



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

PRODUCCIÓN INTENSIVA DE RODABALLO (*Psetta maxima*) EN STOLT SEA FARM (CABO VILÁN)

**TRABAJO DE FIN DE MÁSTER
JUNIO 2023**

Daniel López Montes

**Tutor Académico: Carlos Pereira Dopazo
Tutor de la empresa: Iría Castaño Varela**

ÍNDICE

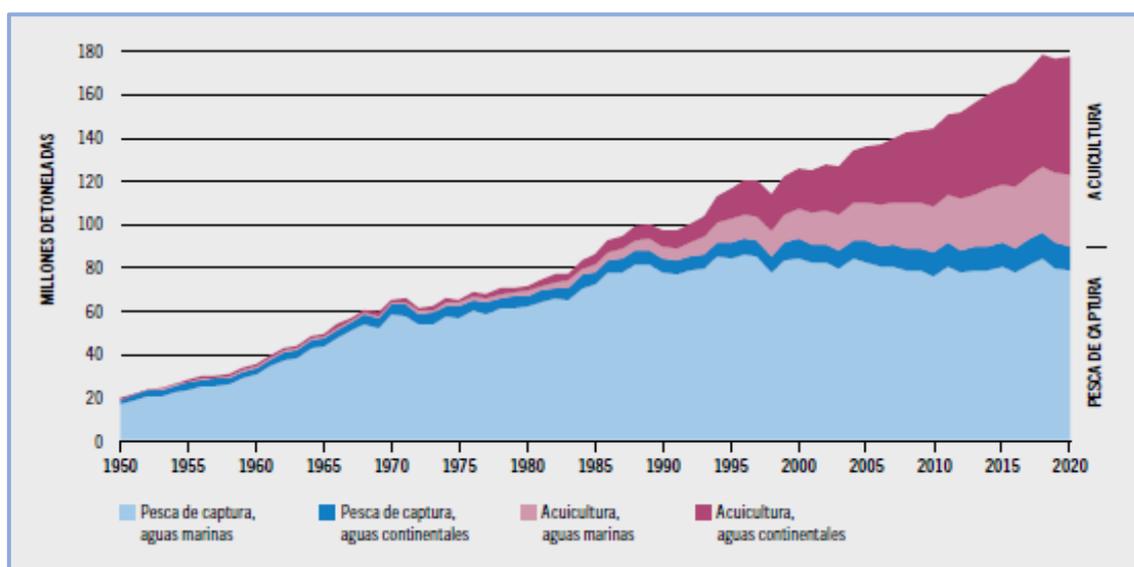
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. La acuicultura del rodaballo	1
1.2. Stolt Sea Farm	2
1.3. Biología del rodaballo (<i>Psetta maxima</i>)	4
1.3.1. Posición taxonómica, distribución y ecología	4
1.3.2. Morfología	5
1.3.3. Reproducción	5
1.3.4. Ciclo productivo	6
2. GRANJA DE STOLT SEA FARM EN CAVO VILÁN	11
2.1. Zona de cultivo	12
2.1.1. Nursery	13
2.1.2. Preengorde	14
2.1.3. Engorde	15
2.2. Circuito de agua	16
2.2.1. Foso de bombas	16
2.2.2. Zona de filtración y desinfección	17
2.2.3. Zona de oxigenación	18
2.3. Edificios auxiliares	18
3. OBJETIVOS DE LAS PRÁCTICAS	19
4. PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	19
4.1. Procesos y procedimientos en salud	19
4.2. Procesos y procedimientos en producción	33
5. CONCLUSIONES Y PROPUESTAS DE MEJORA	36
6. BIBLIOGRAFÍA	38

1. INTRODUCCIÓN

1.1. La acuicultura del rodaballo

La acuicultura se puede definir según la FAO como el cultivo de organismos acuáticos en los que se incluyen peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas. El cultivo implica la intervención del hombre en el proceso de cría de estos organismos para de esta forma aumentar la producción en operaciones como la siembra, la alimentación o la protección frente a depredadores. La actividad de cultivo también supone que los individuos, asociaciones o empresas que la ejercen son propietarios de la población bajo cultivo (FAO, 2022).

El sector acuícola es de gran importancia debido a la creciente demanda mundial de productos acuáticos sanos y nutritivos. El aumento de la población y la necesidad de alimentarla con proteína animal de buena calidad hace que esta actividad industrial sea clave en el futuro. Esto se ha constatado en los últimos 30 años en donde la pesca extractiva ha mantenido un nivel de capturas más o menos estable alcanzando así su máximo sostenible. En cambio, en el caso de la acuicultura, desde los años 80 del siglo pasado está experimentando un crecimiento exponencial hasta tal punto de superar en toneladas producidas anualmente a la pesca estos últimos años (APROMAR, 2022).

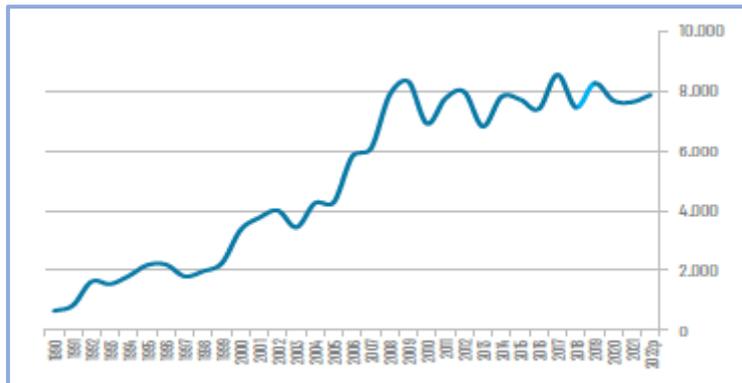


Gráfica 1 - Producción mundial de la pesca de captura y la acuicultura a lo largo de los años (FAO, 2022)

En el año 2021 la acuicultura española cosechó un total de 327309 toneladas que alcanzaron un valor en su primera venta de 629 millones de euros. Estas toneladas se desglosan en mejillón (255303 t), lubina (23924 t), trucha arcoíris (15357 t) y dorada

(9632 t) como principales especies producidas en cuanto a volumen de producción medido en toneladas (APROMAR, 2022).

En cuanto al rodaballo, en España se cosecharon en el año 2021 un total de 7629 toneladas que suponen el 68,8% de la producción total de la Unión Europea. Esta cifra es un 0,7% menor que la del año 2020, aunque se prevé que las cifras del año 2022 aumenten hasta llegar a las 7800 toneladas (APROMAR, 2022).



Gráfica 2 - Evolución de la producción acuícola de rodaballo (*Psetta maxima*) en España (APROMAR, 2022)

A nivel español, Galicia es el único productor de esta especie. Prácticamente la totalidad (99%) del rodaballo consumido en España proviene de la producción acuícola (APOMAR, 2022).



