



Trabajo de Fin de Máster

*Prueba nutricional de piensos
en Sparus aurata*

Agustín Moreno Caballero

Contenido

1.	INTRODUCCIÓN	2
1.1	Descripción y actividades de la empresa:	2
1.2	Instalaciones.....	3
1.3	Introducción a la acuicultura.....	5
1.4	Sparus aurata	8
2.	MI ACTIVIDAD EN EL CENTRO.....	11
3.	MATERIALES EMPLEADOS	12
4.	MÉTODOS:	13
5.	ACTIVIDADES	15
6.	DESAFÍOS:	16
7.	DISCUSION.....	18
8.	CONCLUSIONES.....	19
9.	BIBLIOGRAFÍA	20

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción y actividades de la empresa:

La Fundación Centro Tecnológico de Acuicultura de Andalucía, CTAQUA, se constituye como fundación sin ánimo de lucro, de carácter privado.

CTAQUA se dedica al desarrollo de proyectos y servicios tecnológicos tanto públicos como privados en el marco del sector acuícola.

Cuenta con las siguientes líneas de trabajo

Alimentación y Nutrición

- Introducción de nuevas materias primas
- Innovación en la logística de suministros del alimento y su control

Sanidad y Bienestar animal

- Desarrollo de acciones preventivas
- Validación de productos inmunoestimulantes
- Desarrollo y validación de vacunas
- Diseño de métodos de detección precoz de enfermedades. Diagnóstico
- Investigación para la consecución de las pautas de Bienestar animal

Diversificación

- Desarrollo de estudios para la diversificación de la producción
- Consolidación de la reproducción y proceso productivo de nuevas especies
- Tecnología industrial
- Disposición de unidades de laboratorio e investigación para el desarrollo de estudios y seguimiento de parámetros tanto físico químicos como microbiológicos
- Estudio de mejoras en los procesos de monitorización del cultivo
- Optimización de equipos utilizados en las labores de cultivo
- Desarrollo de procesos de ingeniería aplicada

Sostenibilidad

- Desarrollo de cultivos sostenibles con mínimos requerimientos alimenticios para su aplicación, entre otros ambientes, en espacios naturales protegidos: cultivos multitróficos, desarrollo de cultivos de macroalgas, etc.
- Valorización de residuos
- Adecuación de instalaciones para cumplimiento de la legislación ambiental vigente, gestión de SANDACH

Comercialización

- Diseño de estrategias de comercialización
- Innovación en la transformación y conservación de los productos
- Aprovechamientos de residuos y subproductos originados en el procesado

1.2 Instalaciones



Las instalaciones están ubicadas en El Puerto de Santa María, Cádiz, España, a la vera del río Guadalete y a poca distancia del mar.

El edificio de CTAQUA cumple múltiples funciones investigadoras relacionadas con los diversos campos productivos de la actividad acuícola, sobre todo de agua salada y especialmente sistemas de recirculación RAS.

El edificio se distribuye en dos plantas. La primera de ellas se compone de las unidades de ensayo, las cuales están clasificadas en función a la temática a la cual están orientados

(nutrición, diversificación, moluscos y crustáceos, fitoplancton y zooplancton, microbiología y patología) aunque la distribución depende también en gran parte de las necesidades y requerimientos de los proyectos en marcha. Además, en la misma planta, se encuentra ubicado el laboratorio de transformado de productos y el de ingeniería.

1. **SALA DE NUTRICIÓN:** Sala específica para estudios de nutrición de diversas especies de peces, compuesta por dos sistemas de recirculación independientes y control de parámetros automatizados.



