamiento para evaluar la insensibilidad en peces posterior al aturdimiento

- Ausencia de conductas de escape.
- Ausencia de reflejos ventilatorios.
- Inhabilidad para mantener el equilibrio.
- Movimiento corporal y respiratorio, pérdida de actividad opercular.
- Movimientos natatorios descoordinados.
- Pérdida del reflejo vestíbulo ocular (RVO, ojos tornados al exterior).
- Pérdida de respuestas visuales evocadas (REV).
- Sin reacción a estímulos dolorosos.

El uso de indicadores de comportamiento es una herramienta útil para evaluar la insensibilidad. No obstante, a nivel científico y para establecer de manera más certera que los métodos de aturdimiento son efectivos, es necesario complementarlos con evidencias neurofisiológicas o neuroquímicas, como la evaluación de la actividad cerebral mediante un electroencefalograma (EEG). Si el método de aturdimiento fue realmente efectivo, a nivel cerebral se produce una despolarización neuronal de larga duración, afectando la neurotransmisión y manteniendo al animal en un estado de insensibilidad e inconsciencia, tiempo que es variable dependiendo del método usado ([EFSA, 2004](#); [Brijs et al., 2021](#)).

6. EQUIPAMIENTOS DE ATURDIMIENTO EN DORADA Y LUBINA

Se ha contactado y/o obtenido información de las principales empresas de equipamientos destinados al sacrificio humanitario en dorada y lubina (Ace Aquatec, OPTIMAR, Smile Fish y Baader). En todos los casos, las empresas aseguran tener soluciones viables e instaladas en diferentes países del mundo. Sin embargo, para su aplicación en dorada y lubina en el Mar Mediterráneo (zona de la Península Ibérica) sería necesario realizar estudios previos de ingeniería y condiciones climatológicas y marítimas para adaptar cada una de las soluciones a las condiciones específicas de

las flotas y productores. A continuación, se describen las principales soluciones disponibles en el mercado para el aturdimiento en dorada y lubina.

6.1 Sistemas de aturdimiento disponibles en el mercado

6.1.1 Aturdimiento eléctrico húmedo


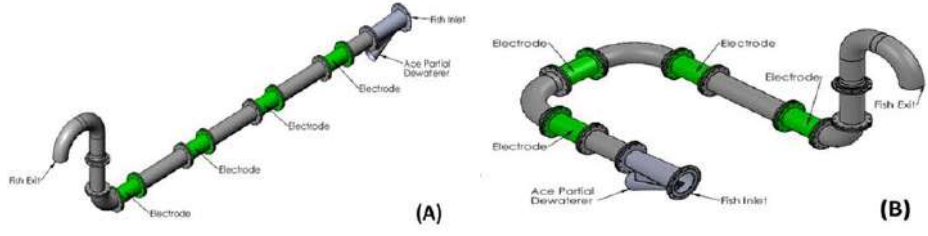


Empresa	Ace Aquatec 
Descripción del método	Se trata de bombear desde las jaulas o tanques a un tubo aturridor, usando una bomba centrífuga. El tubo aturridor tiene insertado electrodos que generan una corriente eléctrica a través del agua y los peces; de esta forma son aturridos eléctricamente en agua mientras fluyen a través del tubo.
Aturridor	<p>Humane Stunner Universal (A-HSU)</p> <p>A-HSU en dorada y lubina está equipado con 4 electrodos de 250 mm de polietileno de alta densidad. El contacto eléctrico entre los peces y el agua garantiza que, independientemente de su tamaño, se aturden de forma fiable y sin necesidad de aplicar choques eléctricos previos. El campo eléctrico en el tubo dura hasta 20 segundos, diseñado para asegurar que el pez pierda la consciencia inmediatamente sin mostrar ningún comportamiento de escape o sufrimiento. De esta forma, los operadores pueden desangrarlo o ponerlo en hielo de forma segura y eficiente. La configuración de los electrodos delimita la energía de alto voltaje en el centro del tubo y los extremos del tubo se encuentran conectados a tierra (voltaje 0). A-HSU está mayoritariamente instalado en tierra, pero ya existen algunos proyectos instalados en barcos, donde la disposición del tubo cambia (Figura 3).</p> 
Especies	Dorada, lubina, salmón, tilapia y trucha.

Figura 3. Croquis del tubo de aturdimiento eléctrico húmedo instalado en tierra (A) o en el barco (B) (Ace Aquatec, 2024).

