

# RECOMENDACIONES PRÁCTICAS PARA MEJORAR EL SUMINISTRO DE ALIMENTO EN EL ENGORDE DE DORADA EN VIVEROS FLOTANTES





# RECOMENDACIONES PRÁCTICAS PARA MEJORAR EL SUMINISTRO DE ALIMENTO EN EL ENGORDE DE DORADA EN VIVEROS FLOTANTES



Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca  
Servicio de Formación y Transferencia Tecnológica



**Autor:** Felipe Aguado Giménez (Equipo de Acuicultura Marina-IMIDA).

**Coordinación:** María Dolores Hernández Llorente (Equipo de Acuicultura Marina-IMIDA).

**Equipo de Acuicultura Marina IMIDA:**

Ana Álvarez Trujillo.  
Ángel Hernández Contreras.  
Antonio Carrión Saura.  
Carmelo Martínez García.  
Cristino Martínez Romero.  
Irene Lozano Fernández.  
Jesús Cerezo Valverde.  
Jorge López Pardo.  
Manuel Abellán Conesa.  
María del Carmen Ballesteros Sánchez.  
Pedro López Vicente.

**Bioeconomía, Agua y Medio Ambiente. IMIDA:**

Benjamín García García.

**Colaboradores:**

Fernando Sanz (SKRETTING-España).  
Jordi Juan Parlorio (CULMAREX S.L.).  
Juan Manuel Aguirre (FARM-Asociación Empresas Acuicultura Región de Murcia).  
Mateo Ballester Moltó (PISCIALBA S.L.).  
Miguel Jover Cerdá (Universidad Politécnica de Valencia).  
Óscar Proessel (STEINSVIK Mediterranean).

**Patrocinadores:**



**Edita:**

Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca de la Región de Murcia  
Servicio de Formación y Transferencia Tecnológica

**Diseño e impresión:** ENAGRAF - [www.enagraf.com](http://www.enagraf.com)

**D.L.:** MU-687-2019

**Cita recomendada:**

Aguado-Giménez (2019). Guía de “Recomendaciones Prácticas para Mejorar el Suministro de Alimento en el Engorde de Dorada (*Sparus aurata*) en Viveros Flotantes”. Servicio de Formación y Transferencia Tecnológica. Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

## ÍNDICE

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.....	5
2. OBJETIVOS DEL TRABAJO.....	15
3. RECOMENDACIONES QUE NOS PERMITEN MEJORAR LA ALIMENTACIÓN DE LA DORADA.....	17
3.1. Gestionar el tamaño de los pellets .....	17
3.2. Adecuar el horario y la frecuencia de suministro .....	20
3.3. Adecuar la ración diaria.....	23
3.4. Ajustar la velocidad de suministro.....	26
3.5. Adaptar la distribución espacial del alimento.....	30
3.6. Mantener control de variables meteorológicas y oceanográficas....	32
3.7. Autoevaluación de la eficacia del suministro.....	36
3.8. Alentar al uso de equipamiento adecuado para la alimentación ....	38
3.9. Potenciar formación de operarios especializados en alimentación ...	40
 AGRADECIMIENTOS.....	 42
 BIBLIOGRAFÍA .....	 43



## 1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

Satisfacer las necesidades actuales de las personas sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas, el tan manido concepto de sostenibilidad, es más que un objetivo global una necesidad real ante la demanda social de implantación de sistemas de producción respetuosos con el medio ambiente. Una manera de acometer esta realidad, partiendo de la propia inquietud de los sectores productivos o de las administraciones competentes ante la exigencia social, es la

adopción por parte de ambos de una serie de principios no solo de índole ambiental, sino también económico y social, que formulados como acciones prácticas concretas y dirigidas de forma específica, sirvan de compromiso y realidad para minimizar las interacciones de los sistemas productivos con el medio ambiente.

Desde finales del siglo XX, la elaboración de Códigos de Conducta, Manuales de Buenas Prácticas, Guías o Códigos de Buenas Prácticas, se ha extendido a numerosas actividades económicas por todo el mundo. Podemos diferenciar los códigos de conducta de los de buenas prácticas en que los primeros son directrices o principios para perfilar prácticas y comportamientos específicos, mientras que los segundos son –o deberían ser– catálogos de acciones concretas dirigidas a conseguir unos objetivos determinados. Es decir, los Códigos de Conducta son las bases para el desarrollo de los Manuales de Buenas Prácticas, que definen objetivos y acciones específicas para mejorar procesos concretos. En el caso de la piscicultura, los Códigos de Conducta promueven una gestión y desarrollo responsable de la actividad, con el fin de asegurar producciones de calidad a la vez que se cuida el bienestar animal, el medio ambiente y las demandas de los consumidores, estableciendo y recomendando principios rectores para los productores que sirvan de autorregulación. Los Códigos de Conducta primigenios y referentes para la pis-



cicultura a nivel mundial son la “Guía para la Piscicultura Industrial Sostenible” (NENT, 1994), el “Código de Conducta para la Pesca Responsable” (FAO, 1995), y la “Guía Técnica para la Pesca Responsable” (FAO, 1997). En estos documentos entre otras cuestiones se insta a los gobiernos a promoverlos entre el sector, y junto con los Manuales de Buenas Prácticas, sirven de base para el establecimiento de programas de certificación de calidad y sostenibilidad.

Los Códigos de Conducta y Manuales de Buenas Prácticas no son ordenanzas de obligado cumplimiento sino recomendaciones para los productores, de modo que la responsabilidad de la sostenibilidad de la actividad queda en sus manos, pero también en manos de la buena gobernanza de las administraciones competentes, de modo que del compromiso de ambos con su cumplimiento depende en cierta medida tanto la imagen del sector como la integración social y medioambiental de la actividad. De este modo, tanto administraciones como el propio sector fomentan la aceptación voluntaria y su aplicación efectiva.

Dada la enorme diversidad de la acuicultura a nivel mundial, se requieren enfoques más equilibrados que aborden los problemas ambientales particulares, por lo que se solicita a los gobiernos que elaboren sus propios Códigos de Conducta. A nivel Europeo, la Federación Europea de Productores de Acuicultura elaboró el suyo (FEAP, 2000), con la finalidad de *“motivar y asistir en el desarrollo de principios de buenas prácticas que sirvan para su desarrollo individual en cada nación”*.

Promovido por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y con la participación de la FEAP y la Secretaría General de Pesca del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), se han elaborado unas directrices para el desarrollo sostenible de la acuicultura mediterránea, que quedaron plasmadas en tres guías, una de las cuales incluye un código de conducta y buenas prácticas en acuicultura (IUCN, 2009). Este documento expone cinco directrices o principios para la gestión responsable de la acuicultura en base a los que formular los Manuales de Buenas Prácticas:

- Deben abordar los tres pilares de la sostenibilidad: medioambientales, sociales y económicos.



- Deben basarse en los mejores conocimientos científicos disponibles.
- Deben construirse a partir del consenso entre los productores y otras partes interesadas, siguiendo un enfoque participativo.
- Deben ser revisados y ajustados regularmente.
- Deben adaptarse a las condiciones locales, a fin de que sean aplicables en distintos contextos sociales, económicos y ambientales.

Los Códigos de Conducta y los Manuales de Buenas Prácticas son elementos proactivos que promueven la compatibilidad de la actividad con su entorno socioeconómico (reglamentación, seguridad alimentaria, bienestar animal, trazabilidad), y que recomiendan acciones o comportamientos dirigidos a evitar o minimizar los efectos no deseados derivados de la actividad. Estos efectos adversos, en lo que a piscicultura marina se refiere, están relacionados en gran medida con la alimentación. Cabe destacar que precisamente la alimentación es el principal coste de producción de la empresa piscícola (Rana *et al.*, 2009; FAO, 2010; Robb and Crampton, 2013), por lo que minimizar el gasto en alimentación va a influir tanto en la economía de la empresa como en la descarga de residuos orgánicos e inorgánicos y su impacto ambiental a distintas escalas. La dependencia de harinas y aceites de pescado para la fabricación de los piensos influye notablemente en el precio del pienso para peces, pero también en la sostenibilidad de la actividad (García-García *et al.*, 2016).



En la última década se ha avanzado considerablemente en la reducción de dicha dependencia mediante la sustitución de las harinas y aceites de pescado por materias primas de origen terrestre tanto vegetal como animal, así como la utilización de subproductos pesqueros. Pero no solo se puede gestionar el coste de la alimentación con la elección de un pienso que utilice materias primas menos costosas económica y ambientalmente, sino también mediante una estrategia de alimentación adecuada que minimice el desperdicio de pienso a la vez que optimiza el rendimiento del cultivo. En el caso concreto de la dorada, la eficiencia de la alimentación también depende del comportamiento alimentario particular de esta especie, que mastica y жуetea con el pienso (Artigas, 1999; Andrews *et al.*, 2004), lo que genera



un desperdicio considerable en forma de fragmentos de pellets que no son consumidos. Estudios recientes sugieren que una gestión del tamaño de los pellets adaptada al comportamiento alimentario de la dorada puede suponer una reducción considerable del alimento desperdiciado (Ballester-Moltó *et al.* 2016). El alimento desperdiciado, además de suponer una merma en el rendimiento empresarial, también incrementa la descarga de residuos orgánicos al medio, lo que supone un mayor impacto ambiental.

En España, la iniciativa para la elaboración de un Manual de Buenas Prácticas para la piscicultura la tomó la Asociación Empresarial de Productores de Cultivos Marinos de España (APROMAR; López & Ojeda, 2012), asumiendo los principios del Código de Conducta de la FEAP (2000), de la que forma parte, y de la IUCN (2009).

Otros países europeos como Escocia también disponen de Manuales de Buenas Prácticas elaborados por iniciativa de los productores de salmón (SSPO, 2015). A escala internacional, la Alianza Mundial de Acuicultura (GAA, 2017) elaboró sus "Mejores Prácticas de Acuicultura" (*Best Aquaculture Practices: BAP*), que al igual que el de la SSPO (2015) y otros Manuales de Buenas Prácticas, estimulan la adopción de las recomendaciones de sostenibilidad con certificaciones de calidad del producto y de los sistemas productivos basado en un sistema de auditorías. La iniciativa de la GAA (2017) es una de las más ampliamente adoptadas a nivel mundial junto con los "Diálogos de Acuicultura" promovidos por WWF-ASC (2004-2018). No obstante, a pesar de lo reciente de su elaboración y del grado de desarrollo de la mayoría de Manuales de Buenas Prácticas, a menudo estos documentos van muy poco más allá que los Códigos de Conducta en que se inspiraron en relación a as-

pectos tan importantes como es el suministro de alimento, que recordemos es el principal coste de producción y causante de los impactos ambientales más significativos.

El Código de Conducta de FAO (1995) y su desarrollo en forma de Guía Técnica (FAO, 1997) son bastante generalistas, y formulan las siguientes directrices en relación a la alimentación de los peces: *“Los Estados deben promover prácticas y actitudes de acuicultura responsables...”*, y *“Los Estados deben promover esfuerzos para mejorar la selección y utilización de alimentos adecuados...”*.

El Código de Conducta de la FEAP (2000) avanza en lo relativo a la alimentación, y sus directrices están algo más definidas, lo que facilitaría la definición de objetivos y acciones específicas en un Manual de Buenas Prácticas: *“Adoptar prácticas de alimentación correctas para reducir el desperdicio, asegurar la mejor calidad de agua, la buena salud de los peces y el rendimiento de la producción”*:

- Todos los peces deben recibir una cantidad adecuada de alimento, formulado de forma nutricionalmente correcta y específico para la especie en cultivo.
- Dicho alimento debe haber sido compuesto y manufacturado adecuadamente, etiquetado y que sea del tamaño adecuado para el tamaño del pez al que se suministra.
- Las raciones diarias de alimento deben ser apropiadas para la especie en cultivo y las condiciones de cultivo disponibles en la zona de cultivo.
- Los métodos de distribución de alimento deben asegurar que todos los individuos tengan acceso suficiente al alimento suministrado.
- Debe evitarse la sobrealimentación ya que el desperdicio de alimento puede causar un deterioro de la calidad de agua.