SALA DE NUTRICION

2. **SALA DE DIVERSIFICACIÓN:** Sala específica para estudios de diversificación de nuevas especies. Puede servir de apoyo a la mejora de los actuales sistemas productivos, a nivel de preengorde, engorde y reproducción.
3. **SALA CRUSTÁCEOS Y MOLUSCOS:** Sala específica para estudio de diversificación de nuevas especies de crustáceos y moluscos, compuesta por 2 sistemas de trabajo (sobre todo dedicados a moluscos cefalópodos). En momentos puntuales puede servir de apoyo a la mejora de los actuales sistemas productivos a nivel de preengorde, engorde y reproducción.
4. **SALA PATOLOGÍA y MICROBIOLOGÍA:** Dos salas (un laboratorio y un animalario) aisladas del resto de dependencias y con una zona de seguridad anexa entre ambas estancias. Están destinadas al estudio de las posibles patologías y

afecciones microbiológicas que puedan desarrollarse en las especies cultivadas en acuicultura. Disponen de distintos sistemas de tanques y acuarios donde se suelen desarrollar diferentes modelos de ensayos de infecciones controladas por baño, por inyección intraperitoneal, inyección intramuscular, cohabitación, etc.



SALA DE PATOLOGIA

5. **SALA TRANSFORMADO:** Sala específica para transformado e innovación de productos alimentarios de origen acuícola, introduciendo nuevas materias primas y/o valorizando dichos productos (por ejemplo, introducción de algas en alimentos preparados)

En la planta superior se encuentran las instalaciones para la administración y gestión del Centro (oficinas técnicas, administración y dirección, salas de eventos y gerencia), así como los laboratorios analíticos de fisicoquímica, tecnología de alimentos y materiales, y la sala de vigilancia tecnológica. El edificio se complementa con una zona de recepción de agua salada y pretratamiento de esta, que abastece a todos los sistemas disponibles.

1.3 Introducción a la acuicultura

El término acuicultura se refiere a todas aquellas actividades cuyo fin es la producción de organismos acuáticos, ya sean de aguas dulces, salobres o saladas. Este proceso abarca todas las etapas del desarrollo, desde los primeros estadios hasta los adultos. Hoy en día,

algas, crustáceos, peces y moluscos constituyen los grandes grupos de interés acuícola; la idea de “cultivar el mar” no es nueva.

En Hawái se descubrieron restos prehistóricos de estanques que fueron utilizados para la estabulación y mantenimiento de animales acuáticos. Ya en el año 1.400 a.C. se conoce que existían leyes para proteger a los piscicultores de los ladrones furtivos en la región Indo-Pacífica. El primer tratado sobre acuicultura se remonta al año 475 a.C. cuando Fan-Li, en China, escribe el libro “Cría de peces” donde se recogen las indicaciones necesarias para el cultivo de la carpa común, *Cyprinus carpio*. En el siglo IV a.C., Aristóteles menciona el cultivo de ostras en Grecia, mientras que Plinio da detalles de este en Roma.

En Galicia existen registros para poder asegurar que el consumo de moluscos bivalvos se remonta al siglo IV a.C. ya que han aparecido restos de conchas de ostras, mejillones y almejas, en depósitos denominados “concheiros” en los alrededores de lo que en su día fueron asentamientos humanos (Figueras, 2007).

La acuicultura lleva empleándose desde hace milenios, sin embargo, no es hasta mediados del siglo XX cuando esta disciplina comienza poco a poco a industrializarse. Desde entonces no ha parado de crecer, con un aumento exponencial en las últimas décadas, la llamada “Revolución Azul”, hasta el punto de que hoy día la acuicultura ha superado a la pesca, la cual se encuentra estancada desde hace unos años. (Arijo Andrade, 2014)

Además, según la FAO en su informe oficial del año 2018, el volumen de captura se ha estancado y tiende a la baja en los caladeros de los diferentes países, este hecho se atribuye a la sobreexplotación de dichos caladeros, es decir que se sobrepasa el límite de captura necesario para el reemplazo de los peces capturados. La misma FAO estima que, en el 2030, el consumo de pescado por año aumentará en 4 kilogramos por persona, lo que conllevará un aumento en la demanda y por lo tanto una necesidad de incrementar la oferta, lo que supone una gran oportunidad para el sector acuícola.

Con las perspectivas actuales, es fundamental el estudio y experimentación para optimizar la producción de pescado en cautividad para el consumo humano, ya que la pesca extractiva tiene sus límites y parece ser que ya hemos llegado o incluso lo estamos sobrepasando con todo esto la alternativa más viable es la acuicultura, la cual se encuentra en auge. (Apromar, 2013)

La acuicultura ha permitido mantener en el mercado algunas especies de peces, crustáceos y moluscos a unos niveles relativamente económicos (FAO, 2018). Al mismo tiempo se han disminuido los esfuerzos pesqueros sobre especies altamente cotizadas en el mercado, evitando su desaparición.