Figura 1 - Mapa de distribución de la producción española de rodaballo (*Psetta maxima*) (APROMAR, 2022)

1.2. Stolt Sea Farm

La empresa Stolt Sea Farm es una división del grupo Stolt – Nielsen Limited (*SNL*) que es un grupo inversor a largo plazo y gestor de empresas. La marca Stolt Sea Farm se fundó en el año 1972 en Noruega en donde se convirtió en el principal proveedor de juveniles de salmón en la emergente industria del salmón. En el 2005 se inaugura en Cabo Vilán (Camariñas) la mayor granja del mundo dedicada a la producción de peces planos y en la actualidad la empresa está presente en España, Francia, Portugal, Noruega e Islandia con un total de 14 granjas de peces y un equipo de unas 400 personas. Stolt Sea Farm sigue rigurosos controles de calidad y ambientales para asegurar que las acciones realizadas por la compañía sean lo más respetuosas posibles con el medio ambiente (Prodemar, 2023; Stolt Sea Farm, 2023).

Dentro de la propia Stolt Sea Farm se incluyen 3 marcas: Prodemar, King Turbot y King Sole, lo que proporciona una gran oferta de productos y presentaciones de estos. Prodemar es la principal marca de rodaballo y lenguado (Prodemar, 2023).

En Galicia, Stolt Sea Farm cuenta con 7 granjas de producción de rodaballo y lenguado situadas en diferentes emplazamientos de la costa: Cabo Vilán (Camariñas), Merexo (Muxía), Couso (Ribeira), Palmeira (Ribeira), Quilmas (Carnota), Lira (Carnota) y Cervo (Lugo).

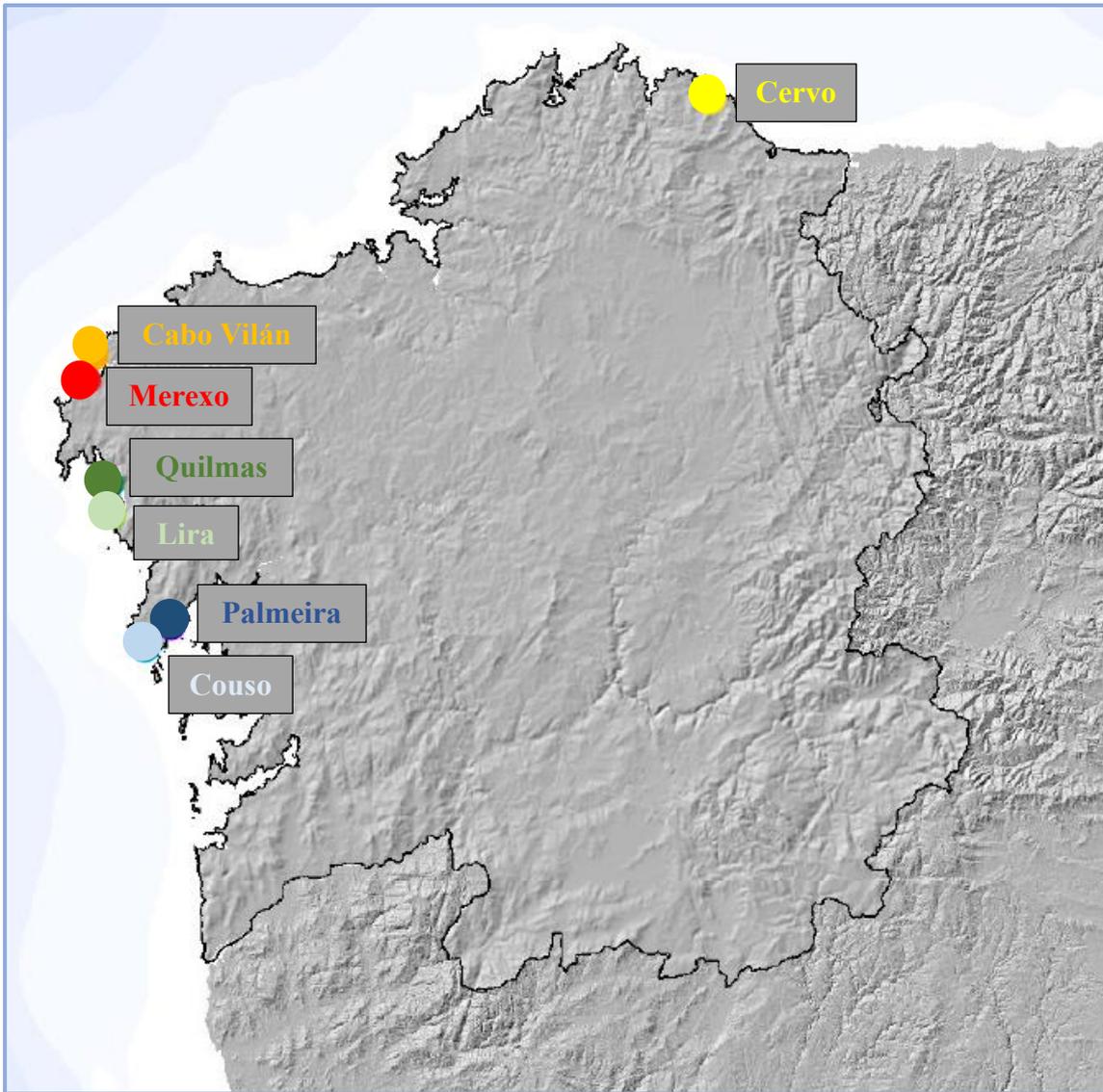


Figura 2 - Mapa de Galicia con la localización geográfica de las granjas de Stolt Sea Farm. Mapa de: <https://mapas.xunta.gal/visores/basico/>. Edición propia.

1.3. Biología del rodaballo (*Psetta maxima*)

1.3.1. Posición taxonómica, distribución y ecología

El rodaballo, *Psetta maxima* (Linnaeus, 1758) es un pez plano del orden de los *Pleurinectiformes*, clasificado en la familia *Scophthalmidae* y a su vez dentro del género *Psetta* (Fernández, 1994.; Fernández & Rodríguez, 2002; Rodríguez, 2011).

Se distribuye por todo el Atlántico Norte desde las costas de Islandia y Noruega, pasando por el Mar Báltico hasta llegar a la costa Atlántica de Marruecos. Es menos frecuente encontrarlo en el Mar Mediterráneo. Ha sido introducido tanto en Chile como en China para su explotación comercial a través de la producción acuícola (Fernández Pato, 1994.; Fernández & Rodríguez, 2002; Rodríguez, 2011).

Es una especie marina bentónica que vive en fondo arenosos o fangosos desde aguas de muy poca profundidad o someras hasta unos 100 metros de profundidad. Generalmente los ejemplares más jóvenes suelen vivir en aguas menos profundas, mientras que los adultos prefieren una mayor profundidad. Se van alejando de la costa con la edad. Ocasionalmente podemos encontrarlos en aguas salobres. Otra característica importante es que es capaz de mimetizarse con el fondo en el que se encuentra imitando el color de este (Fernández Pato, 1994.; Fernández & Rodríguez, 2002; Rodríguez, 2011).

El rodaballo es una especie carnívora que en sus fases juveniles se alimenta fundamentalmente de moluscos y crustáceos. Los adultos tienen como presa principal a peces y cefalópodos. Son animales fundamentalmente nocturnos, ya que es en la noche donde suelen capturar a sus presas, durante el día son mucho menos activos y no suelen moverse demasiado (Fernández & Rodríguez, 2002; Rodríguez, 2011).