GAA (2017) postula como únicos aspectos relativos a la alimentación que *“Los productores deben monitorizar con precisión el alimento suministrado, y minimizar el uso de harinas y aceites de pescado derivados de pesquerías silvestres”*. Como estándares para certificar las buenas prácticas en alimentación, la GAA incluye el ratio *“Fish In: Fish Out”* (FIFO; Ytrestøyl et al., 2015) y el Índice de Conversión (FCR: Feeding Conversion Ratio). El ratio FIFO es una medida de la eficiencia ecológica de un sistema piscícola, que compara la cantidad de pescado consumida por el sistema en forma de harinas y aceites de pescado de origen salvaje con la cantidad de pescado producido. Se requiere un esfuerzo por parte de los productores por reducir el *“Fish In”* de la granja mediante el empleo de piensos con un ratio

FIFO < 1 (los productores de pienso deben haber obtenido el certificado BAP-GAA correspondiente previamente) que les permitan obtener a ellos ratios FIFO < 1.5 (GAA, 2017). De manera similar, WWF-ASC (2017) propone el índice “*Fishmeal Forage Fish Dependence Ratio*” (FFDR), que barema la dependencia de harinas y aceites de pescado de captura en el pienso utilizado para producir peces considerando el FCR obtenido (Péron *et al.*, 2010). En el caso de la dorada, dicho índice debe ser  $\leq 1.75$ . El FCR relaciona la cantidad de alimento utilizado (tanto consumido como desperdiciado) para producir una biomasa determinada. Una disminución del FCR implica un uso eficiente del alimento minimizando el desperdicio. Reducir el FCR depende enormemente de la calidad intrínseca del pienso, de lo que va a depender su digestibilidad proteica y energía digestible, y de una correcta estrategia de alimentación que considere un adecuado racionamiento, horario, frecuencia de suministro y distribución del alimento, adaptados al comportamiento alimentario de la especie en cultivo, así como de un exhaustivo control y atención durante el suministro del alimento para evitar la sobrealimentación. Actualmente se dispone de tecnología adecuada para optimizar el suministro minimizando el desperdicio (Føre *et al.*, 2017; Zhou *et al.*, 2017).

En lo relativo a alimentación, la “Guía de Buenas Prácticas” de APROMAR (López & Ojeda, 2012) para la piscicultura en España, hace una serie de recomendaciones respecto a sostenibilidad, formulación y uso del alimento, que son bastante coincidentes con las que se plantean en la mayoría de Manuales de Buenas Prácticas:

- Uso de los alimentos disponibles más apropiados formulados específicamente y permitidos por las autoridades sanitarias.
- Elaboración de un plan de manejo de alimentación que incluya:
  - Volumen correcto de alimento.
  - Método de distribución y periodo del día.
  - Monitoreo del crecimiento e FCR para evaluación de protocolo de alimentación.
  - Adecuado almacenamiento y gestión del alimento.
- Exigir a proveedores que las materias primas de los piensos estén certificadas como sostenibles.



- Promover la investigación de materias primas alternativas.
- Priorizar a proveedores que tengan implantado un sistema de gestión ambiental.

Avanzando en el gobernanza y el desarrollo de la acuicultura, la Comisión Europea elaboró en 2013 la “Guía Estratégica para el Desarrollo Sostenible de la Acuicultura en la Unión Europea” (COM, 2013), con recomendaciones acerca de:

- Simplificación de los procedimientos administrativos para la autorización de iniciativas acuícolas.
- Planificación espacial.
- Mejorar la competitividad a través de la diversificación y la acuicultura extensiva.
- Promover la igualdad de condiciones de los operadores mediante el aprovechamiento de sus ventajas competitivas: certificaciones y etiquetado.

Asimismo, esta Guía Estratégica insta a los Estados Miembros a que desarrollen Planes Estratégicos Plurianuales para la promoción de una acuicultura sostenible junto con Programas Operativos complementarios con el Fondo Europeo Marítimo y de la Pesca, a que establezcan foros donde compartir y evaluar las buenas prácticas identificadas en políticas, programas o acuerdos, y a la creación de Consejos Asesores de Acuicultura. Todos estos mecanismos están actualmente en marcha en España. Otras directivas europeas también hacen recomendaciones respecto al desarrollo de la acuicultura, como es el caso de Directiva Marco del Agua y la Directiva Marco de las Estrategias Marinas, las cuáles quedan recogidas en el documento SWD (2016). Tratan aspectos diversos de la acuicultura, como son los impactos bentónicos y la descarga de nutrientes, enfermedades y parásitos, descargas químicas (antifouling, medicamentos, etc.), escapes, especies alóctonas, impactos físicos, interacciones con la fauna silvestre y control de depredadores (principalmente aves ictiófagas).

Respecto a los impactos derivados del enriquecimiento orgánico y descarga de nutrientes relacionados con la piscicultura, se recomienda a la industria la utilización de alimentos de alta calidad y digestibilidad, suministrados haciendo uso de sistemas eficientes de alimentación tales como cámaras sumergibles u otros mecanismos que permitan monitorizar la alimentación, lo que permitiría minimizar la descarga de nutrientes y el desperdicio de alimento.



La práctica totalidad de las iniciativas para mejorar la sostenibilidad de la piscicultura a través de códigos, guías o manuales de buenas prácticas, otorgan la mayor importancia en cuestiones de alimentación al origen de las materias primas con que se elaboran los piensos, instando a la reducción de la dependencia de harinas y aceites de pescado. Esto es importante a una escala global de explotación de los recursos (García-García *et al.*, 2016), pero también es básico actuar en el día a día de la alimentación durante el proceso de crianza.

En cuanto a la eficiencia del proceso, el seguimiento del FCR es lo más ampliamente sugerido. El alimento es el principal coste de producción y el origen de los impactos ambientales más relevantes, y de su buen uso depende tanto el balance de costes y beneficios como la magnitud de los impactos.

A pesar del tiempo transcurrido desde que se empezaron a criar doradas de forma intensiva y de haberse dado por consolidada su técnica de cultivo, los propios productores reconocen que es a menudo impredecible como se va a desarrollar cada ciclo de producción de dorada, debido al complejo comportamiento alimentario de esta especie y a la enorme variabilidad entre lotes en relación a su desenvolvimiento. Esto implica que la manera de alimentar a la dorada no sólo es diferente a cómo se alimentan otras especies, sino que cada lote se comporta de diferente manera y requiere una atención y dedicación especial y particular. La manera en que proporcionamos el alimento a los peces es casi tan importante como su composición. Por muy alta que sea la calidad de las materias primas y por mucho que reduzcamos la dependencia de las harinas y aceites de pescado, si no se optimiza el suministro no podremos mejorar el rendimiento de la producción.

Aunque todos los códigos, guías o manuales de buenas prácticas apuntan la necesidad de un control en el suministro del alimento, las actuaciones pro-

puestas son demasiado generalistas como para que los productores dispongan de al menos un marco de referencia práctico a partir del cual organizar sus procedimientos de alimentación concretos para que su proceso productivo sea más eficiente. En esta guía de “Recomendaciones Prácticas para Mejorar el Suministro de Alimento en el Engorde de Dorada en Viveros Flotantes” se conjuga una profunda revisión bibliográfica y documental con el conocimiento generado a partir del desarrollo de proyectos de investigación específicos sobre alimentación de doradas, y la experiencia de piscicultores, productores de pienso, de otros investigadores y tecnólogos, y expertos en materias afines. Las diferencias en cuanto a escala entre los trabajos de investigación y la producción intensiva, y la ausencia de trabajos empíricos rigurosos a escala de producción intensiva en relación al conocimiento intuitivo sobre cómo alimentar a la dorada generado a nivel de granja, impiden la formulación de recomendaciones prácticas precisas y protocolizadas como si de un recetario se tratase, lo que a su vez parecería poco acertado a la vista de la enorme variabilidad que muestra la dorada en su desenvolvimiento en cultivo.

No obstante, tanto el fruto de la investigación a escala de laboratorio y del estado del arte actual, junto con el conocimiento derivado de la experiencia de los productores, si permiten realizar indicaciones de utilidad para ser adaptadas a las particularidades de cada situación, que en definitiva es lo que pretende esta guía. Es por tanto el fruto del diálogo entre los agentes implicados y del mejor conocimiento científico disponible, recogidas en un documento elaborado tras el desarrollo del proyecto FEDER (2016-2018) titulado “Disminución de los costes de producción de la alimentación y del impacto ambiental asociado en el cultivo de dorada: incorporación de microalgas en la dieta y establecimiento de estrategias óptimas de distribución del alimento”, y la celebración de las “Jornadas de Transferencia de Resultados de Investigación: Bases para la elaboración de la guía Recomendaciones Prácticas para Mejorar el Suministro de Alimento en el Engorde de Dorada en Viveros Flotantes”, que tuvo lugar en la Estación de Acuicultura Marina del IMI-DA el jueves 29 de Noviembre de 2018, que sirvió de foro de debate y consenso para su conclusión.

**JORNADAS DE TRANSFERENCIA de resultados de investigación**

**Bases para la elaboración de la guía:**  
**"Recomendaciones para una Mejor Alimentación de la Dorada"**

Jueves, 29 de Noviembre de 2018 Lugar: Salas de actos de la Estación de Acuicultura Marina del IMI-DA, Estación de Acuicultura Marina del IMI-DA, Estación de Acuicultura Marina del IMI-DA

El principal objetivo del IMI-DA es la búsqueda de soluciones para los problemas reales del sector agropecuario a escala de nuestra Región. Que mediante un diálogo franco con empresas y administraciones relacionadas con la producción surgen las ideas que transformamos en proyectos para tratar de dar respuesta a las necesidades del sector. La divulgación de nuestros resultados -científicamente aplicados- es uno de los ejes centrales de nuestro trabajo. En el ámbito de la dorada (Iberus lanceolatus), a pesar de ser la especie más comercial en el presente mercado iberoamericano, aún se dispone de escasa información científica y técnica al respecto de aspectos de alimentación que son un componente de la especie. Con este fin tenemos desarrollada recientemente un proyecto de investigación de cuyos resultados queremos hacerlos públicos, mediante nuestra actividad, y queremos invitarles a participar en esta jornada, la cual tiene una triple finalidad:

- Mostrar los resultados de investigación de interés para el sector de la acuicultura.
- Intentar las bases para la elaboración de un "Guía de Recomendaciones Prácticas para una Mejor Alimentación de la Dorada".
- Conocer y permitir conocer las necesidades actuales del sector acuícola para fomentar su desarrollo en la Región de Murcia.

**10:00** Apertura de la jornada, recepción de participantes y presentación. **D. Vicente J. Párriz** Navarro, Director del IMI-DA.

Presentación del proyecto FEDER "Disminución de los costes de producción de la alimentación y del impacto ambiental asociado en el cultivo de dorada: incorporación de microalgas en la dieta y establecimiento de estrategias óptimas de distribución del alimento". **Dra. Mª Dolores Hernández López**, Coordinadora del Equipo de Acuicultura Marina del IMI-DA.

**10:15** Presentación de la iniciativa de elaboración de la guía "Recomendaciones para una Mejor Alimentación de la Dorada". **D. Felipe Aguado Gómez**, Investigador IMI-DA.

**10:30** Estrategias de alimentación para reducir el desperdicio de alimento en el engorde de dorada. **D. Felipe Aguado Gómez**, Investigador IMI-DA.

**10:50** Cómo reparte la mejora de la alimentación de la dorada en la rentabilidad y en la sostenibilidad de la actividad. **D. Sergio Cortés Corcuera**, Investigador IMI-DA.

**11:15** Pausa - café

**11:45** Mesa redonda: Estrategias de producción y de alimentación. Bases para la elaboración de la guía "Recomendaciones para una Mejor Alimentación de la Dorada". Intervenciones:  
 D. Felipe Aguado Gómez, Director Técnico de Piscicultura S.L. y investigador del IMI-DA (Problemas sobre cómo de alimentar a una dorada en piscicultura)  
 D. Fernando Ruiz, Director General de Acuicultura, España. La fabricación de piensos para la mejora de la proteína alimentaria de la dorada.  
 D. José Juan Turbaco, Responsable Alimentación CLIMARK S.L.U. Ventajas e inconvenientes de la extracción "FAB" vs "AF" que se utiliza en la alimentación de la dorada. Control de la distribución respecto la alimentación simultánea de varias unidades mediante el uso de cámaras termográficas.  
 D. Oscar Moreno, Responsable de la distribución del alimento. Gestión de Salmoroll España.  
 D. José Manuel Aguado González, Presidente de la Asociación de Empresas de Acuicultura de la Región de Murcia, FARM. Compromiso en sostenibilidad del sector acuícola nacional.

A dicho evento asistieron 36 participantes, estando representadas todas las partes interesadas en la alimentación de la dorada: 15 representantes de las empresas productoras del Mediterráneo español (CULMAREX, Ricardo Fuentes e Hijos, Servicios Atuneros del Mediterráneo, NIREUS, PISCIALBA, ANDRÓMEDA y Alevines de Guardamar), 1 empresa líder fabricante de pienso para peces (SKRETTING España), 1 consultor en materia de acuicultura (TAXON Estudios Ambientales), 1 representante de la Asociación de Productores de la Región de Murcia (FARM), 11 investigadores de OPI's de Murcia (IMIDA, IEO), Alicante (UA) y Valencia (UPV), 3 tecnólogos directamente involucrados en la alimentación de peces (Centro Tecnológico Naval y del Mar, STEINSVIK Mediterranean y AKVAGROUP), 1 formador de técnicos especialistas en acuicultura (IES Tárraga), 2 técnicos especialistas en acuicultura y 1 auxiliar de pesca y acuicultura (IMIDA).