Los principales retos a los que se enfrenta la acuicultura hoy día son la diversificación de especies, el control de las patologías que afectan a las especies cultivadas y el desarrollo de la nutrición. (Cerezuela Cabrera, 2012)

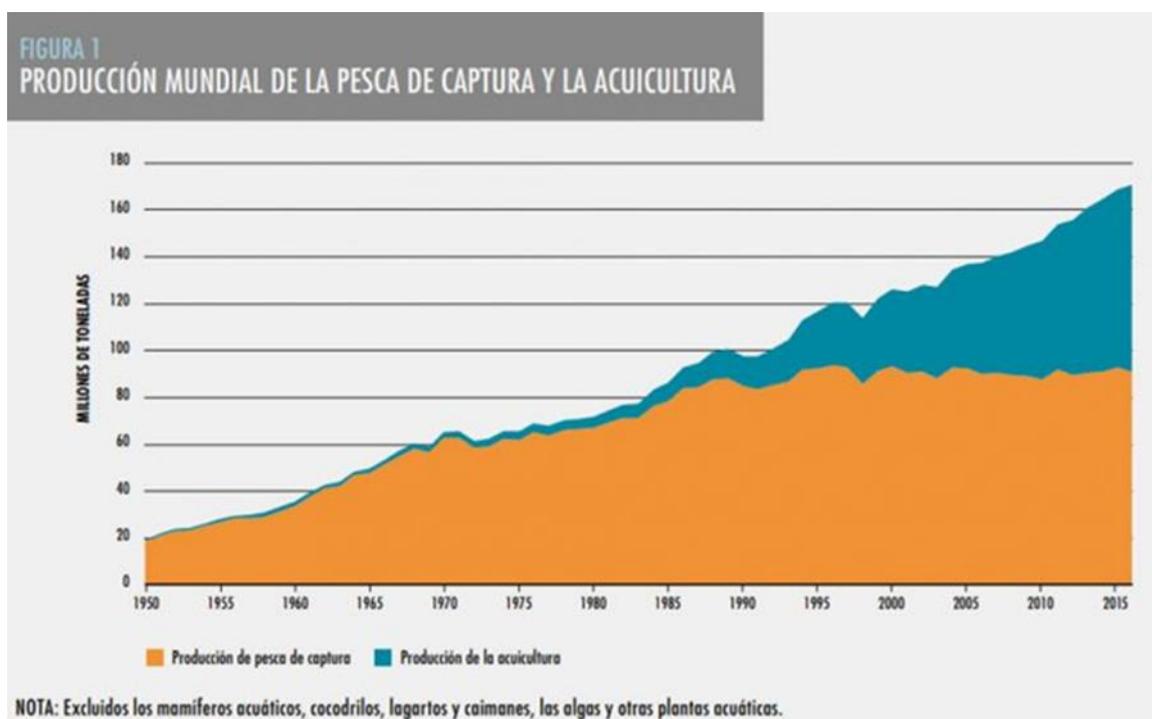


Imagen obtenida de FAO: Estado mundial de acuicultura y pesca. 2020

Conforme la acuicultura se fue tecnificando y profesionalizando empezó a ser necesario optimizar el alimento que se le proporcionaba a los animales con el fin de obtener ventajas de producción como mayores tasas de crecimiento, incremento de la calidad del producto final, beneficios inmunológicos, disminución de costes, etc. (Arijo Andrade, 2014)

Por lo tanto, poco a poco se fueron desarrollando múltiples variedades de piensos cada vez más específicos, orientados a tamaño del animal, estadio, especie, modelo de producción, etc.

La selección de un pienso óptimo es un factor fundamental en la piscicultura, ya que suele conformar el mayor coste en la producción acuícola y es necesario que este gasto aporte resultados apropiados. (I. Rayó, S. Maura, 1990)

Pero ¿Cómo se puede valorar si la formulación de un nuevo pienso cumple las expectativas que el desarrollador tenía en mente al diseñarlo? A través de pruebas experimentales, que se pueden aplicar al propio producto (medición parámetros fisicoquímicos, análisis de nutrientes, etc.) o pruebas realizadas sobre un grupo de población experimental. Son estas últimas en las que centraremos este trabajo ya que el eje central de mi periodo de prácticas en CTAQUA fue la participación activa en una prueba nutricional de validación de piensos diseñados para *Sparus aurata*.