A pesar de la falta de estudios científicos sobre la eficacia de este aturridor, según la información facilitada por la compañía, el flujo constante de los peces evita hacinamiento y estrés, factores claves para lograr un resultado óptimo en términos de bienestar y producción.

6.1.2 Aturdimiento eléctrico en seco

Desarrollado en conjunto con el Instituto de Investigación Alimentaria (NOFIMA) y la Fundación para la Investigación Industrial y Técnica (SINTEF) noruegos, este aturdidor se ajusta a los requerimientos europeos y noruegos.



Empresa	OPTIMAR 
Descripción del método	Consiste en exponer a una corriente eléctrica a los peces fuera del agua.
Aturdidor	<p>Optimar Electric Stunner™</p> <p>De forma específica, después de la deshidratación, los peces llegan a una cinta transportadora que actúa como uno de los electrodos. En la parte superior hay una cadena de electrodos (6 filas de 10 aletas de acero) que cuelgan por encima. De esta forma, se completa el circuito cuando ambos lados (cinta y aletas) chocan. Los peces se exponen a la corriente durante 10 segundos, para aumentar la duración de la inconsciencia (Figura 4).</p> <div data-bbox="660 920 1059 1137" data-label="Image">  </div> <p>Figura 4. Máquina de aturdimiento eléctrico en seco (Optimar, 2024).</p>
Especies	Bacalao, dorada, lubina, salmón y trucha.

Se han realizado estudios en condiciones comerciales para evaluar la eficiencia del aturdidor eléctrico en seco de Optimar en dorada y lubina en tres empresas turcas: [Sürsan](#), More y Falschill conjuntamente con Seachill y Tesco. Según Sürsan, esta metodología permitió que el 97% de los peces no mostraron ningún signo de inconsciencia después del aturdimiento (en base a indicadores de comportamiento) ([Compassion in World Farming, 2017](#)). Futuros estudios deberían confirmar la pérdida de consciencia en base a EEGs y determinar si la variabilidad en el tamaño de los peces reduce la eficiencia del aturdimiento.

Por ejemplo, estudios preliminares en pez lumpo (*Cyclopterus lumpus*) determinan que los peces pierden la consciencia en 1 segundo (tanto con el aturdidor eléctrico en seco de Optimar como con el húmedo de Askvik Aqua), y que incrementando la duración a 10 segundos y sumergiendo los peces en frío, resulta en una insensibilidad permanente. A pesar de esto, se constata que, en el aturdimiento eléctrico en seco, la diferencia de potencial eléctrico en el cerebro se correlaciona negativamente con el tamaño del pez, indicando que la solución es más eficiente en animales más pequeños ([NOFIMA, 2024](#)).

Empresa	SmileFish 
Descripción del método	Consiste en exponer a una corriente eléctrica a los peces fuera del agua.
Aturdidor	<p>También fabrica un aturdidor eléctrico en seco diseñado para instalaciones de procesamiento de pescado y usado en Turquía (Figura 5). Según información de la propia compañía, este aturdidor hace que el procesamiento del pescado sea más rápido, eficiente e higiénico y aumente la calidad del producto final.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>Figura 5. Aturdidor de SmileFish (izquierda) y un detalle de su instalación en el barco (derecha) (SmileFish, 2024).</p>
Especies	Dorada, lubina.

6.1.3 Aturdimiento por percusión

Empresa	Baader 
Descripción del método	Se trata de inducir la insensibilidad inmediata mediante un golpe fuerte (o percusión) en el cráneo del pez, de forma individual y fuera del agua.
Aturdidor	<p>Baader 101</p> <p>Equipamiento que combina un sistema de aturdimiento y percusión en salmón (BAADER 101, Figura 6). Se utiliza en diferentes países del mundo, pero no tenemos constancia que sea aplicable en dorada y lubina. De hecho, se ha documentado que la percusión no es un método práctico ni fiable en peces de tamaño pequeño en un entorno comercial (de la Rosa et al., 2021).</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Figura 6. Aturdidor por percusión para salmón (Baader, 2024).</p>
Especies	Salmón.