Conceptualmente, esta guía se concibe como una herramienta dinámica, en el sentido de que debe estar sometida a una adaptación continua conforme al progreso en la generación de conocimiento científico y a la experiencia ganada por los productores durante su aplicación. Debe por tanto estar en revisión permanente, lo que ha de servir de estímulo para mantener, incluso fortalecer, el contacto entre los distintos actores implicados en la crianza de la dorada en favor de la mejora de la competitividad y sostenibilidad de esta actividad en nuestra Región.

**Los “Códigos de Conducta” incluyen directrices o principios para perfilar prácticas y comportamientos específicos. Los “Manuales de Buenas Prácticas” definen objetivos y acciones específicas para mejorar procesos concretos. Los primeros son la base para el desarrollo de los segundos. Ambos son principios rectores que sirvan de “autorregulación”. En el caso de la piscicultura se pretende asegurar producciones de calidad a la vez que se cuida el bienestar animal, el medio ambiente y las demandas de los consumidores.**

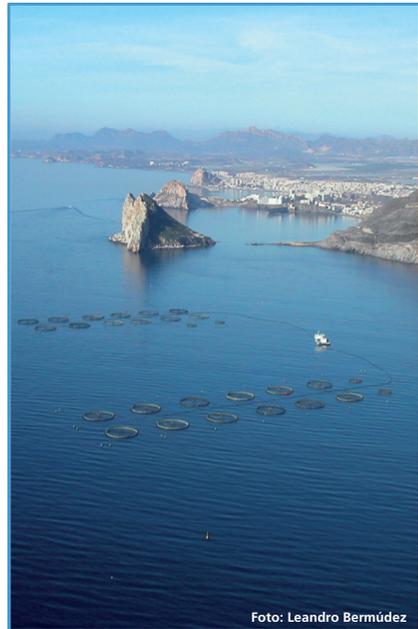
## 2. OBJETIVOS DEL TRABAJO

La piscicultura intensiva se puede abordar de dos maneras, bien maximizando el crecimiento de los peces, bien minimizando el FCR. La cantidad de alimento utilizado difiere según cual sea el objetivo, ya que está comprobado que la tasa de alimentación es mayor para obtener un crecimiento máximo que para conseguir un rendimiento (FCR) óptimo (Guillaume, 1999). Maximizar el crecimiento tiene la ventaja de que la talla comercial se alcanza un poco antes, pero a expensas de un mayor consumo y desperdicio de alimento. En el caso de la dorada, esto es especialmente inquietante, ya que su comportamiento alimentario particular (jugueteo con el pienso cuando están saciadas o próximas a estarlo (Artigas, 1999) y masticado (Andrew *et al.*, 2004; Ballester-Moltó *et al.*, 2016) favorece la sobrealimentación, el desperdicio de alimento ya sea en forma de pellets enteros o en fragmentos, y confunde a los operarios alimentadores. Por el contrario, maximizar la eficiencia de la alimentación (minimizar el FCR) supone una tasa de crecimiento ligeramente más baja, por lo que se requerirá de algo más de tiempo para alcanzar la talla comercial, pero con un menor coste de alimentación y menor desperdicio.

Atendiendo a las directrices tanto nacionales como internacionales en materia de sostenibilidad de la piscicultura, plasmadas en los diferentes Códigos de Conducta y Manuales de Buenas Prácticas, la reducción del consumo de recursos es una de las prioridades a nivel mundial, tanto en origen (disminución de la dependencia de materias primas de origen marino) como en destino (desperdicio por sobrealimentación o por comportamiento de los peces). Parece pues obvio que la demanda social a cerca de la productividad piscícola invita a mejorar el rendimiento por encima de la velocidad de crecimiento aunque el proceso sea un poco más largo, pero también será menos costoso económica y ambientalmente. Por consiguiente, podemos convenir en que el objetivo general de esta guía sea **“proporcionar una serie de pautas y conocimientos para optimizar el uso del alimento destinado al engorde de dorada en viveros flotantes”**, lo que nos ha de permitir mejorar el rendimiento de las explotaciones, disminuir los costes y por lo tanto incrementar los beneficios y la competitividad, y reducir el desperdicio de alimento, contribuyendo pues a la minimización del impacto ambiental derivado de la actividad. Puesto

que esta guía está concebida desde un punto de vista práctico, cada una de las tareas relativas a la alimentación sobre las que se puede actuar en aras del cumplimiento de los objetivos generales anteriormente planteados, son en sí mismas objetivos específicos:

- Gestionar el tamaño de los pellets.
- Adecuar el horario y frecuencia de suministro.
- Adecuar la ración diaria.
- Ajustar la velocidad de suministro.
- Adaptar la distribución espacial del alimento.
- Mantener un control de variables climatológicas e hidrográficas.
- Auto-evaluación de la eficacia del suministro.
- Alentar al uso de equipamiento adecuado para la alimentación.
- Potenciar la formación de operarios especializados en alimentación.



**El Objetivo General de esta Guía es proporcionar una serie de pautas y conocimientos para *“optimizar el uso del alimento destinado al engorde de dorada en viveros flotantes”*.**

### **3. RECOMENDACIONES QUE NOS PERMITEN MEJORAR LA ALIMENTACIÓN DE LA DORADA**

#### **3.1. GESTIONAR EL TAMAÑO DE LOS PELLETS**

Alimentando doradas con pellets de menor tamaño al habitual, el número de pellets que tiene que capturar un pez para conseguir la misma cantidad de alimento es mayor que si se utilizan pellets más grandes. Cabría esperar que en estas circunstancias los peces tuviesen un consumo energético mayor para obtener el mismo alimento, lo que podría derivar en un crecimiento más pobre. Sin embargo, experiencias piloto comparando el consumo medio diario de oxígeno con alimentación en doradas de igual tamaño alimentados con pellets de 2, 4 y 6 mm nos demostraron que no había diferencias significativas en el consumo de oxígeno debidas al tamaño de los pellets (Aguado-Giménez, unpub. data), luego el esfuerzo de captura de alimento no varía significativamente si los peces tiene que capturar un mayor o menor número de pellets para conseguir la misma cantidad de alimento. Esto podría estar relacionado con el número de pellets ofrecidos: si se suministran pellets pequeños cada pez tiene que capturar un mayor número de ellos, pero al haber más pellets la competencia por conseguirlos es menor, mientras que si los pellets son más grandes necesita capturar menos unidades pero al haber menos tiene que pelear más por conseguirlos.

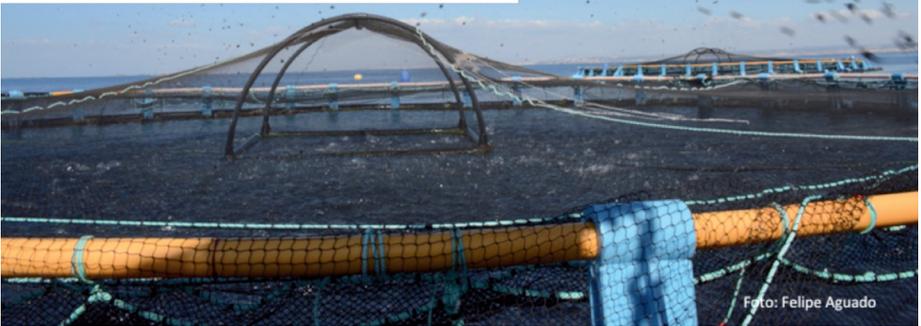
La dorada es capaz de alimentarse y crecer bien con pellets de tamaños menores y mayores de los recomendados para su talla (Ballester-Moltó *et al.*, 2016; Aguado-Giménez, 2018; Aguado-Giménez *et al.*, 2018). En salmón Atlántico (*Salmo salar*) se ha comprobado que pellets de menor tamaño del habitual son ingeridos más rápidamente (Smith *et al.*, 1995). La dorada, cuanto más grande es el pellet mayor es la manipulación a la que tiene que someterlo en la boca, lo que incluye su masticado para fragmentarlo en trozos menores para poder tragarlo. Esto genera un desperdicio tanto mayor cuanto más grande es el pellet y más grande sea la dorada (Ballester-Moltó *et al.*, 2016; Aguado-Giménez, 2018), que en condiciones de cultivo intensivo podría verse incrementado ya que la competencia por el alimento les forzaría a una manipulación más rápida y menos eficiente del pellet. Estudios recientes demuestran que utilizando un régimen de pellets de menor tamaño que el



habitual pero de igual composición, el crecimiento de la dorada es tanto o más satisfactorio y el rendimiento del proceso de engorde mejora sustancialmente (Ballester-Moltó *et al.*, 2016; Aguado-Giménez, 2018).

Aunque esta constatación experimental necesita ser validada en condiciones de cultivo intensivo en viveros flotantes en mar abierto aplicando una metodología rigurosa, algunos productores ya han realizado pruebas piloto cuyos resultados coinciden con los obtenidos en los estudios anteriormente mencionados. No obstante entendemos que todavía podría ser pronto para dar una recomendación rotunda en el sentido de la no utilización de pellets de tamaño mayor a 4 mm de diámetro para el engorde de doradas en tanto no se lleve a cabo dicha validación. Pero a pesar de ello, y a la vista de los reiterados resultados obtenidos gestionando el tamaño de los pellets de esta forma –tanto experimentales como escala intensiva–, y considerando las perspectivas tan prometedoras en la mejora del rendimiento de la producción, sería recomendable prolongar ligeramente en el tiempo el uso de pellets de 2 mm., hasta que los peces alcancen los 70-100 g. de peso medio aproximadamente. Algunos fabricantes de piensos ofrecen un calibre intermedio, de 2.5-3 mm. que podría ser adecuado para peces entre 50 y 100 g. A partir de 100 g. de peso y hasta el final del engorde merece la pena utilizar sólo pellets de 4 mm., incluso si la talla comercial pretendida es superior a los 450 g. No obstante, si el objetivo es producir doradas de peso final en torno a 1 kg. o incluso más grandes, la alternancia de pellets de 4 mm. con pellets de tamaño superior debe ser considerada, ya que doradas de gran tamaño y en especial durante los meses de aguas frías a menudo pierden el interés por alimentarse con pellets pequeños (Ballester-Moltó, com. pers.).

Los requerimientos energéticos y la relación proteína/energía varían conforme crecen los peces, en función de su estado fisiológico y las condiciones ambientales, de modo que las doradas jóvenes necesitan un mayor aporte proteico para obtener los nutrientes y la energía necesarios para su óptimo crecimiento, y conforme crecen sus requerimientos energéticos aumentan pero con una relación proteína/energía menor, obteniendo la energía mayoritariamente de las grasas (Jover, 2009). Es por ello que la composición de los piensos varía dependiendo del tamaño de los peces a los que va dirigido. Así, normalmente los pellets de 4 mm. tienen un mayor contenido en proteína y menor de lípidos que los pellets de 6 mm. Caso de no utilizar pellets de más de 4 mm hay que asegurarse de que desde que los peces tengan aproximadamente 200 g. de peso, la composición del alimento debe ser la adecuada para su edad (menor proteína y más lípidos). Los fabricantes de piensos están capacitados, de hecho algunos ya lo hacen, para fabricar pellets de 4 mm. con la composición de los de 6 mm. bajo demanda.



La dorada juega con los pellets y los mastica, generando un desperdicio considerable de alimento. Este comportamiento es tanto más acusado cuanto más grande es el pez y el pellet proporcionado. Recomendamos el uso de pellets de calibre 2-3 mm hasta que los peces alcancen los 100-120 g de peso aproximadamente, y a partir de esa talla utilizar pellets cuyo tamaño no supere los 4 mm hasta alcanzar una talla comercial torno a los 400-500 g. Si el objetivo es alcanzar tamaños comerciales mayores ( $\geq 1$  kg), la mezcla o alternancia de pellets de 4 mm con otros de 6 mm es recomendable frente al uso de pellets de tamaño  $> 4$  mm exclusivamente.

### 3.2. ADECUAR EL HORARIO Y LA FRECUENCIA DE SUMINISTRO

Para algunas especies de peces se ha constatado que la alimentación a determinadas horas del día puede ser más efectiva en términos de aprovechamiento del alimento (Madrid *et al.*, 2001). Asimismo, algunos trabajos han puesto de manifiesto que el suministro de alimento en varias tomas a lo largo del día también supone una ventaja, de modo que ambos aspectos –horario y frecuencia– influyen en el rendimiento de la explotación (Bolliet *et al.*, 2001). No obstante hay que tener en cuenta que el horario laboral de las empresas de engorde de peces podría no abarcar el horario óptimo de la especie, y que además, dependiendo de la especie ese horario óptimo puede variar a lo largo del año (Madrid *et al.*, 2009). Por tanto, habría que buscar dentro del horario de trabajo cuál es el momento más adecuado. Asimismo, el número de tomas que se proporcionan a los peces a veces está gobernado por la disponibilidad de medios humanos y/o materiales. Estas cuestiones podrían solventarse de manera relativamente fácil y poco costosa en una instalación en tierra mediante sistemas automatizados y/o a demanda. Sin embargo, para el engorde en viveros flotantes en mar abierto todo esto se complica técnicamente y se encarece sustancialmente.