1.4 Sparus aurata

La dorada es un pez óseo perteneciente a la familia de los espáridos que habita principalmente en el mar Mediterráneo y en el Este del océano Atlántico, su alimentación es carnívora y prácticamente bentónica, prefiriendo presas invertebradas como poliquetos, crustáceos o moluscos, aunque ocasionalmente puede ingerir algún pez. (Sánchez de Lamadrid, 2002).

Puede encontrarse en una gran variedad de hábitats, al ser su alimentación bentónica suelen hallarse en los fondos, tanto arenosos como rocosos; y la profundidad puede variar desde la superficie a los 500 metros, aunque lo más normal es encontrarlas a menos de 150 m de profundidad (Abecasis et al., 2008).

Esta especie es una de las más criadas en la acuicultura marina, sobre todo en el sur de Europa, que representa el gran núcleo de producción mundial de este pez; esta importancia está relacionada con la facilidad de cultivo y lo apreciada que es su carne, de hecho, tenemos conocimiento de la cría de este animal desde hace siglos.

La primera mención escrita del cultivo de dorada la hace Plinio el Viejo, acerca de un ingeniero que construyó unos viveros artificiales para la producción extensiva de esta especie. Es a finales del siglo del siglo XX cuando empieza la intensificación del cultivo; uno de los mayores hitos se produjo en 1982 en Italia, se consiguió cerrar el ciclo

biológico de la dorada de forma artificial y en la década posterior ya se producía a escala comercial.

Hoy día la dorada se cultiva principalmente en jaulas de engorde o en tanques. En la década de los noventa se cultivaba mas en tierra, sin embargo, con la entrada del nuevo milenio ha aumentado la tendencia del engorde en jaula, ya que requiere menos coste energético. (Ortega A, 2008)

La dorada (*Sparus aurata*) es una de las especies más importantes en la actividad piscícola en España siendo la segunda especie marina más producida (14.930 t.), solo por detrás de la lubina. Pero cobra aún más relevancia a nivel mundial (218.099 t.) sobrepasando a la lubina (215.636 t.) y posicionándose como la primera, aunque bien es cierto que, si hablamos de valor económico, a nivel mundial le superan especies más codiciadas por el mercado como lo es el Salmon Atlántico (Informe Apromar, 2019).

	1970	1990	2000	2005	2010
Pesca	700	611	1.229	744	1.022
Acuicultura	0	565	8.242	15.433	20.358
Total	700	1.176	9.471	16.177	21.380
%	0	48	87	95	95

Comparación de importancia entre acuicultura y pesca de dorada en España

Tabla elaborada por Ignacio Llorente García

El valor comercial de la dorada en España ha ido variando a lo largo de los años, a mediados del siglo veinte tenía un alto valor, sin embargo a partir de la última década del citado siglo, el rápido desarrollo de la acuicultura aumentó la oferta de tal forma que los márgenes de beneficios se vieron bastante estrechados, situación que se acentuó a partir del año 2000, cuando se le sumó también un aumento de las importaciones de otros países productores europeos como Grecia (Ignacio Llorente García, 2013). El principal reto de

este cultivo hoy día es buscar nuevos destinos de comercialización a través de la mejora de las técnicas productivas empleadas, con el objetivo de disminuir costes e incrementar la capacidad competitiva del producto final.

Otro aspecto a tener en cuenta en torno al valor económico de la dorada es la variación de precios. Si observamos el gráfico de abajo (Comparación de precios del kilogramo de dorada fresca entre la acuicultura en rojo y la pesca extractiva en azul) observamos que la cría de dorada en piscifactoría aparte de ser más barata, los precios se encuentran estabilizados, esto es porque la producción está programada y se puede prever que cantidad de dorada va a haber disponible; sin embargo, en la pesca extractiva se depende de la estacionalidad, de la sobrexplotación pesquera, de la contaminación y de otros muchos factores que hacen variar el precio.