6.2 Maquinaria complementaria a los aturridores: equipos de bombeo

El transporte de los peces fuera del agua mediante redes es un proceso estresante y causa daño físico debido al hacinamiento (EFSA, 2009b; Lines & Spence, 2014). Por este motivo, se recomienda sustituirlas por equipos de bombeo. Hay una gran variedad de bombas que se pueden usar para capturar los peces antes del aturdimiento. En el mercado, las hay para lubinas y doradas de todos los tamaños y con capacidades de bombeo muy variadas (desde 5 a 80 toneladas/hora).

Algunos ejemplos de fabricantes de bombas son: [FAIVRE](#), [VAKI](#), [Whaspower](#) o [GroAqua](#). En España, se contactó con [Euskan](#), empresa que ofrece diferentes configuraciones de equipos de bombeo según las necesidades específicas. Según información facilitada por la empresa, su tecnología (uso de bombas de vacío en vez de centrífugas, Figura 7) ofrece un flujo totalmente constante y estable, hecho que reduce el estrés tanto en la boca de aspiración como a lo largo de las tuberías. Esto se obtiene mediante un flujo laminar y con una transición suave entre el vacío y la presión.



Figura 7. Bombas de succión (Euskan, 2024).

6.3 Implementación de los equipamientos de aturdimiento en dorada y lubina en España

Según fuentes consultadas mediante una encuesta distribuida a seis empresas productoras de dorada y lubina de distintos países del Mediterráneo (incluyendo España, Grecia y Turquía), las principales dificultades en relación a la implementación del aturdimiento en las condiciones de producción actuales son: (1) difícil acceso a la tecnología y (2) dificultades para implementar el aturdimiento en las granjas.

6.3.1 Aturdimiento eléctrico húmedo

Entre las empresas que usan el equipamiento de Ace Aquatec se encuentran [Philosofish](#) (Grecia), [Scottish Sea Farms](#) (Escocia) o [Cedar Crest Trout Farm](#) (Canadá). El equipamiento puede usarse en tierra o en barco. La longitud del tubo se adapta al rendimiento requerido (hasta 20-30 toneladas/hora; equivalente a 67-100

peces de 5 kg/min aproximadamente) y se puede montar tanto en la cubierta como por debajo de ella. De hecho, una característica importante en dorada y lubina es que el tubo puede pasar por debajo de la cubierta del barco para finalmente subir a ella. De esta forma, queda espacio que se puede destinar al almacenamiento de los peces en hielo (Figura 8).



Figura 8. Ejemplo de aturdidor eléctrico en tubo instalado en un barco (Ace Aquatec, 2024).

Aunque el aturdidor eléctrico en agua se está usando en diferentes países, no hay constancia de su funcionamiento en el Mediterráneo occidental. Así pues, serían necesarios estudios complementarios para asegurar su correcta implementación, incluyendo las siguientes situaciones:

- En el caso de usarlo en barcos nuevos, sería necesario asegurar que las condiciones climáticas de la zona son compatibles con el equipamiento. A priori, las temperaturas ambientales no deberían ser un problema, ya que A-HSU está actualmente operando en zonas con temperaturas mínimas de -20°C y máximas de hasta 40°C (Tabla 3).
- En relación al oleaje, según Ace Aquatec, el equipamiento se está usando en países nórdicos con olas de hasta 5-6 metros. Aun así, ya que el oleaje es altamente variable en espacio y tiempo, se requeriría un estudio a largo plazo del mismo en las ubicaciones específicas de las granjas españolas, usando por ejemplo, base de datos fiables como la del [Centro Europeo de Predicción Meteorológica](#) (Karathanasi et al., 2022) o mediante sensores instalados directamente en boyas, barcos o en las propias granjas.

- En el caso de adaptar el aturdidor a barcos ya existentes, y de forma adicional a la compatibilidad de las condiciones marinas, sería necesario un estudio previo de ingeniería para adaptar el aturdidor a la flota española. Con el fin de asegurar su viabilidad, se deben tener en cuenta las dimensiones de los barcos, características del aturdidor como el peso (1.000 kg) y la potencia eléctrica necesaria (3 fases de hasta 60 KW). Todos ellos factores claves y, en algunos casos, limitantes, sobre todo en barcos viejos.