Al complejo comportamiento masticador de la dorada hemos de añadir que esta especie muestra una gran flexibilidad en su patrón de alimentación. Algunos estudios con doradas demuestran que el fraccionamiento de la ración diaria tampoco supone una mejora considerable en el crecimiento (Velázquez *et al.*, 2006). Otros sin embargo revelan que tanto el crecimiento como el rendimiento de las doradas mejoran si se aportan dos o tres tomas, pero cuanto más se fracciona la ración, el desperdicio de alimento es mayor, especialmente en individuos pequeños y grandes (Aguado-Giménez, 2018; Aguado-Giménez *et al.*, 2018). Esto es debido a una combinación de factores como son (i) la notable ansiedad y competencia en doradas pequeñas que favorece el desperdicio, sumado a

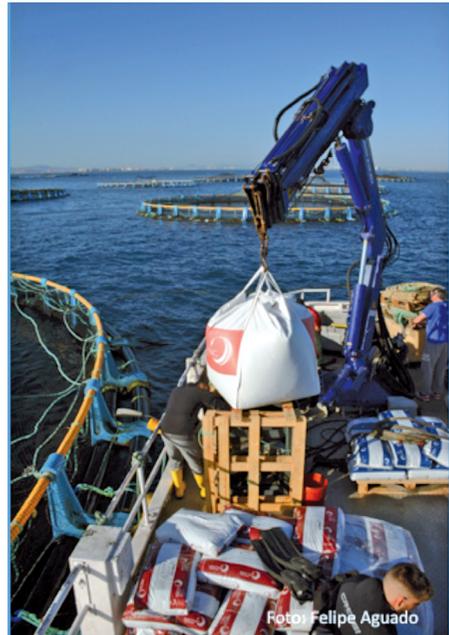


Foto: Felipe Aguado

que (ii) la reiteración de fases de competencia con otras de saciedad parcial (como consecuencia de alimentarse después de haberlo hecho antes) potenciaría el efecto de jugueteo con el alimento, y (iii) el tamaño de los pellets aportado: al suministrar pellets grandes (6 mm.) a doradas grandes cuando están parcialmente saciadas se incrementa la pérdida de alimento por jugueteo y masticado, mientras que en peces medianos alimentados con pellets medianos (4 mm.) el desperdicio se reduce considerablemente. Nuevamente comprobamos que el tamaño del pellet es determinante en la cantidad de alimento que puede llegar a desperdiciarse en el engorde de doradas.

Los peces en cultivo muestran un comportamiento anticipatorio que les sirve para prepararse para los acontecimientos sucesivos a los que han sido condicionados o que están acostumbrados. El ruido de las embarcaciones o la presencia de operarios a determinadas horas del día a las que suelen ser alimentados les pone en alerta, desencadenándose una serie de procesos endocrinos y neuroendocrinos encargados de regular la ingesta, que les predispone para utilizar el alimento de manera óptima (Sánchez-Vázquez & Madrid, 2001; Madrid *et al.*, 2009; Oppedal *et al.*, 2011).

Aunque la dorada puede tener un momento óptimo para ser alimentada que puede variar conforme a su edad y a la época del año, lo cierto es que como muchas otras especies de peces se adapta a alimentarse casi a cualquier hora del día, desplegando un comportamiento anticipatorio condicionado. Por consiguiente, si se mantiene una rutina consistente en el horario y frecuencia de suministro, el aprovechamiento del alimento será óptimo o próximo al óptimo (Madrid *et al.*, 2009), teniendo siempre en cuenta los mejores momentos en función del tamaño de los peces y la época del año. A los beneficios de proporcionar la ración diaria en al menos dos tomas (más tomas puede no ser práctico; Dwyer *et al.*, 2002; Tucker *et al.*, 2006; Wang *et al.*, 2009; Zhou *et al.*, 2017; Aguado-Giménez, 2018; Aguado-Giménez *et al.*, 2018) hemos de añadir que hacerlo en una única toma requeriría de un

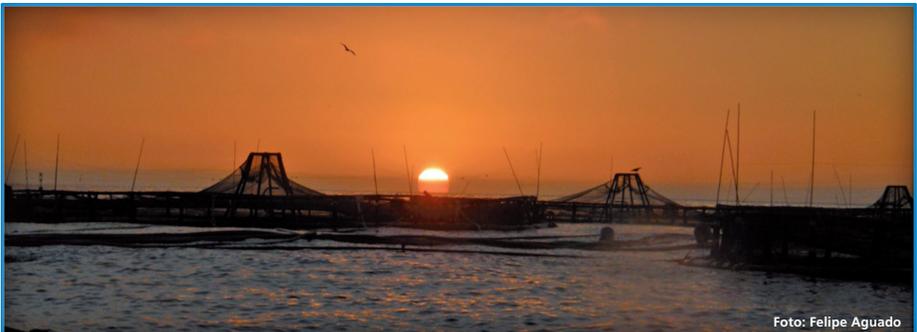


Foto: Felipe Aguado



control minucioso del suministro durante un tiempo prolongado, y el tiempo es algo de lo que no siempre se dispone en una explotación.

Por otra parte también hemos comprobado que en la mayoría de los casos, independientemente del tamaño del pez, del tamaño del pellet y de la velocidad con que se suministre, se desperdicia más alimento en la segunda toma, lo que podría estar relacionado con la reiteración de fases de competencia y la saciedad de la que hablamos con anterioridad.

Asimismo, los horarios vespertinos parecen ser los menos adecuados (Aguado-Giménez, 2018; Aguado-Giménez *et al.*, 2018).



En definitiva, teniendo en cuenta que en la mayoría de las granjas en viveros flotantes en mar abierto la duración jornada laboral "a pie de vivero" no se extiende más allá de las 8 horas al día, todo parece indicar que sería preferible alimentar a las doradas en dos tomas, una de ellas a primera hora y otra antes del mediodía, tal como se viene haciendo habitualmente, pero prestando especial atención durante la segunda toma para evitar desperdicio de alimento. De tener que hacerlo en una sola toma, si se trata de peces pequeños (< 100 g.) preferiblemente a primera hora de la mañana, si son grandes (> 300 g.) preferiblemente próximo al mediodía. Las doradas medianas (100-300 g.) son las más flexibles, de modo que de tener que alimentarse en una sola toma el horario se puede adaptar a la logística de cada instalación. En cualquier caso, se debe mantener estable el horario de alimentación, de modo que los peces siempre estén en las mejores condiciones posibles de recibir el alimento. Pero tan importante como ser consistente en

la rutina alimentaria, es adaptar dicha rutina a la conducta de las doradas. Ya hemos comentado anteriormente lo variable que puede llegar a ser el comportamiento de esta especie, y las enormes diferencias que se pueden observar entre lotes de doradas de la misma edad y procedencia estabuladas en idénticas condiciones, de modo que las pautas de horario y frecuencia arriba mencionadas deben ser consideradas como un referente. Por lo tanto, la observación del comportamiento y el rendimiento que ofrecen los lotes en relación al horario y frecuencia de suministro es fundamental para que cada productor pueda adaptarlo a las circunstancias de cada lote.

Mantener una rutina en cuanto al horario de suministro de alimento y el número de tomas es importante para beneficiarse del comportamiento anticipatorio que exhiben los peces en general y la dorada en particular, que les predispone para aprovechar mejor el alimento. Prestar especial atención al suministrar las segundas tomas, particularmente en peces de tamaño pequeño, ya que las doradas desperdician más alimento cuando están parcialmente saciadas.

### 3.3. ADECUAR LA RACIÓN DIARIA

Con anterioridad hemos comentado que la cantidad de alimento necesaria para conseguir el máximo crecimiento o para obtener el máximo rendimiento difieren. Dicha cantidad también dependerá por tanto del contenido energético y del ratio proteína/energía del alimento.

Varios autores han demostrado con doradas de diferentes tamaños (Mihelakakis *et al.*, 2002; Andrew *et al.*, 2004; Bonaldo *et al.*, 2010; Aguado-Giménez, 2018; Aguado-Giménez *et al.*, 2018) y con otras especies afines (Ozorio *et al.*, 2009; Yokohama *et al.*, 2010; Rahim *et al.*, 2017) que suministrando raciones ligeramente restringidas respecto a las recomendadas se mejora la eficiencia de la alimentación.

Además, la dorada alimentada con una ración ligeramente reducida desperdicia una cantidad considerablemente menor de alimento (Aguado-Giménez, 2018; Aguado-Giménez *et al.*, 2018), lo que incrementa el rendimiento de la producción. Sin embargo, en condiciones intensivas en viveros flotantes, la voracidad de las doradas cuando están infraalimentadas les lleva a mordisquear casi cualquier cosa que puedan encontrar den-



Foto: Felipe Aguado

tro del vivero, especialmente las redes. Si éstas además están excesivamente colonizadas de fouling resultan especialmente atractivas, incluso cuando las doradas están bien alimentadas. Esto incrementa el riesgo de escape de ejemplares y obliga a una mayor intensidad y rigurosidad de las revisiones y mantenimiento de las instalaciones. Los avances recientes en el conocimiento sobre el comportamiento alimentario de la dorada y el desperdicio ocasionado por el uso de tamaños de pellets superiores a 4 mm (Ballester-Moltó *et al.*, 2016; Aguado-Giménez, 2018; Aguado-Giménez *et al.*, 2018), invitan a una reevaluación y actualización de los modelos de racionamiento diario, que proporcione nuevas tablas de alimentación actualizadas como referencia para la alimentación a escala industrial. Esta tarea requiere la realización de ensayos específicos bajo un amplio rango de temperatura, con individuos de diferentes tamaños, con un riguroso control del suministro, del desperdicio, del crecimiento y del rendimiento, y de la composición nutricional del alimento, de modo que cada tipo de alimento vaya acompañado de una tabla de alimentación específica de referencia.

Normalmente los productores de doradas, guiados por las tablas y modelos de alimentación y crecimiento que proporcionan algunos fabricantes de pienso y por la experiencia ganada en el trabajo del día a día con los métodos disponibles utilizados, elaboran sus propias tablas de alimentación. Estas tablas adaptadas son elementos dinámicos no estrictos, que se modifican continuamente. En tanto no se actualizan las tablas de alimentación de referencia conforme a las peculiaridades de la dorada, la recomendación respecto al racionamiento diario va pareja a las dos recomendaciones anteriores: si el productor se decide por variar el régimen de tamaños de pellets, debería autoevaluar el racionamiento conforme a su programa de alimentación, partiendo de sus propias tablas de alimentación.

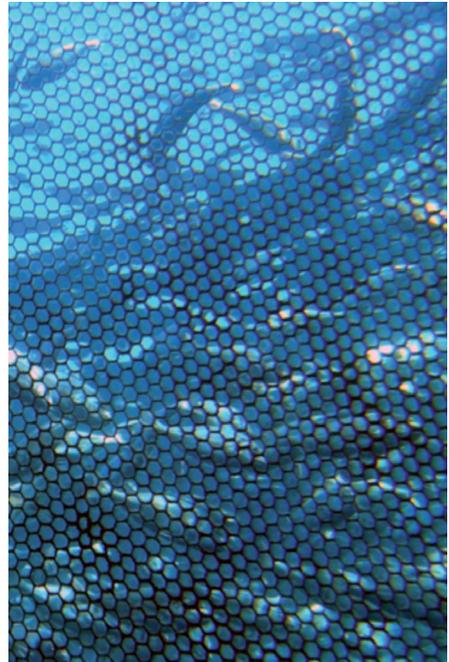
Por otra parte, es sabido que algunas especies de peces pueden modular su ingesta y su tasa de crecimiento para compensar períodos de restricción de alimento, lo que se conoce como crecimiento compensatorio (Nicieza y Ál-



Foto: Felipe Aguado

varez, 2009). El crecimiento compensatorio después de un período de ayuno puede ser parcial, total o incluso superior al obtenido por peces sin restricción de alimento, dependiendo de la especie, la intensidad del ayuno y de la sobrealimentación posterior entre otros múltiples factores (Jobling, 1994; Ali *et al.*, 2003; Eroldogan *et al.*, 2006). Dejar de alimentar durante períodos breves y utilizar el crecimiento compensatorio como una estrategia para optimizar el proceso productivo de peces es una herramienta que en determinados casos puede mejorar el crecimiento, la utilización del alimento, reducir la dispersión de tamaño de los lotes, mejorar la calidad del agua de cultivo y reducir la dedicación y el gasto de alimento (Peres *et al.*, 2011), aunque existe una considerable controversia y necesidad de incrementar el conocimiento en este sentido (Ali *et al.*, 2003).

Los períodos de ayuno suelen ir acompañados de fases de hiperfagia, y algunos productores de dorada, concedores de este comportamiento, dejan de alimentar sistemáticamente un día a la semana, normalmente los domingos, en base a los beneficios que a esta estrategia se le atribuyen. Asimismo, de forma involuntaria, es común dejar de alimentar algún día cuando el estado de la mar lo impone. No obstante, no está demostrado empíricamente que esta estrategia sea adecuada como para ser recomendado su aplicación, y los resultados de los estudios realizados con dorada son a menudo contradictorios (Ali *et al.*, 2003; Eroldogan *et al.*, 2006, 2008; Bavecic *et al.*, 2010; Peres *et al.*, 2011), y no permiten dictaminar una pauta robusta en este sentido.