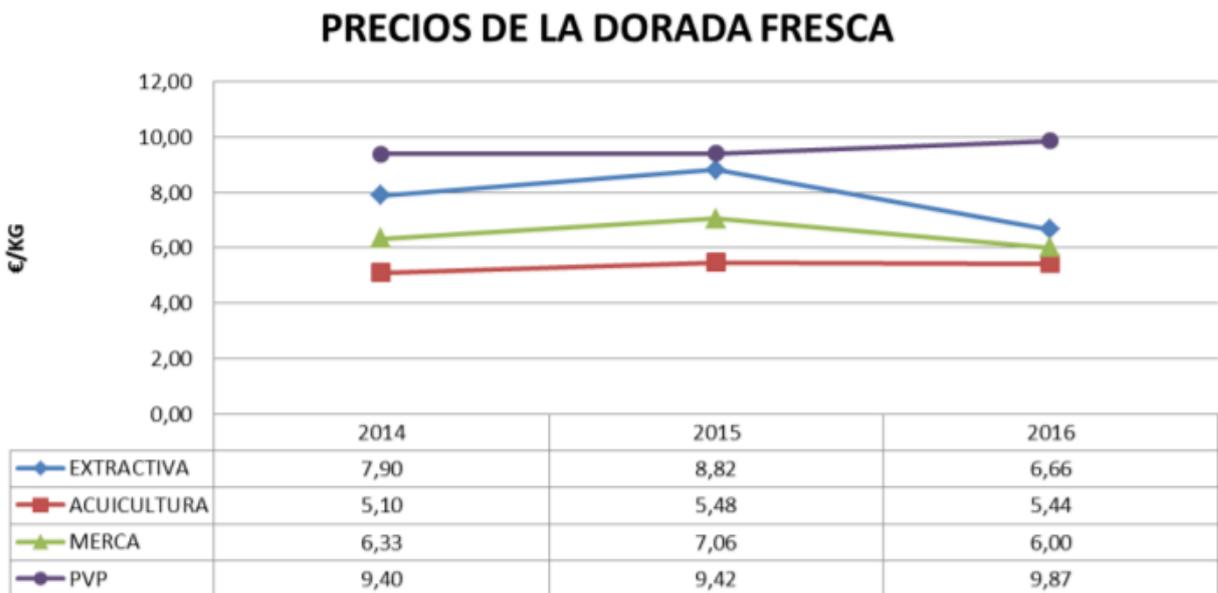


Imagen tomada de MAPAMA. El mercado de la dorada en España. 2017

2. MI ACTIVIDAD EN EL CENTRO

Desde mi llegada al centro se me asignó en un proyecto que estaba empezando en ese momento, este proyecto fue una prueba nutricional con dorada y que posteriormente se llevaría a cabo una prueba análoga con lubina (*Dicentrarchus labrax*), aunque esta última parte del proyecto ha comenzado una vez finalizado mi periodo de prácticas.

El objetivo principal se centra en la validación de parámetros de rendimiento o productivos como SGR (tasa específica de alimento), FCR (factor de conversión de alimento), ganancia de peso y porcentaje de supervivencia. No obstante, se evaluarán parámetros e índices biométricos como índices hepatoesomático y viscerosomático.

Este será el proyecto que detallaré a continuación y servirá ejemplo real del desarrollo de un proyecto en CTAQUA.

De forma preliminar a la fase experimental, se contacta con la empresa interesada en la ejecución del proyecto, en este caso se trata de BioMar Iberia. Se realiza un intercambio de información a fin de detallar el protocolo a seguir, cuando se llega a un consenso final, teniendo en cuenta las capacidades del centro, los requerimientos del proyecto y el presupuesto. Se establece un cronograma fijando los tiempos y plazos previstos para cada fase del proyecto.

Cuando se tienen ya todos los detalles planificados, se procede a comenzar la experiencia práctica, la cual procederé a comentar, la he dividido en materiales (nombrando el material empleado en la prueba), métodos (explicando los procedimientos que se han seguido para llevar a cabo el proyecto) y desafíos (los problemas que hemos detectado durante el curso de la prueba y como los hemos subsanado).