		EN TIERRA		EN BARCO
Nº granjas con A-HSU		Interior	Exterior	Exterior
		22	8	11
Min. temperatura (°C)	Media ± DS	2,2 ± 7,57	-5,4 ± 5,37	-1,3 ± 7,28
	Mínimo	-20	-15	-10
Max. temperatura (°C)	Media ± DS	18,4 ± 5,85	28,8 ± 5,18	32,1 ± 4,85
	Máximo	30	40	38

Tabla 3. Temperatura ambiental (mínima, máxima, media y desviación estándar, °C) de 41 instalaciones en tierra o en mar donde está operando el aturdidor eléctrico húmedo de Ace Aquatec (A-HSU).

6.3.2 Aturdimiento eléctrico en seco

Al aplicarse en peces sacrificados en seco, se podría integrar en la operativa actual de acuicultura en el Mediterráneo, pues sería un paso más entre el despesque de los peces con la red y su almacenamiento en hielo. Las peculiaridades técnicas de instalación del aturdidor eléctrico en seco de *Optimar* no parecen, a priori, un limitante en barcos pequeños: dimensiones de 1,5 m largo x 0,8 m de ancho, peso de 250 kg (más 60 kg adicionales del armario eléctrico) y suministro eléctrico monofásico.

Cabe destacar, que, en términos de bienestar animal, se recomienda usar el aturdimiento eléctrico en seco combinado con la recolección de los peces mediante tubos de succión y no redes. Por ejemplo, para lubinas de 400-600 g (5t/hora), Euskan calcula que serían necesarios dos tanques de 500 l (2,5 m largo x 1,5 m ancho x 1,5m alto; 400 kg), una unidad de potencia de 11 KW (1,25 m largo x 40 cm ancho x 1,5m alto; 440 kg) y un separador de agua de 120 kg. En tal caso, se recomienda el uso de mangueras flexibles con interior de poliuretano. A pesar de esto, es necesario no únicamente asegurar el encaje del equipamiento en términos de dimensiones y pesos a las embarcaciones españolas, sino también asegurar, en la medida de lo posible,

su compatibilidad con las prácticas rutinarias de los productores en las condiciones españolas. Así pues, una vez más, sería recomendable hacer estudios de ingeniería y condiciones marinas para asegurar el buen funcionamiento del aturridor.

Actualmente, esta maquinaria está siendo empleada por una empresa turca en los mares Egeo y Mediterráneo para aturdir tanto doradas como lubinas (Figura 9). Este productor concentra una de las mayores flotas de pesca del Mediterráneo de ambas especies, con capacidad para procesar 18.000 toneladas de pescado al año, distribuidas en tres localizaciones a lo largo del país. La utilización del aturdimiento previo al sacrificio forma parte de su estrategia a favor del bienestar animal, descrita en su [página web](#). Garantizan que el 100% de los animales procesados en sus instalaciones se aturden, aplicando el compromiso para la mejora del bienestar animal a toda la cadena de producción.



Figura 9. Aturridor de Optimar con la unidad de deshidratación (derecha) usada en las costas de Turquía para aturdir doradas y lubinas ([Optimar, 2024](#)).

Finalmente, cabe comentar que el sector acuícola español, liderado por Apromar sacó a concurso en febrero de 2024 un proyecto para validar un equipo de aturdimiento eléctrico, determinando si puede mejorar el bienestar de los peces con respecto al actual sistema de agua con hielo. Según Apromar, la tecnología debe ser viable para operar sobre una embarcación estándar de acuicultura en España y debe poder adaptarse a diferentes tallas comerciales de doradas, lubinas y corvinas.

7. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones del presente trabajo son:

- 1 Existen evidencias científicas que reconocen a las doradas y lubinas como **animales sintientes**.
- 2 Se recomienda aplicar un **aturdimiento efectivo** antes del sacrificio para lograr una rápida pérdida de la consciencia y evitar así el sufrimiento.
- 3 El sacrificio por enfriamiento o la asfixia en aire suponen que las doradas tardan entre **7,5-20 min.** en perder la consciencia y entre **10-34 min.** en lubinas.
- 4 En condiciones de producción acuícola comercial, el **aturdimiento eléctrico húmedo** o **en seco** son métodos efectivos que mejoran el bienestar animal y la calidad del producto.
- 5 Varios productores ya utilizan el aturdimiento eléctrico en diferentes países del mundo, incluyendo algunos que operan en el **Mediterráneo oriental**.
- 6 Es necesario realizar **estudios de ingeniería, condiciones climatológicas y marinas** para adaptar las soluciones comerciales a las condiciones específicas de las flotas y granjas españolas.