**En tanto no se elaboran tablas de alimentación que contemplen el comportamiento masticador de la dorada, y que consideren el no uso de pellets de calibre superior a 4 mm, es recomendable suministrar raciones ligeramente restringidas a las recomendadas para reducir el desperdicio y mejorar la eficiencia.**

### 3.4. AJUSTAR LA VELOCIDAD DE SUMINISTRO

La velocidad de suministro del alimento junto con su distribución en la unidad de producción (apdo. 3.5.) son factores determinantes para minimizar el desperdicio de alimento, y que a su vez tienen una notable influencia en la distribución de frecuencias de tamaños (dispersión de tallas) de cada lote. La disponibilidad instantánea de alimento para los peces no solo depende de la velocidad con que se les proporcionan, sino también de la velocidad de hundimiento de los pellets, que en primera instancia depende de su tamaño (Piedecausa *et al.*, 2009).

Es sabido que en toda población confinada de peces se establece una jerarquía de modo que los “más fuertes” relegan a los “más débiles” a alimentarse en un segundo plano o deficientemente (Hakoyama & Iguchi, 1997). Velocidades de suministro lentas incrementan la competencia por el alimento favoreciendo la consolidación de estas jerarquías, en beneficio de los individuos dominantes mejor dotados para competir y capturar alimento, y en detrimento de los individuos subordinados (Andrew *et al.*, 2004). Una mayor competencia lleva asociado un aumento de daños en las aletas e interacciones agresivas entre individuos durante la alimentación (Adams *et al.*, 1998; Gregory & Wood, 1999), lo que podría estar relacionado con patologías y mortalidad. Por el contrario, una velocidad de suministro elevada, por encima de la capacidad de captura de alimento por los peces y/o dependiendo de



Foto: Felipe Aguado



su apetito, podría resultar en un incremento del desperdicio de alimento y una reducción de la ingesta y por lo tanto del crecimiento de los peces y del rendimiento del cultivo.

No todos los peces que conforman un lote de cultivo crecen con la misma velocidad ni aprovechan el alimento de la misma forma, bien por causas genéticas o por la inherente variabilidad interindividual (Kadri *et al.*, 1996; Bégout Anras *et al.*, 2001). Como consecuencia de ello, la distribución de frecuencias de tamaño de los peces va cambiando conforme progresa el cultivo. Una elevada dispersión de los tamaños supone un serio inconveniente para los productores, ya que cuando llega el momento de cosechar esos lotes el productor se encuentra con una cantidad importante de peces lejos aún de alcanzar la talla comercial y que una vez despescados deben ser comercializados, obviamente a un precio inferior. Una velocidad de suministro lenta favorece la dispersión de tamaños dentro de un lote, ya que los individuos dominantes pueden llegar a monopolizar el alimento, por lo que crecen más rápido y cada vez son más grandes, en detrimento de los subordinados cuyo crecimiento se verá mermado como consecuencia de la limitación de acceso a la comida que les imponen los dominantes. La clasificación periódica de los lotes por tamaños homogéneos sería una estrategia válida para mejorar el rendimiento de los lotes originales, que habitualmente no se lleva a cabo en viveros flotantes en mar abierto, y que los productores podrían replantearse.

No obstante, lo que la velocidad de suministro determina en definitiva es la disponibilidad instantánea de alimento en la unidad de producción, que también depende del tamaño de los pellets, ya que para un mismo peso, el número de pellets disponibles es mayor si el tamaño de los mismos es me-

nor. Por consiguiente, lo que puede ser una velocidad rápida para un pellet pequeño, podría ser demasiado lenta para un pellet más grande. En este sentido sería interesante definir el número de pellets por pez y unidad de tiempo más adecuado para que todos los peces tengan acceso al alimento en igualdad de condiciones sin que se desperdicie alimento. No hay disponible información relativa a la velocidad de suministro del alimento para dorada que marque ninguna pauta respecto a esta variable.

Los únicos ensayos experimentales conocidos son los de Andrew *et al.* (2004) con doradas de 32 g., y de los de Aguado-Giménez (2018) con doradas entre 50 y 450 g. durante un ciclo de producción completo. En ambos trabajos se evaluó la influencia de la velocidad de suministro en el crecimiento, en el rendimiento y en la producción de residuos, y en el segundo de ellos también en la dispersión de tallas y la influencia del tamaño del pellet. Ambos coinciden en que cuando la velocidad de suministro es alta, la cantidad de alimento desperdiciada por masticado de los pellets aumenta, reduciéndose el rendimiento (aumentando el FCR). Aguado-Giménez (2018) comprobó que el mejor crecimiento y rendimiento con el menor desperdicio durante un ciclo productivo completo de dorada se obtenía con el régimen de tamaños de pellets recomendado en el apartado 3.1.: pellet 2 mm. hasta 100 g.; pellet 4 mm. hasta talla comercial), suministrado a velocidad lenta (equivalente a 18-27 pellets de 2 mm. pez<sup>-1</sup> min<sup>-1</sup>; y 5-7 pellets de 4 mm. pez<sup>-1</sup> min<sup>-1</sup>). Este régimen alimentario además proporcionó una mejor distribución de frecuencia de tallas comerciales (77.2% de talla 400-600 g., 2% de talla > 600 g.; resto < 400 g.) y con el menor coste de producción relativo al alimento. Una vez más se pone de manifiesto que la gestión del tamaño de los pellets es importante, pero que debe ir acompañada de un ajuste de la velocidad de suministro.

A medida que avanza el suministro de una toma de un lote, el comportamiento de los peces cambia. Al inicio los peces se alimentan a una alta intensidad y cerca de la superficie, siendo más fácil para el operario alimentador controlar la ingesta desde el barco. En cuanto avanza la ración y los peces se acercan a la saciedad su tasa de consumo disminuye y ya no se alimentan tan cerca de la superficie (Robb & Crampton, 2013), de modo que desde la embarcación el operario no puede ejercer un control tan riguroso de lo que está ocurriendo con el pienso que administra. El número de pellets que un pez puede capturar está relacionado con su actividad nadadora, que a su vez depende de la temperatura (Bailey *et al.* 2003). En trucha arco-iris se ha comprobado que una modulación de la velocidad del suministro, alternando períodos de alta con baja velocidad, o incluso con paradas momentáneas (cada toma dividida en varias porciones) produce una mejora en la utilización



del alimento y en el crecimiento y una reducción del desperdicio de alimento, especialmente cuando la temperatura es baja (Bailey & Alanärä, 2006). Conforme aumenta la temperatura los peces aceptan tomas en una o muy pocas porciones como consecuencia de su metabolismo más activo. Sería interesante realizar experiencias minuciosas para comprobar la bondad de estos métodos en dorada y su aplicabilidad en condiciones de cultivo intensivo.

De un control riguroso de la velocidad de suministro depende enormemente el rendimiento del cultivo y la magnitud del desperdicio. A pesar de la ausencia de ensayos rigurosos que determinen la estrategia óptima en cuanto a la velocidad y modulación del suministro de alimento en doradas, algunas recomendaciones pueden señalarse para mejorar en el suministro del alimento. El número de pellets por unidad de peso de alimento es tanto mayor cuanto más pequeño es su tamaño, de modo que cuanto menor sea el tamaño de pellet utilizado, menor deberá ser la velocidad de suministro para evitar desperdicio. En el caso de que el productor opte por una estrategia de reducción del tamaño de los pellets, esta opción implica una velocidad de suministro más lenta para dar tiempo suficiente a los peces a capturar el alimento.

En cualquier caso, la modulación del suministro, ya sea variando la velocidad de suministro o incluyendo paradas, es una opción potencialmente adecuada que merece ser investigada tanto a escala experimental como piloto

e industrial. Existen programas de alimentación automatizados que incluyen modulaciones del suministro personalizadas que se vienen utilizando en salmónicultura con resultados excelentes (Fore *et al.*, 2017). Sería necesaria una adaptación de estos métodos para el cultivo de dorada.

Asimismo, y dado que se necesita dedicar más tiempo para un correcto suministro del alimento que garantice el mínimo desperdicio, es recomendable utilizar sistemas que permitan la distribución independiente y de manera controlada de alimento a varios viveros simultáneamente.



Foto: Felipe Aguado

**A falta de estudios detallados sobre la velocidad y modulación del suministro de alimento para la dorada, las tasas de alimentación de referencia recomendadas son de 18-27 pellets de 2 mm pez<sup>-1</sup> min<sup>-1</sup>, y 5-7 pellets de 4 mm pez<sup>-1</sup> min<sup>-1</sup>.**

### 3.5. ADAPTAR LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL ALIMENTO

La distribución espacial del alimento en el vivero tiene una influencia considerable en la competencia por el alimento, y por consiguiente en el crecimiento y el rendimiento del cultivo, y cómo no, en el desperdicio (Alanärä *et al.*, 2001), y su importancia es tan grande o más que la propia velocidad de suministro. La dispensación del alimento en una única zona localizada de la unidad de producción fomenta la monopolización del alimento por parte de los individuos dominantes capaces de subyugar a los menos capaces de competir por el alimento. Esto como vimos favorece la aparición de comportamientos agresivos y lesiones que podrían desembocar en patologías y mortalidad, así como un incremento de la dispersión de tamaños. La distribución del alimento en un área más amplia hace imposible que los individuos dominantes puedan “defender” todo el suministro, incrementando la accesibilidad

al recurso a un mayor número de individuos. Sin embargo, una dispersión demasiado amplia puede conducir a un aumento del desperdicio si el alimento se escapa del vivero antes de ser capturado por los peces.

No olvidemos que los peces al nadar en círculos generan un vórtice ascendente de agua que tiende a salir por los laterales, pudiendo arrastrar el alimento fuera de los viveros antes de ser consumido (Gansel *et al.*, 2014; Ballester-Moltó *et al.*, 2017). Como veremos más adelante, las condiciones meteorológicas e hidrológicas también pueden jugar un papel importante en la optimización del suministro.



Dependiendo del método de impulsión del pienso (manual, cañón, difusor central, etc.) el alcance respecto al punto de emisión y el área de cobertura puede variar. En cualquier caso, lo más adecuado es dispersar el alimento por una superficie de la unidad de producción tal que permita el acceso simultáneo al alimento al mayor número de individuos posible sin que se escape por los laterales.

Cada método de distribución tiene sus ventajas e inconvenientes. La alimentación manual puede ser apropiada cuando se alimentan peces pequeños, ya que la cantidad de alimento a suministrar por unidad de producción no es excesivamente grande y se puede esparcir suficientemente facilitando la accesibilidad al alimento a un gran número de peces simultáneamente, a la vez que se puede ejercer un control exhaustivo sobre el comportamiento de los peces y el uso que hacen del alimento. Para tallas medianas y grandes, por encima de 50 g aproximadamente, es aconsejable utilizar algún medio mecánico para alimentar. Los cañones neumáticos pueden cubrir superficies importantes de la unidad de cultivo (30-60%), y tienen la ventaja de que se pueden orientar para adaptarse a las condiciones meteorológicas u oceanográficas reinantes (ver apdo. 3.6.). Los dispersores centrales también cubren superficies importantes, pero su condición de fijos dificulta la orientación

del mismo de ser necesario; sin embargo, son adecuados para sistemas de dispensación simultánea en varias unidades de producción. No obstante, sea cual fuere el método de dispensación, deben estar sometidos a un control y ajuste permanente.

**En tanto no se disponga de información específica para el engorde de doradas, sugerimos la recomendación genérica de distribución espacial del alimento abarcando en torno al 60 % de la superficie del vivero. Es de gran importancia la correcta colocación del dispensador de alimento en relación a viento y corriente para evitar que el alimento escape del vivero.**

### 3.6. MANTENER UN CONTROL DE VARIABLES METEOROLÓGICAS Y OCEANOGRÁFICAS

Las condiciones meteorológicas y oceanográficas reinantes pueden influir tanto en el comportamiento y el metabolismo del animal como en el suministro del alimento. La calidad del medio de cultivo es determinante en el bienestar de los peces y en el rendimiento de la explotación. Cualquier variación que alcance niveles subóptimos de una o varias variables ambientales pueden conducir a situaciones de estrés que afecten a la ingesta y utilización del alimento, y a la susceptibilidad a patologías diversas (Borrego *et al.*, 2001). Los peces en general y la dorada en particular son animales ectotérmicos, es decir, no son capaces de regular la temperatura corporal, de modo que procesos metabólicos clave como son la circulación sanguínea, la ingesta, la digestión, el crecimiento, la reaclimatación energética y el nivel de actividad general están fuertemente influenciados por la temperatura.