1.3.2. Morfología

El rodaballo es un pez asimétrico con forma circular que tiene los ojos sobre el lado izquierdo (Rodríguez, 2011). No tiene escamas, pero si una piel provista de protuberancias óseas denominadas espículas distribuidas irregularmente en el lado ocular (FAO, 2005; Rodríguez, 2011).

Tienen una boca de gran tamaño y ojos pequeños. Las aletas dorsal y anal se extienden por los flancos dorsal y ventral. Las aletas pectorales son cortas y con el borde posterior redondeado. Las aletas pélvicas son de pequeño tamaño y están situadas antes de la gran aleta anal. La línea lateral está curvada en su extremo anterior. Aleta caudal que termina de forma convexa (Fernández & Rodríguez, 2002; FAO, 2005.; Rodríguez, 2011).

El color del rodaballo es variable ya que es capaz de mimetizarse con el fondo en el que vive. Generalmente el lado ciego que es el derecho tiene un color blanquecino mientras que el lado ocular o izquierdo tiene un color entre gris y pardo con manchas más oscuras. Esta especie puede vivir hasta 15 años y llegar a 1 metro de longitud con un peso máximo de 12 kilogramos. Las hembras son más grandes que los machos, sobre todo una vez alcanzan la madurez sexual (Fernández & Rodríguez, 2002; FAO, 2005.; Rodríguez, 2011).

1.3.3. Reproducción

Es una especie dioica. La época de puesta en la naturaleza es distinta en función de si es en el Mediterráneo o en el océano Atlántico. Así, en el Mediterráneo esta época va de febrero a abril mientras que en el Atlántico esta se extiende de mayo a julio. Las puestas

son secuenciadas de forma que realizan una cada 2 – 4 días y los huevos son de alrededor de 1 milímetro de diámetro y constan de una sola gota de grasa. Inicialmente la larva tiene simetría bilateral como muchos otros peces, sin embargo, al finalizar el proceso de metamorfosis entre el día 40 y el 50 de la eclosión y con una talla de unos 25 milímetros, el ojo derecho se ha desplazado ya al costado izquierdo. Así, se pierde definitivamente la simetría bilateral inicial y descienden al fondo marino, en donde vivirán de forma casi sedentaria (Fernández & Rodríguez, 2002; Rodríguez, 2011).

1.3.4. Ciclo productivo

Actualmente, prácticamente la totalidad del ciclo productivo del rodaballo se realiza en tanques situados en tierra. De esta manera se consigue un mejor control de los parámetros fisicoquímicos y de la alimentación. Otro de los elementos clave en el desarrollo del cultivo de rodaballo es la renovación continua del agua.

El rodaballo al igual que otros muchos peces, pasa por diferentes estadios a lo largo de su ciclo vital lo que genera a nivel productivo cambios en el manejo, la alimentación o los parámetros fisicoquímicos óptimos que hacen que podamos diferenciar varias etapas en el ciclo de producción. Estas etapas son: reproductores, cultivo larvario, destete, nursery y engorde. Además, aunque son etapas intermedias y de menor duración, también se puede hablar de una fase de incubación, antes de que las larvas eclosionen y de una fase de preengorde (Rodríguez, 2011). A continuación, se describen brevemente en qué consisten estas fases y como es el manejo productivo del rodaballo durante las mismas.

- **Reproductores**

Como reproductores se utilizan machos a partir de los 2 años que es cuando alcanzan la madurez sexual y entre 1.5 y 2 kilogramos de peso. Las hembras también maduran al final del segundo año de vida y son un poco más grandes que los machos con un peso superior a los 2 kg. Es importante tener en cuenta que la calidad y cantidad de gametos disminuye según pasan los años de vida del individuo. La edad óptima de los reproductores se sitúa entre los 5 y los 6 años ya que es donde mejor calidad y más cantidad de gametos producen (Rodríguez, 2011).

Los reproductores se mantienen en tanques con forma cuadrada y con esquinas redondeadas con una proporción de hembras y machos de 1:1 (Rodríguez, 2011).

La gametogénesis dura 3 meses y se produce en condiciones ascendentes de fotoperíodo y temperatura. Así, en los criaderos se manipulan estos parámetros para conseguir puestas

durante todo el año. La fecundidad de la hembra en cautividad es de unos 200000 huevos por kg de peso (Rodríguez, 2011).

La manipulación del fotoperíodo se puede realizar de 2 formas: de forma gradual o de forma brusca. Así, en la forma gradual, se van aumentando poco a poco las horas de luz hasta que termina la puesta. Una vez terminada la puesta de los huevos, también de forma gradual se van restableciendo las horas de luz normales que suelen ser 8 horas para los reproductores. Por otro lado, también se puede hacer de forma brusca, cambiando directamente de 8 a 16 horas de luz al día y volviendo a las 8 horas de luz una vez terminada la puesta (Rodríguez, 2011).

El otro factor determinante en la consecución de la puesta es la temperatura, por lo tanto, también se debe de controlar el termoperiodo. Para una maduración y puesta óptimas la temperatura ha de estar entre los 13°C y los 14°C (Rodríguez, 2011).

Otros parámetros importantes en el mantenimiento de los reproductores son el oxígeno y la densidad de peces por tanque. En el caso de los reproductores, los niveles de oxígeno se deben de mantener próximos a la saturación y la densidad no debe de superar los 4 – 5 Kg/m² (Rodríguez, 2011).

La alimentación de los reproductores se realiza de 3 a 5 días a la semana en una sola toma hasta la saciedad. Los piensos pueden ser semihúmedos elaborados en la propia granja con harinas específicas de reproductores y pescado o calamar triturado o piensos secos comerciales específicos para reproductores. La ingesta disminuye en los rodaballos conforme se va acercando el período de puesta durante el cual solo se alimenta los machos y las hembras no maduras (Rodríguez, 2011).

La tasa de fecundación de los ovocitos depende fundamentalmente del tiempo que pasan estos en el lumen ovárico, de forma que hasta el 90% de los ovocitos son fecundados si estos son recién ovulados, pero este porcentaje cae drásticamente con el paso de las horas (Rodríguez, 2011).

La puesta se realiza en la hembra por masaje abdominal presionando suavemente la gónada. La calidad de los ovocitos es estudiada y para ello, se tienen en cuenta la esfericidad, el tamaño que debe de estar entre 0,9 – 1 mm, si tiene una sola gota de grasa y la transparencia. El esperma también se obtiene por presión abdominal y se recoge con una jeringa. En el caso del esperma la calidad se valora por la movilidad y la densidad de espermatozoides (Rodríguez, 2011).

Después de la obtención del esperma y los ovocitos estos se deben de fecundar. Esta fecundación se puede llevar a cabo en seco o en húmedo. La diferencia está en que en la fecundación en seco no se añade agua salada desde el principio. Después de 2 horas, los huevos fecundados ya son visibles y es en este momento en el que se estudia la calidad

de estos. En este caso los parámetros clave son la simetría de las primeras divisiones celulares y el porcentaje de huevos fecundados (Rodríguez, 2011).