8. REFERENCIAS

1. Acerete, L., Reig, L., Alvarez, D., Flos, R., & Tort, L. (2009). Comparison of two stunning/slaughtering methods on stress response and quality indicators of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, **287(1–2)**, 139–144.
2. Angelakopoulos, R., Dimitroglou, A., Papaharisis, L., & Moutou, K. A. (2022). Electrical Stunning Has the Potential to Delay Fillet Degradation Post-Harvest in Red Seabream (*Pagrus major*). *Aquaculture Journal*, **2(4)**, 302–315.
3. Ashley, P. J. (2007). Fish welfare: Current issues in aquaculture. *Applied Animal Behaviour Science*, **104(3-4)**, 199–235.
4. Bagni, M., Civitareale, C., Priori, A., Ballerini, A., Finoia, M., Brambilla, G., & Marino, G. (2007). Pre-slaughter crowding stress and killing procedures affecting quality and welfare in seabass (*Dicentrarchus labrax*) and seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, **263(1-4)**, 52–60.
5. Boaru, A., Struți, D., & Georgescu, B. (2022). Guidelines and Implications of Fish Slaughtering in the Ensuring of Welfare and Product Quality. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. *Animal Science and Biotechnologies*, **1(79)**, 1.
6. Brijs, J., Sundell, E., Hjelmstedt, P., Berg, C., Senčić, I., Sandblom, E., Axelsson, M., Lines, J., Bouwsema, J., Ellis, M., Saxer, A., & Gräns, A. (2021). Humane slaughter of African sharptooth catfish (*Clarias gariepinus*): Effects of various stunning methods on brain function. *Aquaculture*, **531** (September 2020).
7. Broom, D.M. (2014). *Sentience and Animal Welfare*. CABI PUBLISHING, England.
8. Broom, D.M. (2016a). Sentience and animal welfare: New thoughts and controversies. *Animal Sentience*, **5(11)**.
9. Broom, D.M. (2016b). Fish brains and behaviour indicate capacity for feeling pain. *Animal Sentience*, **3(4)**.
10. Brown, C. (2015). Fish intelligence, sentience and ethics. *Animal cognition*, **18(1)**, 1-17.
11. Commission, T. H. E. E. (2020). *31.1.2017. 2015* (November 2015), 61-66.
12. Compassion in World Farming, 2017. Driving Innovation in Humane Fish Slaughter: Developing an electrical stunning system for European sea bass and gilthead seabream.

13. Consejo, P. E. y del. (2009). Reglamento (CE) n° 1099/2009 del Consejo de 24 de septiembre de 2009 relativo a la protección de los animales en el momento de la matanza. *Diario Oficial de La Unión Europea*, **L 303**, 1-30.
14. Cornish, A., Raubenheimer, D., & McGreevy, P. (2016). What we know about the public's level of concern for farm animal welfare in food production in developed countries. *Animals*, **6(11)**, 1-15.
15. Cottee, S. Y. (2012). Are fish the victims of "speciesism"? A discussion about fear, pain and animal consciousness. *Fish Physiology and Biochemistry*, **38(1)**, 5-15.
16. Council of Europe (2005). Recommendation concerning farmed fish adopted by the Standing Committee of the European Convention for the Protection of Animals Kept for Farming Purposes (T-AP) on 5 December 2005. Council of Europe. Available at: https://www.coe.int/t/e/legal_affairs/legal_cooperation/biological_safety_and_use_of_animals/Farming/Rec%20fish%20E.asp
17. Daskalova, A. H., Bracke, M. B. M., van de Vis, J. W., Roth, B., Reimert, H. G. M., Burggraaf, D., & Lambooi, E. (2016). Effectiveness of tail-first dry electrical stunning, followed by immersion in ice water as a slaughter (killing) procedure for turbot (*Scophthalmus maximus*) and common sole (*Solea solea*). *Aquaculture*, **455**, 22-31.
18. de la Rosa, I., Castro, P. L., & Ginés, R. (2021). Twenty years of research in seabass and seabream welfare during slaughter. *Animals*, **11(8)**, 1-9.
19. EFSA. (2004). 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. *EFSA Journal*, **45**, 1-29.
20. EFSA. (2009a). Food Safety considerations concerning the species-specific welfare aspects of the main systems of stunning and killing of farmed fish. *EFSA Journal*, **1.190**, 1-16.
21. EFSA. (2009b). Species-specific welfare aspects of the main systems of stunning and killing of farmed Seabass and Seabream. *EFSA Journal*, **7**, 1010.
22. EU Platform on Animal Welfare Own Initiative Group on Fish (2022). Guidelines on Water Quality and Handling for the Welfare of Farmed Vertebrate Fish. Text available at: https://food.ec.europa.eu/system/files/2022-07/aw_platform_plat-conc_guide_farmed-fish_en.pdf.
23. Erikson, U., Lambooi, B., Digre, H., Reimert, H. G. M., Bondø, M., & van der Vis, H. (2012). Conditions for instant electrical stunning of farmed Atlantic cod after de-