3. MATERIALES EMPLEADOS

- 9 Tanques de 1200 L
- 1 Tanque de distribución con biofiltro *moving bed*
- 1 filtro mecánico de tambor
- 2 tubos ultravioletas de esterilización
- Filtro Skimmer
- 2 bombas hidráulicas
- 2 Caudalímetros
- Sistema de aireación
- Sistema de oxigenación
- Tuberías, válvulas, canaletas, etc....
- Tanque auxiliar para para stocking y muestreos
- Utensilios de muestreo: balanza, redes de captura, metro, etc.
- Oxímetro con termómetro incorporado
- Refractómetro portátil
- Utensilios para medir calidad del agua. (Reactivos, tubos de ensayo, ...)

4. MÉTODOS:

Durante 4 meses se alimentará a doradas divididas en 9 tanques, con un tipo de pienso distinto A, B y C. Cada tipo de pienso se aportará a tres tanques, para que haya suficientes replicas y el experimento sea más fiable y representativo.

Primero los peces son trasladados desde el estero en un tanque de transporte cargado en una furgoneta, al llegar se aclimatarán durante unos días, pasados los cuales se realizará el Stocking, esta tarea consiste en repartir los peces de forma que la biomasa total de los 9 tanques sea la misma, para garantizar esto, los peces son anestesiados con fenoxietanol, se pesan y se miden.

Primero se realiza un sondeo inicial, para conocer el tamaño medio aproximado de los peces, y escoger el rango de tamaños de los individuos que serán seleccionados, aplicándole un coeficiente de variación máximo de 15%.

Tras la selección de individuos se estabularon 119 doradas de peso medio $136 \text{ g} \pm 20,4\text{g}$ por tanque. Teniendo en cuenta que el volumen de cada tanque era de 1200 litros, la prueba comenzó con una densidad de carga igual a $13,487 \text{ Kg/m}^3$.

Posteriormente se realizarán otros dos muestreos intermedios y un muestreo final.

Antes de estabular a los peces se seleccionaron 15 ejemplares al azar que se sacrificaron para estudiar el índice viscerosomático y hepatosomático.

Los parámetros ambientales de los tanques serán los siguientes y deberán mantenerse entre estos valores:

Oxígeno (mg/L)	Temperatura (°C)	pH	Salinidad (ppt)	TAN (mg/L)	NO ₂ (mg/L)	RedOx (mV)	Fotoperiodo (L/D)
6 ± 1	23 ± 1	7.5 ± 0.5	38 ± 1	< 1	< 3	175 ± 50	12/12

Una vez estabulados la ración de alimento diaria se llevó a cabo de acuerdo con el protocolo acordado, alimentando de forma manual *ad libitum*, una vez al día (aproximadamente las 9 a.m.). La dieta es preparada en base a unas tablas nutricionales

aportadas por la empresa que solicitó el experimento. Es muy importante dedicar exactamente el mismo tiempo tanto en la administración del alimento como en la retirada del pienso sobrante para contabilizarlo. En esencia, se debe seguir el mismo patrón de alimentación en todos los tanques durante todo el periodo de duración de la prueba, es por ello que en este tipo de pruebas es recomendable que sea siempre el mismo operario el que realice estas actividades, ya que el más mínimo cambio puede verse reflejado en la ingesta de los peces de estudio.

Posteriormente, tanto al finalizar el primer mes desde el stocking como el segundo, se realizaron los muestreos intermedios 1 y 2, en el que se pesaron individualmente todos los individuos de cada tanque, utilizando fenoxietanol para facilitar su manejo. Durante el tiempo que se trasladaba a las doradas a un tanque exterior para realizar el muestreo se aprovechaba para realizar una limpieza a fondo del tanque conectado al sistema y de su equipo (tuberías, flautas, piedras de aireación, ...)

Por último, se realizó el muestreo final pasados 3 meses desde el stocking. De los 119 peces pesados y medidos se seleccionaron aleatoriamente 15 peces de cada tanque, los cuales fueron sacrificados tanto para calcular índice hepatosomático y viscerosomático como para contar el número de pellets que tenían en el aparato digestivo (se les había suministrado pienso inmediatamente antes del despesque de los mismos, primero se probó administrado el pienso 10 minutos antes de despescarlos, pero los pellets se deshacían e imposibilitaban el recuento).