- **Incubación**

Esta fase se inicia al finalizar la fecundación de los huevos y una vez se ha comprobado la calidad de estos, es decir, desde la segunda división celular y se extiende hasta que la larva de rodaballo mide unos 3 mm de largo. Todo este tiempo los huevos se mantienen en tanques cilindro cónicos de poliéster con una capacidad de 100 – 200 litros en circuito abierto con una tasa de renovación del 20% y una temperatura que se mantiene entre los 13 – 14 °C. Esta agua es filtrada mecánicamente hasta 1 micra y también pasa por un filtro ultravioleta. La densidad de huevos no debe de superar los 5000 huevos por litro de agua. Esta fase dura unos 5 días a unos 14 °C y la tasa de eclosión supera el 70%. Durante todo este tiempo las larvas tienen la boca cerrada y en consecuencia la fuente de alimento que utilizan es el saco vitelino de su propio huevo (Fernández, 1994; Rodríguez, 2011).

- **Cultivo larvario**

El cultivo larvario comienza con una larva de 3 mm de largo y 0,1 a 0,2 mg de peso y se mantiene hasta que se completa el destete, es decir, hasta que la alimentación pasa a ser de alimento inerte en su totalidad, donde ya podemos denominar a los rodaballos como alevines (Rodríguez, 2011).

El cultivo larvario puede realizarse de dos formas: semiintensivo e intensivo. La principal diferencia reside en la densidad de larvas que hay por tanque y en el diseño de los propios tanques. En el caso del semiintensivo suelen ser tanques circulares de hormigón en los que las densidades son bajas, de 2 – 3 larvas por litro. En el cultivo larvario intensivo, la densidad es mayor de 15 – 20 larvas por litro y se realiza en tanques con forma cilíndrica y cóncavos de fibra de vidrio (Rodríguez, 2011).

Durante los 3 primeros días, la larva se alimenta de sus reservas. La alimentación exógena comienza con rotíferos generalmente enriquecidos con microalgas o productos comerciales y a una concentración de 5 – 10 rotíferos/ml. A partir del día 12 se comienza a añadir Artemia recién eclosionada que se mantiene hasta el día 15 – 17. Luego se añaden metanauplios de Artemia también enriquecidos que van a ser el único alimento añadido a partir del día 18 hasta el destete que se produce entre los días 30 – 35. Todos estos cambios en la alimentación son progresivos y en la actualidad ya se suministra alimento inerte junto con la Artemia desde el día 15 hasta el destete. Desde este momento, la alimentación será en su totalidad con alimento inerte que se suministra según las referencias dadas por la empresa proveedora del pienso (Rodríguez, 2011).

La supervivencia del cultivo larvario es normalmente baja y se sitúa en torno al 20 – 25% (Rodríguez, 2011).

- **Nursery**

Una vez finalizado el destete los alevines son traspasados a otra unidad del criadero que es denominada nursery. Los peces llegan con 0,1 – 0,2 gramos y se mantienen hasta alcanzar los 2 – 10 gramos cuando ya se trasladan a instalaciones de engorde. La densidad inicial del cultivo de alevines es de 2000 – 3000 individuos/m², la temperatura se mantiene entre los 18 – 20 °C y el fotoperiodo es de 16 horas de luz y 8 de oscuridad (Rodríguez, 2011).

La alimentación se realiza con piensos de casas comerciales y se caracteriza por contener un alto porcentaje de proteínas que son fundamentales para el óptimo desarrollo de los alevines. También en esta fase es muy importante la clasificación de los alevines por tamaño y la selección de otros con malformaciones. La tasa de supervivencia en esta fase del cultivo es muy alta, de alrededor del 90% (Rodríguez, 2011).

Como ya se ha mencionado al final de esta fase del cultivo los rodaballos pesan entre 2 – 10 gramos cuando ya se trasladan a instalaciones de engorde. Normalmente, esta fase productiva dura entre 40 y 60 días. Es importa mencionar que al final de esta fase y antes ser trasladados a las instalaciones de engorde, los alevines son vacunados contra las principales enfermedades que les afectan como por ejemplo la vibriosis o la flexibacteriosis (Rodríguez, 2011).

- **Engorde**

Esta fase se puede dividir en dos: el preengorde que comienza con los peces que llegan de nursery y acaba cuando estos alcanzan los 60 – 100 gramos de peso y el engorde que va desde los 60 – 100 gramos hasta la talla comercial para su venta.

Por lo general los tanques de esta fase son de hormigón y el circuito de agua es abierto, aunque también los hay con recirculación. El agua es tratada antes de llegar a los tanques primero con un desbaste grueso para la eliminación de algas y objetos de gran tamaño, luego es sometida a una filtración mecánica que generalmente se realiza con filtros de tambor, después, se esteriliza la columna de agua haciendo que pase a través de radiación ultravioleta y finalmente también se suele oxigenar, ya que la concentración de oxígeno del agua de mar no es suficiente en un cultivo intensivo con densidades tan grandes.

La alimentación durante el preengorde se realiza con piensos proporcionados por casas comerciales con un alto contenido energético y una alta digestibilidad lo que hace que la tasa de conversión en esta fase sea de 0,8 – 1 (Rodríguez, 2011).

Durante este período también son comunes y de gran importancia las clasificaciones para conseguir unos lotes lo más homogéneos posibles. También al final de la fase de preengorde se les aplica a los juveniles una segunda dosis de la vacuna para prevenir la enfermedad conocida como flexibacteriosis provocada por *Tenacibaculum maritimum* mediante inyección.

Una vez finalizado el preengorde los peces se trasladan a engorde, en donde permanecerán hasta su sacrificio y venta. Los tanques de engorde son de mayor tamaño y pueden estar cubiertos o al aire libre tapados con una malla. La temperatura ideal esta entre los 16 – 18 °C, pero nunca debe de superar los 20 °C donde son mucho más vulnerables a las enfermedades. Otro factor importante es la concentración de oxígeno que para las densidades altas de cultivo que se dan en el engorde debe de estar a un 100% de saturación o lo que es lo mismo unas 15ppm a la entrada del tanque (Rodríguez, 2011).

La alimentación depende fundamentalmente del tamaño de los peces y de la temperatura. Así, la tasa de alimentación disminuye conforme aumenta el tamaño del pez y nos alejamos de las temperaturas óptimas de cultivo. Como en preengorde, el alimento es en forma de pienso suministrado por casas comerciales y con una alta palatabilidad que es un factor clave para el rápido crecimiento del rodaballo. Las tasas de conversión en esta fase se sitúan en torno a 1.1 – 1.2 (Rodríguez, 2011).

Al igual que ocurría en preengorde las clasificaciones son comunes en esta fase para conseguir así lotes homogéneos. También es habitual en esta fase la realización de muestreos mensuales para tener datos actualizados de biomasa y crecimiento.

La mortalidad en esta fase del cultivo suele ser baja, del orden del 5 – 10% (Rodríguez, 2011).

Una vez se alcanza la talla comercial se despescan manualmente de los tanques y se introducen en contenedores con agua y hielo para su sacrificio. Generalmente la talla de comercialización más común del rodaballo es de 1,5 – 2 kg, pero las empresas ofertan individuos desde los 400g hasta los 3kg debido a los diferentes tamaños que demanda el mercado (Rodríguez, 2011).