La dorada es una especie euriterma que se desenvuelve en un amplio rango de temperatura (12-30 °C) en condiciones de cultivo intensivo (Ortega, 2008). Durante los meses fríos, entre diciembre y abril en que la temperatura suele estar por debajo de los 15-16 °C, su metabolismo se ralentiza considerablemente y el crecimiento puede llegar a detenerse por debajo de los 12-13 °C. La temperatura óptima para su cultivo está comprendida



Foto: Felipe Aguado

entre los 24-26 °C (Barnabé, 1991). Los peces necesitan adaptarse gradualmente a los cambios de temperatura (Wedemeyer, 1996). Cambios bruscos de la temperatura ocasionan un shock en los peces que les puede suponer la activación de patologías latentes que podrían desembocar en mortalidades masivas, o pérdidas súbitas y mantenidas de apetito de las que pueden llegar a tardar en recuperarse varios días.

En el Mediterráneo, cuando se rompe la termoclina estival (septiembre-noviembre), es habitual que se produzcan cambios súbitos de temperatura más o menos mantenidos que influyen sensiblemente en el apetito de la dorada, que si no son controlados durante la alimentación pueden suponer un desperdicio de alimento considerable (Aguado-Giménez, 2018). Por el contrario, cuando la temperatura es elevada y mantenida en el tiempo, algo frecuente en el Mediterráneo occidental durante los meses de verano, se pueden producir descensos de los niveles de oxígeno disuelto que afecten al apetito, y que pueden llegar a poner en riesgo la supervivencia de los peces, por lo que en estas circunstancias también se requiere una atención especial durante la alimentación para minimizar el desperdicio (Aguado-Giménez, 2018). La hipoxia, además de afectar al apetito, puede influir en el crecimiento, en el rendimiento (Pichavant *et al.*, 2001), y afectar la función inmune de los peces (Wu, 2002), y en situaciones extremas puede disminuir el bienestar animal e incrementar la mortalidad (Remen *et al.*, 2012). Aunque la oxigenación de las aguas en condiciones de cultivo en mar abierto está garantizada, se conocen registros de descensos mantenidos de los niveles de oxígeno disuelto en el interior de viveros flotantes durante cortos períodos de tiempo coincidentes con períodos de escaso o nulo hidrodinamismo y alimentación intensa (Vigen, 2008).



Foto: Felipe Aguado

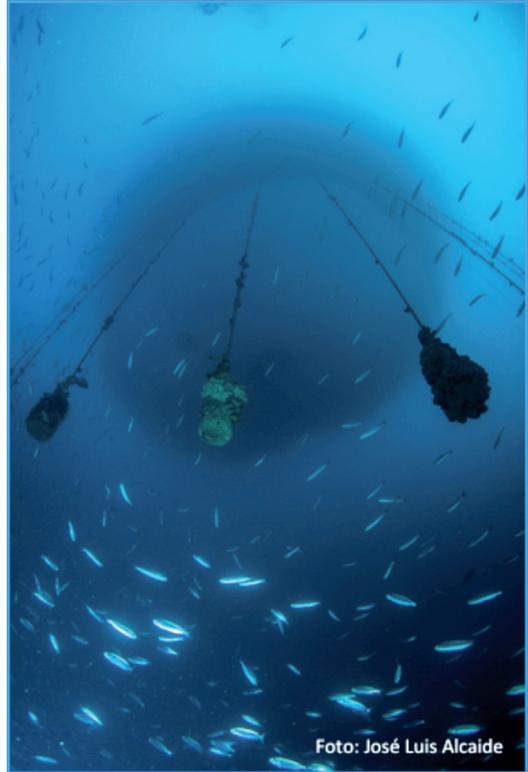
La turbidez del agua puede influir en el rendimiento de la explotación de varias maneras. Por una parte, un exceso de sólidos en suspensión en el agua puede causar lesiones en las branquias de los peces (Borrego *et al.*, 2001), así como dificultar la detectabilidad del alimento. Por otra, también puede dificultar el control de la alimentación por parte de los operarios, tanto si es un control visual desde la embarcación como si se utilizan métodos basados en la visión subacuática. Por consiguiente, en situaciones de aguas turbias como es frecuente después de temporales principalmente durante el invierno, se debe extremar la precaución durante el suministro. Las corrientes también pueden afectar tanto a la capacidad natatoria y desgaste físico de los peces como a la forma y volumen del vivero en que se encuentran estabulados (Lader *et al.*, 2008; Klebert *et al.*, 2013), y como vimos anteriormente a la disponibilidad de oxígeno en el medio. Las operaciones de alimentación también puede verse afectadas por las corrientes, ya que éstas pueden sacar el alimento del vivero antes de que los peces puedan acceder a él, máxime si la deformación del vivero es importante. La distribución del alimento por tanto debe tener en cuenta la dirección e intensidad de la corriente para evitar el desperdicio en la medida de lo posible, habiendo que ajustar asimismo la velocidad de suministro. El viento también debe ser teniendo en cuenta para estos menesteres, ya que los pellets, especialmente los de pequeño tamaño, también pueden ser expulsados fuera del alcance de los peces. A menudo las direcciones de viento y corriente no coinciden, por lo que aún es más necesario posicionarse convenientemente para evitar el desperdicio.

Dependiendo del sistema empleado para impulsar el alimento, las posibilidades de ajustar el suministro a las condiciones de viento y/o corriente cambian. Así, si la distribución es manual o con cañón desde embarcación, el operario debe posicionarse convenientemente a sotavento para minimizar el desperdicio. Si la corriente es muy intensa y el vivero está muy deformado, puede ser conveniente posicionarse perpendicular a la dirección de la corriente. Sin embargo, si se utiliza un difusor posicionado en el centro del vivero podría darse el caso que parte del alimento fuese desperdiciado si el viento o la corriente fuesen intensos. Es preferible no alimentar si las condiciones meteorológicas y/u oceanográficas son desfavorables, antes que dispensar alimento inútilmente. Si a todas estas posibles variaciones del apetito, de la ingesta y del estado fisiológico de los peces derivado de cambios en las condiciones del medio le añadimos que la regulación de la ingesta en peces ocurre en períodos muy variables, no es de extrañar que se puedan producir disminuciones de la ingesta y un aumento del desperdicio si no hay control aún en condiciones aparentemente normales.

Dado que tanto el comportamiento de los peces como el acto de la alimentación se ven influenciadas por las condiciones meteorológicas y oceanográficas, es recomendable el establecimiento de protocolos de seguimiento. Con un conocimiento anticipado de dichas condiciones, los productores podrían planificar la alimentación con mayor precisión adaptándose a las circunstancias.

Lo ideal sería poder realizar un seguimiento en tiempo real en toda la columna de agua ocupada por los viveros flotantes de la temperatura, el oxígeno disuelto, la turbidez y la velocidad y dirección de la corriente, así como del viento, aunque esto último bien puede preverse en distintos servicios meteorológicos. Como mínimo, antes de suministrar el alimento debería conocerse la temperatura del agua, la concentración de oxígeno disuelto y la velocidad y dirección predominantes de la corriente y el viento.

La utilización de equipos de medida en continuo de estas variables, y el acceso remoto a los datos desde las instalaciones en tierra permitiría una mejor planificación de las tareas de alimentación y mantenimiento.



**Se recomienda la medición en continuo de variables oceanográficas como la temperatura, la concentración de oxígeno disuelto, y la velocidad y dirección de la corriente, y el acceso remoto a los datos para facilitar la planificación de las tareas y el control de la calidad del medio de cultivo.**

### 3.7. AUTOEVALUACIÓN DE LA EFICACIA DEL SUMINISTRO

Incurriríamos en un grave error si asumiésemos que todo el alimento que se suministra es consumido por los peces. El alimento que realmente ingieren los peces es la diferencia entre el que se suministra y el que se desperdicia. En el caso de la dorada habría que añadir a la ecuación la fracción de alimento que se malgasta como consecuencia de su comportamiento masticador (Ballester-Moltó *et al.*, 2016; Aguado-Giménez, 2018).

En la literatura científica disponible, los valores reportados de alimento desperdiciado para el cultivo de salmón oscilan entre 0-40% del alimento suministrado, estando la mayoría de los valores entre 5-10% (Chamberlain & Stucchi, 2007). Estos últimos valores coinciden con las estimas intuitivas globales que hacen los acuicultores locales para dorada y lubina (Piedecausa *et al.*, 2009). Sin embargo, trabajos recientes realizados en condiciones reales de cultivo en viveros flotantes han puesto de manifiesto que el desperdicio de alimento en condiciones desfavorables puede incluso superar el 50% del alimento suministrado, especialmente si se trata de peces pequeños (Ballester-Moltó *et al.*, 2017). Esto alerta de la necesidad de una atención especial cuando se alimentan doradas pequeñas, particularmente si las condiciones meteorológicas u oceanográficas son adversas, ya que a la facilidad de que pellets pequeños (2 mm.) se salgan de los viveros por efecto de las corrientes o el viento, hay que añadir la dificultad para controlar el uso que los peces hacen del alimento suministrado. Ballester-Moltó *et al.* (2017) también comprobaron que cerca del 40% del alimento desperdiciado escapa de los viveros por los laterales de la red, del cual casi la mitad lo hace en los primeros 3 m. de profundidad. Según la velocidad de sedimentación de los pellets entre 2 y 6 mm. de diámetro (Piedecausa *et al.*, 2009), éstos podrían escapar del vivero entre 20-40 segundos después de caer al agua, lo que demuestra que el margen de maniobra es corto.

En condiciones experimentales en tanques simulando condiciones intensivas durante un ciclo productivo completo, Aguado-Giménez (2018) comprobó que el desperdicio medio es acorde con las estimas intuitivas del sector que mencionamos anteriormente, pero que en determinadas circunstancias (bajadas bruscas de temperatura, cambio del tipo de pienso, situación mantenida de temperatura elevada, niveles de oxígeno subóptimos) si la atención prestada durante el suministro no es la adecuada el desperdicio puede llegar incluso al 85% del alimento suministrado en ausencia de control.

Hasta ahora hemos tratado diversos aspectos que nos pueden servir para establecer una estrategia de alimentación que permita reducir el desperdicio de alimento. En condiciones de cultivo intensivo en viveros flotantes, don-

de el control del suministro del alimento y su utilización por parte de los peces es limitado, resulta a su vez complicado saber cuánto alimento se está desperdiciando, el cuál es altamente dependiente de las prácticas alimentarias de cada caso en particular (Cromey *et al.*, 2002; Chamberlain & Stucchi, 2007; Reid *et al.*, 2009).

Incluso en la mejor de las circunstancias, siempre se va a producir un desperdicio de alimento mientras que se es capaz de detectar que está ocurriendo. No obstante, suministrar alimento hasta el punto que se detecta desperdicio no es una condición necesaria para obtener un crecimiento óptimo (Ang & Petrell, 1997). Si no evaluamos la eficacia de nuestra manera de alimentar nunca conoceremos la magnitud de esa cantidad ineludible de desperdicio, no pudiendo tomar las medidas oportunas para minimizarlo. Ballester-Moltó *et al.* (2017) pusieron a punto un método sencillo para estimar la cantidad de alimento que se desperdicia, basado en un balance de masas y la colocación de colectores pasivos de residuos en los viveros flotantes.

Es recomendable pues llevar a cabo periódicamente una auto-evaluación del proceso de alimentación siguiendo una metodología como la planteada por los anteriores autores u otra si la hubiera, para aprender de la propia experiencia y corregir los errores cometidos.



Foto: Felipe Aguado

**Es altamente recomendable realizar periódicamente una autoevaluación del suministro del alimento para poder corregir deficiencias en el mismo. La metodología descrita en Ballester-Moltó *et al.* (2017) permite estimar la cantidad de alimento que se desperdicia.**

### 3.8. ALENTAR AL USO DE EQUIPAMIENTO ADECUADO PARA LA ALIMENTACIÓN

La alimentación de la dorada es compleja y son numerosas las variables que influyen en este proceso. La alimentación de los peces no solo depende de su peso y de la temperatura del agua, también de su comportamiento. Su apetito puede verse afectado por la meteorología, la hidrodinámica, por la existencia de patologías, por la calidad del medio, las condiciones de cultivo u otros factores. En última instancia, la eficacia en el proceso de alimentación está fuertemente afectada por la experiencia, intuición y dedicación del operario alimentador, que varía de persona a persona, de modo que esta tarea se convierte en algo más que un "arte" (Sun *et al.*, 2016). El equipamiento que podemos utilizar para mejorar el proceso de alimentación de peces en viveros flotantes abarca desde unas gafas polarizadas para evitar el reflejo de la luz solar en la superficie del agua, lo que es bastante recomendable, hasta la implementación de sistemas completamente automatizados basados en visión computarizada, hidroacústica e inteligencia artificial. Lo que es obvio es que aunque adoptemos la estrategia de suministro más adecuada, el simple control visual del operario alimentador desde la embarcación podría no ser suficiente para garantizar una mejora tangible de la eficiencia de la alimentación que suponga un incremento del rendimiento de la explotación.