Imagen tomada en muestreo

5. ACTIVIDADES

a) Diarias:

- Comprobar si todos los elementos del RAS funcionan correctamente
- Mantenimiento y limpieza del Skimmer de proteínas
- Deshecho de deyecciones abriendo válvula, para renovar 10-15% de agua.
- Administrar las dietas a los correspondientes tanques.
- Recogida de sobras de pienso, para ajustar las tablas nutricionales.
- Limpieza del sistema como canaleta, paredes de tanque, etc.

b) Cada 2 días:

- Realizar prueba de calidad de agua para medir amonio y nitritos.
- Limpieza de piedras de aireación.

c) Ocasionalmente:

- Transporte de peces desde el estero
- Stocking
- Muestreos con limpieza completa del sistema y alta renovación de agua.
- Montaje, y desinfección total del equipo de RAS
- Limpieza del biofiltro por suciedad acumulada
- Desmontar filtro mecánico y bombas hidráulicas para limpiar los mecanismos.
- Retirar las bajas que pueda haber en los tanques

6. DESAFÍOS:

La prueba nutricional que se me asignó requería una alta densidad de peces, a los que además había que alimentarles con más cantidad de pienso de la que necesitaban para asegurarse que comían *ad libitum*, esto hacía que el agua se enturbiara rápidamente, tanto, que en alguna ocasión el sistema de filtración mecánica colapsó debido a la alta concentración de materia orgánica en suspensión. Se resolvió, aumentando la renovación diaria de agua, incluyendo un sistema Venturi de ozono y aumentando el mantenimiento del filtro de tambor y el Skimmer.

-Problema para calcular la comida que sobraba: La prueba requería que la alimentación fuese *ad libitum*, por lo que diariamente había que saber cuánta comida había sobrado para ajustar la dieta de cada tanque (debía sobrar aproximadamente un 30% de la cantidad administrada para garantizar que todos los peces habían comido a saciedad), pero ¿Cómo saber cuánta comida había sobrado?

Se diseñó una especie de filtro compuesto por un tubo de PVC modificado abriéndole una ventana rectangular en su pared y adjuntándole una malla con un pegamento especial para ese tipo de plástico, luego se le hicieron agujeros en los extremos para introducir una varilla y que se sostuviese en la canaleta colectora (Imagen adjuntada al final del párrafo), este artefacto se colocaba en la salida de agua del tanque con dirección a los filtros, ahí se quedaba parte del pienso sobrante, la otra parte se retiraba de la válvula de deyección del tanque, colocándole una red de malla fina; esta tarea se realizaba en un principio dos horas tras la administración de pienso, pero posteriormente se cambió a una hora tras la administración debido a que pasado dicho tiempo aumentaba la desestabilización de pienso y por lo tanto aumentaba la tasa de error. Luego se pesaba el sobrante de pienso y se apuntaba en un estadillo, para poder regular la dieta en base a unas tablas que nos entregaron la empresa que contrató el proyecto, ya que no es lo mismo lo que podría comer una dorada de 130 gramos que una de 300 gramos, lógicamente cuanto más grande sea el pez mayor serán sus necesidades nutricionales.



Filtro para contabilizar pienso sobrante

-Conocer la estabilidad del pienso: Al recoger el pienso sobrante nos dimos cuenta de que algunos eran más estables que otros, por lo que se decidió realizar una prueba de estabilidad para comparar los piensos. Se introdujeron 100 pellets en un cubo de 20 litros con agua del sistema y aireación. Se esperan 2 horas y se comprueba cuantos pellets siguen íntegros.

También se hizo la prueba de flotabilidad, ya que se apreció que uno de los piensos flotaba notablemente más que los otros, para esta prueba se introdujeron 10 pellets de pienso en un cubo y en 10 segundos se cuentan los que flotan o se hunden, al pasar este tiempo, además se da un golpe seco y no muy fuerte con el cubo en la superficie donde se encuentre, para diferenciar los que flotan por gota (burbuja) o por corcho (por propia estructura del pellet), las que flotan por la burbuja de aire que se queda adherida al pienso caen al fondo tras dar el golpe seco. Este ejercicio se repitió tres veces por pienso y se hizo la media para que el resultado fuera representativo.