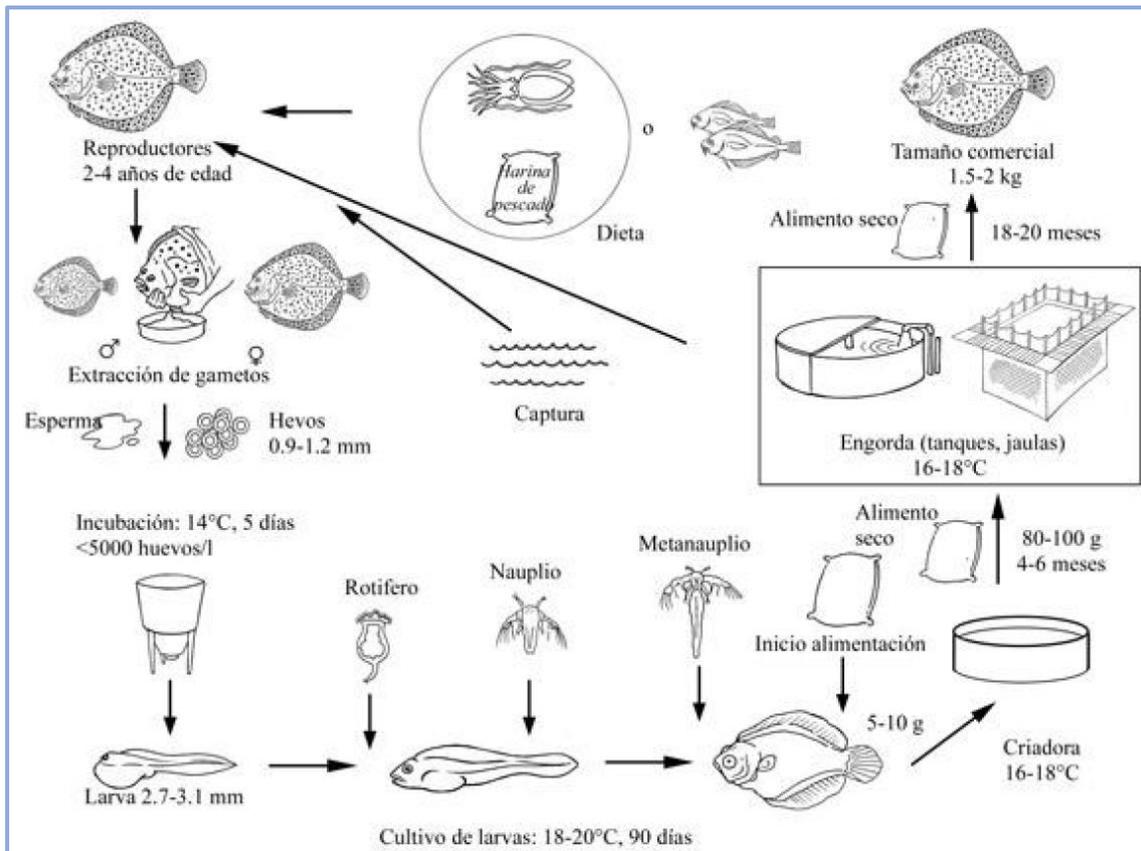


Figura 3 - Ciclo productivo del rodaballo (*Psetta maxima*). Imagen obtenida de: (FAO, 2005)

2. GRANJA DE STOLT SEA FARM EN CABO VILÁN

La planta de Stolt Sea Farm en Cabo Vilán, en el ayuntamiento coruñés de Camariñas fue inaugurada en 2005 y contó con una inversión de 17 millones de euros para su construcción. Hoy en día es una de las granjas dedicadas al cultivo de peces planos más grandes del mundo (Stolt Sea Farm, 2023).

Esta planta consta de tres elementos o partes fundamentales claramente diferenciadas: la zona de cultivo donde podemos diferenciar entre nursery, preengorde y engorde, el circuito de agua que consta además de las tuberías por donde se mueve el agua, de distintos elementos para su filtración y tratamiento y los edificios de oficinas y auxiliares como los vestuarios, el almacén o el taller de mantenimiento



Figura 4 – Vista aérea de las distintas zonas de la planta de Cabo Vilán. (Fuente: propia)

2.1. Zona de cultivo

La granja de Cabo Vilán se dedica exclusivamente al cultivo de rodaballo y más concretamente al engorde de rodaballo. De esta forma, a esta granja ya llegan los alevines para comenzar el proceso de engorde, primero en la nursery, luego en preengorde y finalmente en engorde. Así, las zonas de cultivo se pueden diferenciar en tres: nursery, preengorde y engorde. Cada una de ellas tiene unas características diferenciales que hacen que el proceso de cultivo se optimice en este caso según el tamaño que van adquiriendo los peces en el proceso de engorde.

2.1.1 Nursery

Como ya se describió en el apartado anterior del ciclo de cultivo, a la nursery llegan los peces una vez han completado el proceso de destete, ya que a partir de este momento solo serán alimentados con alimento inerte en forma de pienso.

La nursery de Cabo Vilán consta de un total de 182 tanques de cemento con forma circular distribuidos en una nave cubierta (Foto 1).

A Cabo Vilán llegan alevines de los criaderos de la propia empresa. Estos alevines están entre los 10 y los 20 g de peso cuando llegan y se mantendrán en tanques de nursery hasta que alcancen los 300 g aproximadamente. Es importante que estos peces se mantengan en cuarentena hasta comprobar que se encuentran libres de patógenos. Una vez se ha comprobado que no hay patógenos en los alevines, se procede a inyectarles uno por uno la vacuna contra la bacteria *Tenacibaculum maritimum* que es una bacteria de tipo filamentosa causante de la flexibacteriosis o tenacibaculosis, una de las principales enfermedades bacterianas del cultivo de rodaballo.

Una de las acciones más comunes e importantes a realizar en la nursery es la clasificación de los tanques según el tamaño de los peces. Esto es algo rutinario en la nursery y sirve para tener stocks homogéneos y distribuir mejor el alimento suministrado a cada tanque. Estas clasificaciones se realizan manualmente con la ayuda de una maquina clasificadora y fundamentalmente se clasifican por grosor y color. Estas clasificaciones se suceden hasta que los peces alcanzan unos 300 g momento en el cual se trasladan a la zona de preengorde.

Todo el alimento que se suministra en la nursery está automatizado de forma que la cantidad se ajusta según la temperatura del agua. A mayor temperatura más alimento se suministra. También es posible cambiarlo manualmente en el ordenador si así es necesario o se cree conveniente. Debido a la diferencia de tamaños de boca entre los peces más pequeños de la nursery (alevines) y los más grandes (alrededor de 300g) es necesario suministrar un tamaño de pienso específico para cada tanque dependiendo del tamaño de los peces que haya en él.