- watering, maintenance of unconsciousness, effects of stress, and fillet quality - A comparison with AQUI-S™. *Aquaculture*, **324-325**, 135-144.
24. Erikson, U., Truong, H. T. M., Le, D. V., Pham, P. D., Svennevig, N., & Phan, V. T. (2019). Harvesting procedures, welfare and shelf life of ungutted and gutted shortfin pompano (*Trachinotus falcatus*) stored in ice. *Aquaculture*, **498**(November 2017), 236-245.
 25. European Union. (1998). Directiva 98/58/CE del Consejo de 20 de julio de 1998 relativa a la protección de los animales de las explotaciones ganaderas. *Official Journal of the European Union*, 23-27.
 26. Fanouraki, E., Mylonas, C. C., Papandroulakis, N., & Pavlidis, M. (2011). Species specificity in the magnitude and duration of the acute stress response in Mediterranean marine fish in culture. *General and Comparative Endocrinology*, **173(2)**, 313-322.
 27. Giuffrida, A., Pennisi, L., Ziino, G., Fortino, L., Valvo, G., Marino, S., & Panebianco, A. (2007). Influence of slaughtering method on some aspects of quality of gilthead seabream and smoked rainbow trout. *Veterinary Research Communications*, **31(4)**, 437-446.
 28. Guida, L., Walker, T. I., & Reina, R. D. (2016). The adenylate energy charge as a new and useful indicator of capture stress in chondrichthyans. *Journal of Comparative Physiology B: Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology*, **186(2)**, 193-204.
 29. Huidobro, A., Mendes, R., & Nunes, M. L. (2001). Slaughtering of gilthead seabream (*sparus aurata*) in liquid ice: Influence on fish quality. *European Food Research and Technology*, **213(4-5)**, 267-272.
 30. Karathanasi, F.E., Soukissian, T.H., Hayes, D.R. (2022). Wave Analysis for Offshore Aquaculture Projects: A Case Study for the Eastern Mediterranean Sea. *Climate* 10, 2.
 31. Knowles, T. G., Brown, S. N., Warriss, P. D., Lines, J., Tinarwo, A., Bravo, A., Carvalho, H., & Gonçalves, A. (2007). Effect of electrical stunning at slaughter on the carcass, flesh and eating quality of farmed sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture Research*, **38(16)**, 1732–1741.
 32. Lambooi, B., Gerritzen, M. A., Reimert, H., Burggraaf, D., André, G., & Van De Vis, H. (2008). Evaluation of electrical stunning of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) in seawater and killing by chilling: Welfare aspects, product quality and possibilities for implementation. *Aquaculture Research*, **39(1)**, 50–58.