7. DISCUSION

Mi paso por CTAQUA ha sido muy instructivo, y me ha permitido formarme de una manera activa en el sector de la acuicultura, especialmente en el campo de las pruebas nutricionales y el funcionamiento de los sistemas RAS; dos disciplinas que sin duda representan el presente y, sobre todo futuro de la piscicultura en cuanto a tecnificación y desarrollo. Además, me ha aportado la experiencia de sentir la responsabilidad sobre un proyecto e involucrarme en él.

En cuanto a mi experiencia acerca del proyecto realizado cabe destacar la importancia que tienen las pruebas nutricionales de pienso en la rentabilización y valorización de la industria acuícola, ya que el alimento habitualmente es uno de los mayores gastos que las empresas tienen en este sector, por eso es tan importante realizar experiencias para mejorar la calidad de los mismos a la vez que se disminuye el coste, esto permitirá sin ninguna duda aumentar el margen de beneficios obtenidos y por lo tanto que el sector crezca a una velocidad aun mayor de la que ya lo hace en los últimos tiempos.

Para finalizar me gustaría destacar la importancia que tienen las aportaciones económicas públicas en los centros tecnológicos como por ejemplo el propio CTAQUA, ya que es una inversión que sin duda tiene repercusiones muy beneficiosas tanto a corto como a largo plazo en el sector.

8. CONCLUSIONES

1. La investigación, desarrollo e implantación de ideas innovadoras en el proceso de cría y engorde del pescado es indispensable para asegurar el éxito y la competitividad del sector acuícola.
2. La dorada es una de las especies más importantes en la acuicultura de agua salada a nivel mundial, por eso es tan importante ampliar los márgenes de beneficio a la par que se aumenta la competitividad productiva frente a otros países.
3. Las pruebas nutricionales son un método altamente eficaz para evaluar y comparar los nuevos piensos que crean las empresas, y son una gran inversión a fin de multiplicar los beneficios y reducir costes en este campo.
4. El profundo y amplio conocimiento del sector de la acuicultura y la experiencia del personal de CTAQUA están permitiendo posicionarse como un centro tecnológico referente en España y Europa.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Figueras, A., Novoa, B., *Bioteconología marina y acuicultura*. Arbor. 2014. 190(768). a153. <https://doi.org/10.3989/arbor.2014.768n4007>
2. Arijó Andrade S., *La acuicultura*. El Ecologista. 2005. N° 43
3. *Apromar. Informe La Acuicultura en España*. 2019, p.3-4 y 15.
4. FAO. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible*. Roma, Italia. 2018.
5. Cerezuela Cabrera R., *Nuevos probióticos y prebióticos para dorada (Sparus aurata L.)* Universidad de Murcia. 2012. P. 21.
6. I RAYÓ, Salvador Maura. *Los piensos en acuicultura*. MG Mundo ganadero, 1990, vol. 10, p. 58-60.
7. Sánchez de Lamadrid Rey, A., *Tesis Doctoral. Comportamiento y repoblación de la dorada (sparus aurata, Linnaeus 1758) en el litoral suratlántico andaluz*. Universidad de Cádiz. 2002. Pps. 26-29
8. Abecasis, D.; Bentes, L.; Coelho, R.; Correia, C.; Lino, P.G.; Monteiro, M.; Gonçalves, S.; Ribeiro, J.S. and Erzini, K.. *Ageing seabreams: A comparative study between scales and otoliths*. 2008. P. 37
9. Ortega A, *fundación observatorio español de acuicultura consejo superior de investigaciones científicas ministerio de medio ambiente y medio rural y marino*. Cuadernos de Acuicultura. Cultivos de dorada. Madrid. P. 24

10. *Ignacio Llorente García. Análisis de competitividad de las empresas de acuicultura. aplicaciones empíricas al cultivo de la dorada (Sparus aurata) y la lubina (Dicentrarchus labrax). Tesis doctoral. 2013.*

11. *Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA). El Mercado de la Dorada en España. 2017.*