Cada tanque tiene su propio alimentador automatizado que va distribuyendo el alimento en varias tomas al día, algo que es importante en estos estadios de desarrollo del rodaballo y además es un alimento con un alto contenido proteico. También cada tanque tiene un

tubo central agujereado para permitir la salida de agua y del alimento sobrante manteniendo así el agua limpia y evitando la posible aparición de patógenos.



Foto 1 - Distribución de tanques en la nursery de Cabo Vilán. (Fuente: propia)

2.1.2. Preengorde

La zona de preengorde consta de 90 tanques al aire libre cubiertos por una malla (Foto 2). Aquí llegan los peces con alrededor de 300 g procedentes de nursery y estarán en esta zona hasta alcanzar 1 kg de peso aproximadamente, momento en el cual se trasladarán a los tanques de engorde.

Al igual que en nursery, el alimento es suministrado automáticamente en varias tomas y en función de la temperatura del agua se varia la cantidad de alimento y también es posible suministrar alimento de diferente tamaño según el tamaño de los peces. También aquí, se realizarán varias clasificaciones según el tamaño/grosor y el color para conseguir stocks más homogéneos y eliminar los peces de crecimiento lento con ayuda de máquinas clasificadoras (Foto 3).



Foto 2 - Tanque de preengorde tapado con malla plástica (Fuente: propia)



Foto 3 – Máquina clasificadora en la zona de preengorde (Fuente: propia)

2.1.3. Engorde

La zona de cultivo de engorde también está al aire libre, por lo tanto, los tanques están cubiertos como en el caso de preengorde. Son tanques de mayor tamaño que preengorde y en total hay 188. Al igual que en nursery y preengorde la alimentación está totalmente

automatizada y se puede suministrar en tantas tomas al día como se quiera, del tamaño que se necesite y en la cantidad más conveniente.

En esta fase final del ciclo productivo, se siguen haciendo clasificaciones como en las anteriores para un mejor manejo de los stocks y un mejor aprovechamiento del alimento suministrado. Al igual que en las otras fases del cultivo que se desarrollan en esta granja, el alimento es pienso seco con una gran palatabilidad y digestibilidad para aumentar lo máximo posible la ingesta y asimilación del alimento.

Es en el engorde cuando se sacrifican los peces para su posterior venta. El proceso de venta comienza con el despesque de los peces en el tanque que se hace de forma manual con ayuda de trueles para luego llevarlos a un contenedor previamente relleno con agua y hielo para el sacrificio de los animales.

Lo más común, para ventas son peces que están entre los 1,5 – 2 kg, aunque actualmente la demanda de nuevas formas de presentar el producto hace que también se hagan ventas de peces desde 400 g hasta más de 3 kg.

También es importante apuntar que todos los tanques de la planta tienen un truel individualizado, es decir que solo se utiliza para ese tanque. Esto puede evitar el paso de patógenos de un tanque a otro y permite un control sanitario mucho mejor. Otra medida para la mantener este control es la presencia de pediluvios en cada una de las entradas de nursery o el uso de guantes cuando se van a manipular los peces.

2.2. Circuito de agua

El agua es un factor determinante en los cultivos marinos. Es necesario que tenga la cantidad necesaria de oxígeno para mantener una gran densidad de peces en un volumen reducido, también es necesario que esté lo más limpia posible para evitar atascos en las tuberías que pueden llevar a una mala distribución del agua o incluso al taponamiento de uno o varios tanques y finalmente, es necesario evitar en la medida de lo posible que el agua transporte patógenos que puedan afectar al cultivo.

Por todo esto, la planta tiene un sistema de circulación del agua que consta de: foso de bombas o zona de bombeo, una zona de filtración y desinfección y una zona de oxigenación.

2.2.1. Foso de bombas

Este es el primer paso en el recorrido del agua por la planta y consiste fundamentalmente en bombear agua del mar para la granja. Para esto, el agua del mar llega hasta un foso

situado por debajo del nivel del mar para así favorecer por gravedad el movimiento del agua. En este foso hay sumergida una bomba que genera la energía suficiente como para hacer que el agua pase al canal de captación desde donde se distribuirá a toda la planta. En esta planta, el agua entra a los tanques desde el canal de captación por la fuerza de la gravedad, es decir, no hay un bombeo activo de agua desde que esta entra en el canal de captación.

El agua se dirige luego gracias a canales de hormigón y tuberías hacia los tanques. Al ser un circuito de agua abierto, constantemente está entrando y saliendo agua de los tanques. El agua que sale de los tanques a través de los tubos agujereados que tiene cada uno es llevada a otras tuberías en este caso de desagüe que la conducen de nuevo al mar.

2.2.2. Zona de filtración y desinfección

Esta es la zona del circuito que recorre el agua donde se controla y se modifica la calidad del agua para que sea la óptima para el cultivo del rodaballo. Esto es de una importancia vital y de hecho sin este filtrado sería imposible el cultivo intensivo de peces marinos y se haría mucho más complicado el control de patógenos y enfermedades. En esta planta podemos distinguir varias partes en cuanto al filtrado y el tratamiento del agua:

- **Filtración más gruesa o desbaste:** se realiza desde el mismo foso de captación del agua a través de una serie de sistemas de verjas o enrejado por el que el agua tiene que pasar para llegar al canal de captación. Esto sirve para eliminar las algas más grandes, animales marinos e incluso objetos que pudiera transportar el agua. En el canal de captación también existe otro sistema de desbaste con una luz entre el enrejado más pequeña y que por tanto sirve para animales, algas u objetos de menor tamaño que hayan conseguido pasar el primer filtrado.
- **Filtración por cribas rotativas:** luego de pasar el desbaste grueso, el agua se conduce a una sala o edificio de pequeño tamaño donde se hace pasar por una serie de cribas rotativas que tienen una luz de malla de 50 micras y se utilizan para la eliminación de las partículas en suspensión más pequeñas. Estos filtros o cribas rotativas funcionan parcialmente sumergidos en el agua de forma que la mitad sumergida filtra el agua con la que está en contacto mientras que la no sumergida es lavada por un sistema de retro lavado compuesto por múltiples inyectores de agua que lavan el sedimento filtrado. El sedimento sale por un conducto específico y el filtro está rotando sobre sí mismo todo el tiempo de forma que la filtración es continua y el lavado de los filtros también. Esto hace que la pérdida de carga

disminuya junto con la mano de obra necesaria para que este opere correctamente (Galli et al., 2007).

- **Desinfección por rayos ultravioleta (UV):** la desinfección consiste en eliminar bacterias, hongos, virus, fitoplancton, zooplancton y demás organismos que por lo general no son buenos para los cultivos e incluso pueden llegar a ser patógenos y desarrollar enfermedades en el cultivo. Esta desinfección siempre debe de hacerse después de la filtración mecánica ya que las partículas en suspensión pueden disminuir la eficacia de la desinfección. En el caso de Cabo Vilán, el agua pasa por una serie de lámparas de radiación UV después de la filtración por cribas rotatorias. De esta forma el agua que llega a la nursery y preengorde está libre de posibles patógenos. El buen funcionamiento de la desinfección por radiación UV depende fundamentalmente de dos factores: el grado de desinfección que se quiera conseguir y el caudal a tratar (Galli et al., 2007).