Foto: Felipe Aguado

Al margen del control visual por el operario desde la embarcación, el método de control de la alimentación más ampliamente utilizado es la visión subacuática (Zion, 2012). Sobre las ventajas e inconvenientes de estos métodos resulta interesante la revisión de Zhou *et al.* (2017). Ang & Petrell (1997, 1998) comprobaron que con la utilización de cámaras subacuáticas se puede mejorar el crecimiento y el rendimiento del engorde de salmón, así como que la actividad alimentaria de los peces en superficie y por debajo de la superficie rara vez coinciden.



Foto: Felipe Aguado

Aunque no se conocen experiencias documentadas similares con dorada, se sabe que mientras una parte de la población está alimentándose en superficie, a mayor profundidad se puede estar desperdiciando el alimento, ya sea por un exceso de dispensación o por el conocido comportamiento de jugueteo que exhibe esta especie (Artigas, 1999). Existen otros métodos computarizados tanto de visión submarina como hidroacústicos o mixtos para determinar el apetito de los peces en base a su comportamiento, así como para el control del desperdicio, que adaptados mediante algoritmos permiten una automatización del suministro del alimento capaz de aprender de la sucesión de acontecimientos y retroalimentarse, lo que conocemos por inteligencia artificial (Zion, 2012; Li *et al.*, 2017; Zhou *et al.*, 2017, 2018).

Estos sistemas tan avanzados posiblemente sean accesibles para muy pocas empresas acuícolas, o su aplicación en condiciones de mar abierto sea difícil. Junto con la adopción de las mejores prácticas de alimentación disponibles, una solución de compromiso para garantizar el mínimo el desperdicio de alimento, y que junto con un crecimiento adecuado conduzca a una mejora ostensible del rendimiento empresarial pasa por la utilización de sistemas de visión sumergida y una autoevaluación continuada del proceso de suministro de alimento.

**La implementación de sistemas de visión submarina, hidroacústicos o mixtos para el control del suministro de alimento durante es primordial para el desarrollo sostenible de la piscicultura Mediterránea en general, y de la dorada en particular.**

### 3.9. POTENCIAR LA FORMACIÓN DE OPERARIOS ESPECIALIZADOS EN ALIMENTACIÓN

El desempeño de las tareas de alimentación en piscicultura entraña una responsabilidad de la que muchos productores no son conscientes. En manos del operario alimentador está depositada una actividad con gran influencia en el balance coste-beneficios y en la rentabilidad de la empresa acuícola, como es el manejo del mayor coste de producción: el alimento.

La asignación de los trabajadores a un determinado grupo profesional es el resultado de la conjunta ponderación de los siguientes factores (BOE, 1997):

- Conocimientos y experiencia: formación, experiencia y dificultad para alcanzarlas.
- Iniciativa: seguimiento de las normas para el desempeño de las funciones.
- Autonomía: grado de dependencia jerárquica en el desempeño de las funciones.
- Responsabilidad: grado de autonomía de acción del titular de la función, el nivel de influencia sobre los resultados y la relevancia de la gestión sobre los recursos humanos, técnicos y productivos.
- Mando: grado de supervisión y ordenación de las funciones y tareas, la capacidad de interrelación, las características del colectivo y el número de personas sobre las que se ejerce el mando.
- Complejidad: número y el grado de integración de los diversos factores antes enumerados en la tarea o puesto encomendado.

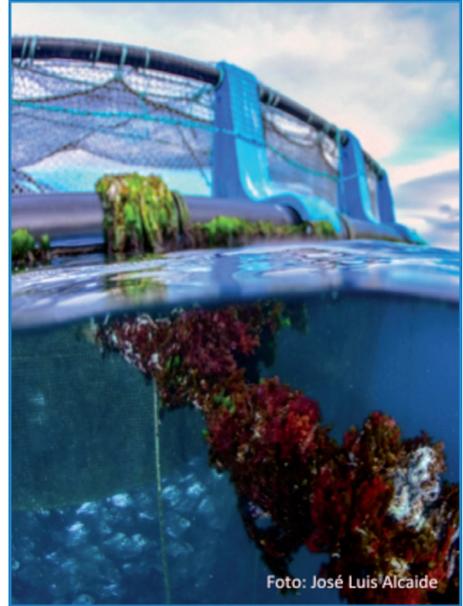
Según Carbajo *et al.* (2005), la categoría profesional del responsable de alimentación de una empresa piscícola y de un oficial de alimentación de 1ª se corresponde con estudios de Graduado Escolar o FP-I con formación específica del puesto (Grupo 3); para los oficiales de alimentación de 2ª y ayudantes de alimentación (Grupos 2 y 1) no se requiere experiencia ni formación más allá del graduado escolar.



Foto: Felipe Aguado

Parece pues que el nivel de conocimientos, experiencia, responsabilidad y complejidad intrínsecos a la tarea de alimentar peces en viveros flotantes, con o sin ayuda de medios técnicos, no encuentra el reflejo adecuado en los grupos profesionales, que tienden a regirse por las titulaciones académicas obtenidas.

En el estudio del comportamiento animal y en concreto el comportamiento alimentario de los peces y por ende de la praxis alimentaria, la formación teórica y práctica son obviamente méritos relevantes, pero la capacidad de integración de los fenómenos que acontecen antes, durante y después de la alimentación, la capacidad para definir el procedimiento a seguir y llevarlo a cabo, la observación durante el desarrollo y la intuición para la toma de decisiones, son valores decisivos que no van ligados a titulación alguna. Estos valores son los que la empresa acuícola debe potenciar entre sus operarios encargados de la alimentación, a través de una formación específica continuada, y favoreciendo la transmisión de conocimiento entre operarios, e incluso entre distintas empresas.



**El operario alimentador tiene en sus manos el manejo del principal coste de producción. Es prioritario su capacitación y formación.**

## AGRADECIMIENTOS

A los participantes en las *“Jornadas de Transferencia de Resultados de Investigación: Bases para la elaboración de la guía Recomendaciones Prácticas para Mejorar el Suministro de Alimento en el Engorde de Dorada en Viveros Flotantes”*, celebradas en la Estación de Acuicultura Marina del IMIDA (San Pedro del Pinatar, 29 de Noviembre de 2018).

Esta publicación forma parte de los proyectos de investigación 1420-10 *“Disminución de los costes de producción de la alimentación y del impacto ambiental asociado en el cultivo de dorada. Incorporación de microalgas en la dieta y establecimiento de estrategias óptimas de distribución del alimento”*, y 1420-27 *“Acuicultura sostenible en la Región de Murcia: optimización de la alimentación, diversificación e integración en espacios Red Natura 2000 (ZEPAs y pradera de Posidonia oceanica)”*, financiados por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER, 80%) y la Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (20%).

## BIBLIOGRAFÍA

- Adams, C.E., Huntingford, F.A., Turnbull, J.F., Beattie, C. (1998). Alternative competitive strategies and the cost of feed acquisition in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture* 167: 17-26.
- Aguado-Giménez, F. (2018). Memoria final del proyecto “Disminución de los costes de producción de la alimentación y del impacto ambiental asociado en el cultivo de dorada. Incorporación de microalgas en la dieta y establecimiento de estrategias óptimas de distribución del alimento”. Actividad 2: Gestión de la Alimentación. Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA). Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.
- Aguado-Giménez, F., Ballester-Moltó, M., Granero-Fernández, M.D., Cano Ramón, D. (2018). Assessment of feed wastage derived from feeding practices in gilthead seabream (*Sparus aurata* Linnaeus, 1758): influence of feeding schedule and feeding rate. *Aquaculture* (en revision).
- Alanärä, A., Kadri, S., Paspatis, M. (2001). Feeding management. In: D. Houlihan, T. Boujard and M. Jobling (Eds.). *Food Intake in Fish*. Blackwell Science. UK. Pp: 332-353.
- Ali, M., Nicieza, A., Wootton, R.J. (2003). Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. *Fish and Fisheries* 4: 147-190.
- Andrew, J.E., Holm, J., Kadri, S., Huntingford, F.A. (2004). The effect of competition on the feeding efficiency and feed handling behaviour in gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) held in tanks. *Aquaculture* 232: 317-331.
- Ang, K.P., Petrell, R.J. (1997). Control of feed dispensation in sea cages using underwater video monitoring: effects on growth and food conversion. *Aquac. Eng.* 16: 45-62.
- Ang, K.P., Petrell, R.J. (1998). Pellet wastage, and subsurface and surface feeding behaviours associated with different feeding systems in sea cage farming of salmonids. *Aquac. Eng.* 18: 95-115.
- Artigas, E.G. (1999). Feeding Policy for Marine Fish. *Pro Aqua Nutrición*, Spain, pp. 21–22.
- Bailey, J., Alanärä, A., Crampton, V. (2003). Do delivery rate and pellet size affect growth rate in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) raised under semi-commercial farming conditions? *Aquaculture* 224: 79-88.
- Bailey, J., Alanärä, A. (2006). Effect of feed portion size on growth of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), reared at different temperatures. *Aquaculture* 253: 728-730.
- Ballester-Moltó, M., Sánchez-Jerez, P., García-García, B., García-García, J., Cezezo-Valverde, J., Aguado-Giménez, F. (2016). Controlling feed losses by

- chewing in gilthead seabream (*Sparus aurata*) on-growing may improve the fish farming sustainability. *Aquaculture* 464: 111-116.
- Ballester-Moltó, M., Sánchez-Jerez, P., Cerezo-Valverde, J., Aguado-Giménez, F. (2017). Particulate waste outflow from fish-farming cages. How much is uneaten feed? *Mar. Poll. Bull.* 119: 23-30.
- Barnabé, G. (1991). *Acuicultura*. Ed. Omega S.A. Barcelona. 1099 pp.
- Bavcevic, L., Klanjscek, T., Karamarko, V., Anicic, I., Legovic, T. (2010). Compensatory growth in gilthead seabream (*Sparus aurata*) compensates weight, but not length. *Aquaculture* 301: 57-63.
- Bégout Anras, M.L., Beauchaud, M., Juell, J.E., Covès, D., Lagardère, J.P. (2001). Environmental factors and feed intake: rearing systems. In: D. Houlihan, T. Boujard and M. Jobling (Eds.). *Food intake in fish*. Blackwell Science Ltd. London (UK), pp: 157-188.
- BOE (1997). Boletín Oficial del Estado. Resolución de 13 de mayo de 1997, de la Dirección General de Trabajo, por la que se dispone la inscripción en el Registro y publicación del acuerdo de cobertura de vacíos. BOE núm. 137, de 9 de junio de 1997, páginas 17656 a 17662.
- Bolliet, V., Azzaydi, M., Boujard, T. (2001). Effects of feeding time on feed intake and growth. In: D. Houlihan, T. Boujard and M. Jobling (Eds.). *Food Intake in Fish*. Blackwell Science. UK. Pp: 233-249.
- Bonaldo, A., Isani, G., Fontanillas, R., Parma, L., Grilli, E., Gatta, P.P. (2010). Growth and feed utilization of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) fed to satiation and restrictively at increasing dietary energy levels. *Aquacult. Int.* 18: 909-919.
- Borrego, J.J., Castro, D., Balebona, M.C., García-Rosado, E., López-Cortés, L. (2001). Patologías que afectan al cultivo de dorada (*Sparus aurata*) en la comunidad andaluza. Servicio de Publicaciones y Divulgación. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Col. Pesca y Acuicultura, nº 20, 82 pp.
- Carbajo, D., Fernández, J.M., Lozano, G., Luna, L., Martín, A., Ruesga, S.M., Da Silva, J., Somohano, F., Sala, P. (2005). *Acuicultura Marina Mediterránea. Producción, comercialización. Competencia internacional del sector español de la dorada y la lubina*. Fundación Alfonso Marín Escudero. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 366 pp.
- Chamberlain, J., Stucchi, D. (2007). Simulating the effects of parameter uncertainty on waste model predictions of marine finfish aquaculture. *Aquaculture* 272:296-311.
- COM (2013). *Strategic Guidelines for the Sustainable Development of EU Aquaculture*. European Commission 229 (final). Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013DC0229&from=EN>
- Cromey, C.J., Nickell, T.D., Black, K.D. (2002). DEPOMOD—modelling the deposi-