33. Lines, J. A., & Spence, J. (2014). Humane harvesting and slaughter of farmed fish. *OIE Revue Scientifique et Technique*, **33(1)**, 255–264.
34. Loeb, J. (2019). '3 to 4% of farmed fish stunned globally'. *Veterinary Record*, **185**, 70-70.
35. López-Cánovas, A. E., Cabas, I., Chaves-Pozo, E., Ros-Chumillas, M., Navarro-Segura, L., López-Gómez, A., Fernandes, J. M. O., Galindo-Villegas, J., & García-Ayala, A. (2020). Nanoencapsulated clove oil applied as an anesthetic at slaughtering decreases stress, extends the freshness, and lengthens shelf life of cultured fish. *Foods*, **9(12)**, 1-19.
36. Llonch, P., Rodríguez, P., Jospin, M., Dalmau, A., Manteca, X., & Velarde, A. (2013). Assessment of unconsciousness in pigs during exposure to nitrogen and carbon dioxide mixtures. *Animal*, **7(3)**, 492–498.
37. Marinou, E. (2020). Guidelines on Water Quality and Handling for the Welfare of Farmed Vertebrate Fish. *EU Platform on Animal Welfare Own Initiative Group on Fish*, **1**, 20.
38. Miliou H., Tsopelakos, A., Dalla, C., & Papadopoulou-Daif-oti Z. (2011). Effects of pre-slaughter and slaughter methods to the brain monoaminergic activities and plasma glucose levels in sea bass, *Dicentrarchus labrax*. In: *Abstracts of Official Congress of European Aquaculture Society*, Rhodes, Athens, p. 711-712.
39. Mylonas, C. C., Cardinaletti, G., Sigelaki, I., & Polzonetti-Magni, A. (2005). Comparative efficacy of clove oil and 2-phenoxyethanol as anesthetics in the aquaculture of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and gilthead sea bream (*Sparus aurata*) at different temperatures. *Aquaculture*, **246(1-4)**, 467-481.
40. Navarro-Segura, L., Ros-Chumillas, M., López-Cánovas, A. E., García-Ayala, A., & López-Gómez, A. (2019). Nanoencapsulated essential oils embedded in ice improve the quality and shelf life of fresh whole seabream stored on ice. *Heliyon*, **5(6)**.
41. Ntzimani, A., Angelakopoulos, R., Semenoglou, I., Dermesonlouoglou, E., Tsironi, T., Moutou, K., & Taoukis, P. (2023). Slurry ice as an alternative cooling medium for fish harvesting and transportation: Study of the effect on seabass flesh quality and shelf life. *Aquaculture and Fisheries*, **8(4)**, 385–392.
42. Oliveira Filho, P. R. C. D., Oliveira, C. A. F. D., Sobral, P. J. D. A., Balieiro, J. C. D. C., Natori, M. M., & Viegas, E. M. M. (2015). How stunning methods affect the quality of Nile tilapia meat. *CyTA-Journal of Food*, **13(1)**, 56-62.

43. Olsen, S. H., Joensen, S., Tobiassen, T., Heia, K., Akse, L., & Nilsen, H. (2014). Quality consequences of bleeding fish after capture. *Fisheries Research*, **153**, 103–107.
44. Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA). (2022). Código Sanitario para los Animales Acuáticos. In: Animal, O.M.d.S. (Ed.) OMSA, 300.
45. Papaharisis, L., Tsironi, T., Dimitroglou, A., Taoukis, P., & Pavlidis, M. (2019). Stress assessment, quality indicators and shelf life of three aquaculture important marine fish, in relation to harvest practices, water temperature and slaughter method. *Aquaculture Research*, **50(9)**, 2608–2620.
46. Papoutsoglou, S. E., Miliou, H., Chadio, S., Karakatsouli, N., & Zarkada, A. (1999). Studies on stress responses and recovery from removal in gilthead sea bream *Sparus aurata* (L.) using recirculated seawater system. *Aquacultural Engineering*, **21(1)**, 19–32.
47. Poli, B. M., Scappini, F., Parisi, G., Zampacavallo, G., Mecatti, M., Lupi, P., Mosconi, G., Giorgi, G., & Vigiani, V. (2004). Traditional and innovative stunning/slaughtering methods for European sea bass compared by the complex of the assessed behavioural, plasmatic and tissue stress and quality indexes at death and during shelf life. In *Proceedings of 34th WEFTA Conference*, Lubeck, Germany. pp. 58-63.
48. Poli, B. M., Parisi, G., Scappini, F., & Zampacavallo, G. (2005). Fish welfare and quality as affected by pre-slaughter and slaughter management. *Aquaculture International*, **13(1-2)**, 29-49. 49. Policies, C. (2023). *Animal welfare of farmed fish Policy Department for Structural and Cohesion Policies Directorate-General for Internal Policies PE. June.*
50. Robb, D. H. F., Wotton, S. B., Mckinstry, J. L., Sørensen, N. K., & Kestin, S. C. (2000). Commercial slaughter methods used on Atlantic salmon: Determination of the onset of brain failure by electroencephalography. *Veterinary Record*, **147(11)**, 298-303.
51. Roque, A., Gras, N., Rey-Planellas, S., Fatsini, E., Pallisera, J., Duncan, N., Muñoz, I., Velarde, A., & Hernandez, M. D. (2021). The feasibility of using gas mixture to stun seabream (*Sparus aurata*) before slaughtering in aquaculture production. *Aquaculture*, **545** (July).
52. Roques, J. A. C., Abbink, W., Chereau, G., Fourneyron, A., Spanings, T., Burggraaf, D., van de Bos, R., van de Vis, H., & Flik, G. (2012). Physiological and behavioral responses to an electrical stimulus in Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*). *Fish Physiology and Biochemistry*, **38(4)**, 1019–1028.