2..2.3. Zona de oxigenación

Otro factor determinante en el cultivo intensivo es el oxígeno. La concentración de oxígeno en el agua de mar no es suficiente de modo que antes de pasar por los filtros rotativos y la desinfección por radiación ultravioleta, se hace que el agua se oxigene en un pozo de oxigenación donde se le suministra directamente el oxígeno. Esto se hace hasta la saturación, ya que la densidad de peces en los tanques es muy alta y debe de haber oxígeno suficiente en un volumen de agua muy reducido. Normalmente los valores recomendados de oxígeno a la entrada de los tanques son de alrededor de 15ppm, mientras que en la salida no deberían ser menores de 6ppm (Rodríguez, 2011).

Todos estos procedimientos de filtrado, desinfección y oxigenación se llevan a cabo para el agua que va a llenar los tanques de nursery y preengorde. Para los tanques de engorde el agua solo pasa por los filtros más gruesos o de desbaste y por el pozo de oxigenación. No hay ningún mecanismo para la modificación de la temperatura del agua por lo que esta depende de la temperatura a la que esté el agua de mar.

2.3. Edificios auxiliares

Además de las zonas de nursery, preengorde y engorde y del circuito de agua, hay un edificio en el que se realizan trabajos también necesarios en el proceso de producción acuícola. Este consta de una sala que se utiliza como oficina en donde se llevan a cabo los trabajos más administrativos de la granja, que sobre todo tienen que ver con el

departamento de producción de la empresa. También hay un laboratorio que es utilizado fundamentalmente por el personal del departamento de salud. Además, es donde están situados los vestuarios y el comedor.

A parte de este edificio, hay un taller en donde trabaja el personal de mantenimiento y un almacén de material.

3. OBJETIVOS DE LAS PRÁCTICAS

En estas prácticas, los objetivos principales fueron dos: adquirir un conocimiento global de cómo funciona un cultivo intensivo de rodaballo en las fases finales de su ciclo productivo y conocer más sobre la biología y el control sanitario que requiere una planta de estas características.

Con respecto al primer objetivo, lo más importante era conocer qué tareas se realizan desde un punto de vista productivo desde que los alevines llegan a la planta hasta que son vendidos una vez alcanzada la talla comercial en engorde. En cuanto al segundo, aumentar el conocimiento práctico en el manejo de animales, en este caso peces, y también en la toma de muestras biológicas, así como en el trabajo de laboratorio fueron los puntos principales a desarrollar durante mi estancia en Cabo Vilán con el departamento de bienestar animal.

4. PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS

Durante los meses de prácticas en Stolt Sea Farm Cabo Vilán he trabajado tanto en el departamento de salud o bienestar animal como en el de producción. El departamento de salud es el encargado de llevar un control sanitario de todos los tanques de la granja y además realiza testados del agua, superficies, tratamientos o vacunas además del mantenimiento de los oxímetros. Por otra parte, en cuanto a las tareas de producción, estas fueron de guardia de nursery y preengorde. Consistían fundamentalmente en la retirada de muertos, la bajada de niveles de agua para la renovación de esta y limpieza de tanques, medida de oxígenos en los puntos clave de la granja y toma de comprobación para ajustar la cantidad de alimento suministrado.

4.1. Procesos y procedimientos en salud

El departamento de salud trabaja llevando el control sanitario de las plantas. Esta tarea tiene que ser rigurosa y constante y siempre intentando anticipar o diagnosticar lo antes posible la presencia de cualquier patógeno. Esto se debe a que las enfermedades que

afectan al cultivo de rodaballo generan una menor productividad de la granja y si no se controlan a tiempo pueden incluso llegar a generar mortalidades importantes.

Para tener controlado a nivel sanitario el funcionamiento de una planta, no basta solo con el diagnóstico de patologías que puedan estar presentes en la granja, son necesarias otras tareas como llevar un control estricto de la calidad sanitaria del agua que entra a la granja, saber que las superficies que van a estar en contacto con los peces están lo más desinfectadas y libres de patógenos posibles o tener testados los posibles tratamientos que se puedan aplicar en caso de enfermedad a un determinado tanque o a varios para que este sea lo más efectivo posible, pero sin dañar el bienestar animal.

En resumen, lo que se busca con todos estos trabajos es minimizar la entrada de patógenos a la granja y en caso de entrada de estos, que los tratamientos utilizados sean lo más efectivos posibles. Para hacer estas tareas de forma correcta es necesario saber qué patógenos afectan comúnmente al cultivo de rodaballo, cual es la sintomatología típica de estos y qué tratamiento aplicar en caso de presencia de alguno de estos patógenos.

Los patógenos más habituales en el cultivo de rodaballo son:

- Amebas: causan la amebiasis o enfermedad amébrica de las branquias. Existen varios géneros de amebas que afectan a peces en cultivo como es el caso del género *Neoparamoeba*, en el salmón atlántico. Otros peces marinos que se cultivan también se ven afectados por amebas como la trucha o el rodaballo (Buchmann et al., 2020). En el caso del rodaballo, hay varios géneros de amebas que pueden causar la enfermedad, entre los que se encuentran: *Paramoeba* sp., *Platyamoeba*, *Vanella* o *Flabellula* (Dyková et al., 1999; Leiro et al., 1998). Causan problemas de bienestar en los peces y en casos graves de la enfermedad pueden causar la muerte y por tanto generar mortalidad. Son ectoparásitos que colonizan las branquias causando una excesiva secreción de mucus y la fusión de filamentos branquiales causada por una hiperplasia en el tejido branquial. Esto puede hacer que los peces tengan dificultades respiratorias que en caso de seguir avanzando la infección pueden ser graves y causar la muerte (Buchmann et al., 2020; Leiro et al., 1998). Por esta razón, una de las maneras de identificar la presencia de este parásito es la observación del movimiento opercular, ya que si el pez tiene dificultades para respirar es muy probable que este movimiento sea cada vez más rápido. El tratamiento usado más efectivo es el de dar baños de agua dulce o agua con una salinidad muy baja, esto es debido a que las amebas prefieren aguas cálidas y con una alta salinidad (Buchmann, 2020).
- *Trichodina* spp.: causante de la tricodiniasis también es un ectoparásito de piel y branquias. Es una enfermedad relativamente leve que típicamente presenta

morbilidad y mortalidad crónica, pero en algunas ocasiones puede causar pérdidas importantes, sobre todo en alevines o juveniles. Habitan la superficie de branquias y piel y es esta adherencia y succión al epitelio lo que puede generar daños en el pez. También es posible la infección secundaria por parte de bacterias, lo que puede aumentar la mortalidad. Normalmente las tricodinas aparecen en peces debilitados por alguna otra condición (Noga, 2010). El tratamiento para esta enfermedad es el baño desinfectante, por ejemplo, con formaldehído (FAO, 2005).