- tion and biological effects of waste solids from marine cage farms. *Aquaculture* 214:211–239.
- Dwyer, K., Brown, J.A., Parrish, C., Lall, S.P. (2002). Feeding frequency affects food consumption, feeding pattern and growth of juvenile yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*). *Aquaculture* 213: 279–292.
- Eroldogan, O.T., Kumlu, M., Sezer, B. (2006). Effects of starvation and re-alimentation periods on growth performance and hyperphagic response of *Sparus aurata*. *Aquac. Res.* 37: 535-537.
- Eroldogan, O.T., Tasbozan, O., Tabakoglu, S. (2008). Effects of restricted feeding regimes on growth and feed utilization of juvenile gilthead seabream, *Sparus aurata*. *J. World Aquac. Soc.* 39(2): 267-274.
- FAO (1995). Código de Conducta para la Pesca Responsable. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 53 pp.
- FAO (1997) Guía Técnica para Pesca Responsable. Desarrollo de la Acuicultura. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 47 pp.
- FAO. (2010). Report of the FAO Expert Workshop on on-farm feeding and feed management in aquaculture. Manila, the Philippines, 13–15 September 2010. FAO Fisheries and Aquaculture Report. No. 949. Rome, FAO. 37 pp.
- FEAP (2000). Code of Conduct. Federation of European Aquaculture Producers. 9 pp. Disponible en: [http://www.feap.info/feap/code/default\\_en.asp](http://www.feap.info/feap/code/default_en.asp)
- Føre, M., Frank, K., Norton, T., Svendsen, E., Alfredsén, J.A., Dempster, T., Eguiraun, H., Watson, W., Stahl, A., Sunde, L.M., Schellewald, C., Skøien, K.R., Alver, M.O., Berckmans, D. (2017). Precision fish farming: a new framework to improve production in aquaculture. *Biosys. Eng.* Doi: 10.1016/j.biosys-temseng.2017.10.014.
- GAA (2017). Aquaculture Facility Certification. Finfish & Crustacean Farms. Best Aquaculture Practices. Certification Standards, Guidelines. Global Aquaculture Alliance. Disponible en: <https://www.bapcertification.org/Downloadables/pdf/standards/PI%20-%20Standard%20-%20Finfish%20and%20Crustacean%20Farms%20-%20Issue%202.4%20-%202023-May-2017.pdf>
- Gansel, L.C., Rackebrandt, S., Oppedal, F., McClimans, T.A. (2014). Flow fields inside stocked fish cages and the near environment. *J. Offshore Mech. Arct. Eng.* 136: 31201.
- García-García, B., Rosique-Jiménez, C., Aguado-Giménez, F., García-García, J. (2016). Life cycle assessment of gilthead seabream (*Sparus aurata*) production in offshore fish farms. *Sustainability* 8: 1228-1237.
- Gregory, T.R., Wood, C.M. (1999). Interactions between individual feeding behaviour, growth, and swimming performance in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed different rations. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 56, 479–486.

- Guillaume, J. (1999). Terminology and Methodology. In: J. Guillaume, S. Kaushik, P. Bergot, R. Métailler (Eds.). Nutrition and Feeding of Fish and Crustaceans. Springer-PRAXIS Books, Chichester, UK. pp 9-16.
- Hakoyama, H., Iguchi, K. (1997). Why is competition more intense is food is supplied more slowly? Behav. Ecol. Sociobiol. 40: 159-168.
- IUCN (2009). Guía para el Desarrollo Sostenible de la Acuicultura Mediterránea 3. Acuicultura: Prácticas Responsables y Certificación. Gland, Suiza y Málaga, España. IUCN, 78 pp. Disponible en: [https://www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/aqua\\_certif\\_respon\\_es.pdf](https://www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/aqua_certif_respon_es.pdf).
- Jobling, M. (1994) Fish Bioenergetics. Chapman & Hall, London.
- Jover, M. (2009). La energía en la nutrición de los peces. En: F. Sanz (Coord.). La nutrición y alimentación en piscicultura. Publicaciones Científicas y Tecnológicas de la Fundación Observatorio Español de Acuicultura. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, y Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid. pp: 49-88.
- Kadri, S., Huntingford, F.A., Metcalfe, N.B., Thorpe, J.E. (1996). Social interactions and the distribution of food among one-sea-winter Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a sea cage. Aquaculture 139: 1-10.
- Klebert, P., Lader, P., Gansel, L., Oppedal, F. (2013). Hydrodynamic interactions on net panel and aquaculture fish cages: a review. Ocean Eng. 58: 260-274.
- Lader, P., Dempster, T., Fredheim, A., Jensen, O. (2008). Current induced net deformations in full-scale sea-cages for Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquacult. Eng. 38, 52–65.
- Li, D., Xu, L., Liu, H. (2017). Detection of uneaten fish food pellets in underwater images for aquaculture. Aquac. Eng. 78: 85-94.
- López, J., Ojeda, J. (2012). Guía de Buenas Prácticas para reducir el impacto de las actividades acuícolas sobre el medio ambiente y llevar a cabo una gestión sostenible de las especies cultivadas. APROMAR. Disponible en: <http://www.apromar.es/content/apromar-desarrolla-una-gu%C3%ADa-de-buenas-pr%C3%A1cticas-para-reducir-el-impacto-ambiental-de-las>
- Madrid, J.A., Boujard, T., Sánchez-Vázquez, F.J. (2001). Feeding rhythms. In: D. Houlihan, T. Boujard and M. Jobling (Eds.). Food intake in fish. Blackwell Science Ltd. London (UK), pp: 189-215.
- Madrid, J.A., Sánchez-Vázquez, F.J., Martínez, F.J. (2009). Alimentación en piscicultura. En: F. Sanz (Coord.). La nutrición y alimentación en piscicultura. Publicaciones Científicas y Tecnológicas de la Fundación Observatorio Español de Acuicultura. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, y Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid. pp: 697-753.
- Mihelakakis, A., Tsolkas, C., Yohimatsu, T. (2002). Optimization of feeding rate for hatchery-produced juvenile githhead seabream *Sparus aurata*. J. World Aquac. Soc. 33(2): 169-175.

- NENT (1994). The National Committee for Research and Ethics in Science and Technology (of Norway). Oslo, 21pp. Disponible en: <https://www.etikkom.no/globalassets/documents/publikasjoner-som-pdf/the-holmenkollen-guide-lines-for-sustainable-fish-farming.pdf>
- Nicieza, A., Álvarez, D. (2009). Statistical analysis of structural compensatory growth: how can we reduce the rate of false detection? *Oecologia* 159: 27–39.
- Oppedal, F., Dempster, T., Stien, L.H. (2011). Environmental drivers of Atlantic salmon behaviour in sea-cages: A review. *Aquaculture* 311: 1-18.
- Ortega, A. (2008). Cultivo de Dorada (*Sparus aurata*). Cuadernos de Acuicultura. Fundación Observatorio Español de Acuicultura. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid. 45 pp.
- Ozorio, R.O.A., Andrade, C., Timoteo, V.M.F.A., Castanheira da Conceição, L.E., Valente, L.M.P. (2009). Effects of feeding levels on growth response, body composition, and energy expenditure in blackspot seabream, *Pagellus bogaraveo*, juveniles. *J. World Aquac. Soc.* 40(1): 95-103.
- Peres, H., Santos, S., Oliva-Teles, A. (2011). Lack of compensatory growth response in gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles following starvation and subsequent refeeding. *Aquaculture* 318: 384-388.
- Péron, G., Mittaine, J.F., Le Gallic, B. (2010). Where do fishmeal and fish oil products come from? An analysis of the conversion ratios in the global fishmeal industry. *Marine Policy* 34: 815-820. doi: 10.1016/j.marpol.2010.01.027.
- Pichavant, K., Person-Le-Ruyet, J., LeBayon, N., Severe, A., LeRoux, A., Boeuf, G. (2001). Comparative effects of long-term hypoxia on growth, feeding and oxygen consumption in juvenile turbot and European seabass. *J. Fish. Biol.* 59: 875–883.
- Piedecausa, M.A., Aguado-Giménez, F., García-García, B., Ballester, G., Telfer, T. (2009). Settling velocity and total ammonia nitrogen leaching from commercial feed and faecal pellets of gilthead seabream (*Sparus aurata* L. 1758) and seabass (*Dicentrarchus labrax* L. 1758). *Aquac. Res.* 40, 1703–1714.
- Rahim, A., Abbas, G., Gallus, L., Ferrando, S., Hefeez-ur-Rehman, Ghaffar, A., Maateen, A. (2017). Effect of ration level and feeding frequency on growth, nutrient utilization and body composition of juvenile blackfin seabream, *Acanthopagrus berda* (Forsskal 1775). *Pakistan J. Zool.* 49(2): 557-563.
- Rana, K.J., Siriwardena, S., Mohammed, R.H. (2009). Impact of rising feed ingredient prices on aquafeeds and aquaculture production. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper N° 541. Rome, FAO. 63 p.
- Reid, G.K., Liutkus, M., Robinson, S.M.C., Chopin, T.R., Blair, T., Lander, T., Mullen, J., Page, F., Moccia, R.D. (2009). A review of the biophysical properties of salmonid faeces: implications for aquaculture waste dispersal models and integrated multi-trophic aquaculture. *Aquac. Res.* 40:257–273.

- Remen, M., Oppedal, F., Torgersen, T., Imsland, A., Olsen, R.E. (2012). Effects of cyclic environmental hypoxia on physiology and feed intake of post-smolt Atlantic salmon: initial response and acclimation. *Aquaculture* 326-329: 148–155.
- Robb, D.H.F., Crampton, V.O. (2013). On-farm feeding and feed management: perspectives from the fish feed industry. In: Hasan, M.R., New, M.B. (Eds.). *On-Farm Feeding and Feed Management in Aquaculture*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 583. FAO, Rome. pp. 489–518.
- Sánchez-Vázquez, F.J., Madrid, J.A. (2001). Feeding anticipatory activity. In: D. Houlihan, T. Boujard and M. Jobling (Eds.). *Food Intake in Fish*. Blackwell Science. UK. Pp: 216-232.
- SSPO (2015). Code of Good Practice for Scottish Finfish Aquaculture. Scottish Salmon Producers Organisation. Disponible en: <http://thecodeofgoodpractice.co.uk/chapters/>
- Smith, I.P., Metcalfe, N.B., Huntingford, F.A. (1995). The effect of pellet size dimensions on feeding responses by Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in a marine net pen. *Aquaculture* 130: 167–175.
- Sun, M., Hassan, S.G., Li, D. (2016). Models for estimating feed intake in aquaculture: a review. *Comput. Electron. Agric.* 127: 425-438.
- SWD (2016). On the application of the Water Framework Directive (WFD) and the Marine Strategy Framework Directive (MSFD) in relation to Aquaculture. European Commission 178 final. Disponible en: [http://ec.europa.eu/environment/marine/pdf/SWD\\_2016\\_178.pdf](http://ec.europa.eu/environment/marine/pdf/SWD_2016_178.pdf)
- Tucker, B.J., Booth, M.A., Allan, G.L., Booth, D., Fielder, D. (2006). Effects of photoperiod and feeding frequency on performance of newly weaned Australian snapper *Pagrus auratus*. *Aquaculture* 258: 514–520.
- Velázquez, M., Zamora, S., Martínez, F.J. (2006). Effect of different feeding strategies on gilthead seabream (*Sparus aurata*) demand-feeding behaviour and nutritional utilization of the diet. *Aquac. Nutr.* 12: 403-409.
- Vigen, J. (2008). Oxygen variation within a seacage. Master Thesis. Department of Biology. University of Bergen, Bergen, 73 pp
- Wang, N., Xu, X., Kestemont, P. (2009). Effect of temperature and feeding frequency on growth performances, feed efficiency and body composition of pikeperch juveniles (*Sander lucioperca*). *Aquaculture* 289: 70-73.
- Wedemeyer, G.A. (1996). *Physiology of fish in intensive culture systems*. Ed. Chapman & Hall. New York. 232 pp.
- Wu, R.S.S. (2002). Hypoxia: from molecular responses to ecosystem responses. *Mar. Poll. Bull.* 45: 35–45.
- WWF-ASC (2017). World Wildlife Foundation & Aquaculture Stewardship Council. *Seabass, Seabream and Meagre Standards*. Disponible en: <https://www.asc->

[aqua.org/wp-content/uploads/2018/10/ASC-Sea-Bass-Seabream-and-Mea-gre-Standard\\_v1.0.pdf](http://aqua.org/wp-content/uploads/2018/10/ASC-Sea-Bass-Seabream-and-Mea-gre-Standard_v1.0.pdf)

- Yokohama, H., Ishihi, Y., Abo, K., Takashi, T. (2010). Quantification of waste feed and fish faeces using stable carbon and nitrogen isotopes. *Bull. Fish. Res. Agen.* 31: 71-79.
- Ytrestøyl, T., Aas, T.S., Åsgård, T. (2015). Utilisation of feed resources in production of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Norway. *Aquaculture* 448:365–374. doi: 10.1016/j.aquaculture.2015.06.023
- Zhou, C., Xu, D., Lin, K., Sun, C., Yang, X. (2017). Intelligent feeding control methods in aquaculture with an emphasis on fish: a review. *Rev. Aquac.* 0: 1-19.
- Zhou, C., Lin, K., Xu, D., Chen, L., Guo, Q., Sun, C., Yang, X. (2018). Near infrared computer vision and neuro-fuzzy model-based feeding decision system for fish in aquaculture. *Comput. Elec. Agric.* 146: 114-124.
- Zion, B. (2012). The use of computer vision technologies in aquaculture: a review. *Comput. Elec. Agric.* 88: 125-132.









Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca  
Servicio de Formación y Transferencia Tecnológica



**UNIÓN EUROPEA**  
Fondo Europeo de  
Desarrollo Regional