53. Rose, J. D. (2002). The Neurobehavioral Nature of Fishes and the Question of Awareness and Pain. *Reviews in Fisheries Science*, **10(1)**, 1-38.
54. Rose, J. D., Arlinghaus, R., Cooke, S. J., Diggles, B. K., Sawynok, W., Stevens, E. D., & Wynne, C. D. L. (2014). Can fish really feel pain? *Fish and Fisheries*, **15(1)**, 97–133.
55. Roth, B., Birkeland, S., & Oyarzun, F. (2009). Stunning, pre slaughter and filleting conditions of Atlantic salmon and subsequent effect on flesh quality on fresh and smoked fillets. *Aquaculture*, **289(3-4)**, 350-356.
56. Rucinque, D. S., Ferreira, P. F., Leme, P. R. P., Lapa-Guimarães, J., & Viegas, E. M. M. (2021). Ocimum americanum and Lippia alba essential oils as anaesthetics for Nile tilapia: Induction, recovery of apparent unconsciousness and sensory analysis of fillets. *Aquaculture*, **531** (August 2020).
57. Sánchez-Suárez, W., Franks, B., & Torgerson-White, L. (2020). From land to water: Taking fish welfare seriously. *Animals*, **10(9)**, 1–11.
58. Simitzis, P. E., Tsopelakos, A., Charismiadou, M. A., Batzina, A., Deligeorgis, S. G., & Miliou, H. (2014). Comparison of the effects of six stunning/killing procedures on flesh quality of sea bass (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus 1758) and evaluation of clove oil anaesthesia followed by chilling on ice/water slurry for potential implementation in aquaculture. *Aquaculture Research*, **45(11)**, 1759–1770.
59. Sneddon, L. U. (2003). The evidence for pain in fish: The use of morphine as an analgesic. *Applied Animal Behaviour Science*, **83(2)**, 153–162.
60. Sneddon, L. U. (2011). Pain perception in fish: Evidence and implications for the use of fish. *Journal of Consciousness Studies*, **18(9–10)**, 209–229.
61. Stien, L. H., Bracke, M., Noble, C., & Kristiansen, T. S. (2020). *Assessing Fish Welfare in Aquaculture*.
62. Tejada, M., & Huidobro, A. (2002). Quality of farmed gilthead seabream [*Sparus aurata*] during ice storage related to the slaughter method and gutting. *European Food Research and Technology*, **215(1)**, 1–7.
63. Tulli, F., Fabbro, A., D'Agaro, E., Messina, M., Bongiorno, T., Venir, E., Lippe, G., Tibaldi, E., & Stecchini, M. L. (2015). The effect of slaughtering methods on actin degradation and on muscle quality attributes of farmed European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Journal of Food Science and Technology*, **52(11)**, 7182–7190.

64. Unión Europea. (2010). Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea. Diario Oficial de La Unión Europea, 83/195.
65. Van De Vis, H., Kestin, S., Robb, D., Oehlenschläger, J., Lambooij, B., Münkner, W., Kuhlmann, H., Kloosterboer, K., Tejada, M., Huidobro, A., Otterå, H., Roth, B., Sørensen, N. K., Akse, L., Byrne, H., & Nesvadba, P. (2003). Is humane slaughter of fish possible for industry? *Aquaculture Research*, **34(3)**, 211–220.
66. van de Vis, H., Reimert, H., Grimsbø, E., Gerritzen, M., Foss, A., Roth, B. (2024). Electrical stunning and killing of Lumpfish with commercial waterbath and dry stunners. NOFIMA. Final report 7/2024.
67. Zampacavallo, G., Parisi, G., Mecatti, M., Lupi, P., Giorgi, G., & Poli, B. M. (2015). Evaluation of different methods of stunning/killing sea bass (*Dicentrarchus labrax*) by tissue stress/quality indicators. *Journal of Food Science and Technology*, **52(5)**, 2585–2597.