- *Tetramicra brevifilum*: el patógeno causante de la microsporidiosis. La sintomatología asociada a este endoparásito es el comportamiento natatorio errático, hinchazón de diferentes partes del cuerpo, oscurecimiento de la superficie dorsal con manchas blancas y sobreproducción de mucus en la superficie del cuerpo. En una infección con alta densidad de microsporidios el músculo degenera a un aspecto gelatinoso y se pueden ver nódulos de color blanco de 1mm de diámetro en el músculo y otros órganos internos como el hígado, los riñones o el bazo. No hay tratamientos específicos efectivos contra esta enfermedad, así que las medidas a tomar se basan en la retirada de muertos y la bajada de densidad de peces en los tanques junto con el buen tratamiento y desinfección del agua para prevenir su entrada en la granja (Figueras et al., 1992).
- *Enteromyxum scophthalmi*: endoparásito causante de la mixosporidiosis en el rodaballo. Se hospeda fundamentalmente en el epitelio digestivo, principalmente en el intestino, también en el esófago y estómago y ocasionalmente en la vesícula biliar. La infección por este endoparásito se caracteriza por un síndrome caquético, siendo la anorexia, pérdida de peso y letargo los principales síntomas. También se puede observar en los peces infectados ojos y cráneo hundidos. Actualmente no existen tratamientos contra este patógeno, así que las actuaciones deben de pasar por una buena desinfección del agua para evitar su entrada en la granja y un buen manejo eliminando los peces más afectados (Ronza et al., 2019).
- *Philasteridis dicentrarchi*: es un ciliado histófago responsable de la escuticociliatosis. Los peces infectados muestran úlceras cutáneas, oscurecimiento de la piel, natación errática, exoftalmia y distensión abdominal como consecuencia de la acumulación de líquido ascítico en la cavidad corporal. Estos ciliados pueden aparecer en todos los órganos y tejidos del rodaballo infectado, incluyendo la sangre y el fluido ascítico. Aunque en el agua es destruido fácilmente con agentes desinfectantes como el formaldehído, una vez se aloja en el interior del pez, no existen tratamientos eficaces, produciendo la enfermedad

sistémica que conocemos como escuticociliatosis (Piazzon de Haro, 2010; Budiño, 2011).

- *Tenacibaculum maritimum*: es una bacteria causante de la flexibacteriosis. Se caracteriza por la presencia de hemorragias y lesiones en el maxilar inferior y en casos graves pueden aparecer úlceras en la parte dorsal del rodaballo rodeadas de un tejido blanquecino. También pueden aparecer espículas infectadas y hemorrágicas. El tratamiento más efectivo son baños desinfectantes, aunque también existen vacunas (Rodríguez, 2011).
- *Aeromonas salmonicida* spp. *salmonicida*: es una bacteria causante de la forunculosis. Esta presente fundamentalmente en ejemplares adultos con mortalidades bajas, pero continuadas. La sintomatología externa se compone de pequeños nódulos en la superficie de la piel que pueden evolucionar a erosiones o úlceras. A nivel interno, se puede observar congestión vascular de los órganos internos y en ocasiones pequeñas manchas blanquecinas en bazo y riñón. Aunque existen vacunas para especies como el salmón, todavía no hay una vacuna específica para el rodaballo, aunque algunos estudios ya han demostrado que algunas vacunas existentes confieren una buena resistencia a la enfermedad al rodaballo. Hoy en día el método más común para el tratamiento de la forunculosis es el uso de antibióticos (Rodríguez, 2011).
- *Vibrio anguillarum*: es la bacteria causante de la vibriosis que afecta sobre todo a alevines y juveniles. La sintomatología consta de hemorragias en la base de las aletas dorsal y anal, estas se pueden transformar en úlceras. La exoftalmia también suele aparecer en los peces infectados. El tratamiento se realiza con antibióticos. También existe una vacuna comercial que se aplica normalmente en un doble baño en el estadio de alevín, que luego se completa con una segunda dosis por inyección durante el preengorde. Esta vacuna se suele administrar en combinación con la de *Tenacibaculum maritimum* (Rodríguez, 2011).
- *Pleuromectid HV 1 (PlHV1)*, *HV scopthalmi*: es un herpes virus que puede afectar al rodaballo de cultivo, sobre todo a los juveniles. Los síntomas son letargo, pigmentación anormal (manchas de color oscuro en la piel), falta de apetito y dificultades respiratorias. Se caracteriza por generar policariocitos o células gigantes que pueden ser observadas al microscopio o en histología. El tratamiento consiste en la selección de los individuos enfermos para evitar la transmisión y la desinfección (Buchanan & Madeley, 1978; Hanson et al., 2011).

En las prácticas realizadas en la granja de Stolt Sea Farm en Cabo Vilán se detectó la presencia de algunos de estos patógenos y se pudieron diagnosticar mediante la observación de muestras al microscopio con la posterior propuesta de tratamiento (Tabla N°1).

Agente	Tipo de agente	Enfermedad	Sintomatología	Medidas o tratamientos
<i>Neoparamoeba</i> sp.	Ectoparásito	Amebiasis o enfermedad amébrica de las branquias	Dificultad para respirar	Baños de agua dulce o agua con muy baja salinidad
<i>Trichodina</i> spp.	Ectoparásito	Tricodiniasis	Dificultad para respirar y letargo	Baño desinfectante
<i>Tetramicra brevifilum</i>	Endoparásito	Microsporidiasis	Comportamiento natatorio errático, sobreproducción de mucus, hinchazón, superficie dorsal con manchas blancas y en casos de infección aguda degeneración del músculo a un estado gelatinoso	Retirada de peces muertos
<i>Tenacibaculum maritimum</i>	Bacteria filamentosas	Flexibacteriosis	Lesiones y hemorragias en el maxilar inferior, en casos graves, úlceras rodeadas de un tejido blanquecino en la piel	Se trata con baños desinfectantes. Existe vacuna
<i>Pleuronectid HV 1 (PIHV1)</i>	Virus	Herpes Virus	Letargo, falta de apetito, pigmentación alterada en forma de manchas de color oscuro, pérdida de mucus en estas zonas	Retirada de los peces enfermos y muertos

Tabla 1: Patógenos y enfermedades presentes en Cabo Vilán durante el periodo de prácticas. Adaptada de: (FAO, 2005)

Trabajos en el departamento de salud:

- Diagnóstico de patologías

El diagnóstico de las patologías es el trabajo principal del departamento de salud. Es necesario para un buen control sanitario de la planta y para recomendar el tratamiento más efectivo en cada momento. Durante las prácticas pude comprobar que existen 3 tareas fundamentales para llevar a cabo un buen control sanitario de la planta y detectar lo antes posible la presencia de patógenos. Estas 3 tareas son: la revisión mediante observación visual de todos los tanques de la planta, las necropsias y las parasitologías.

- **Inspección visual de los tanques**

La inspección visual de los tanques es el primero de los procesos que se hacen para llevar a cabo el control sanitario de la planta. Consiste fundamentalmente en la observación visual detenida de cada uno de los tanques de la planta. Esta se realiza una vez por semana en nursery y cada dos semanas a toda la planta. Esto es debido a que los alevines por lo general son más vulnerables a los patógenos. El procedimiento por seguir es bastante sencillo, se visita cada uno de los tanques y se observan detenidamente. En esta observación se analiza el comportamiento de los peces, posibles malformaciones que pueden ser debidas a un mal desarrollo o a un patógeno y la sintomatología propia de los patógenos más comunes.

En cuanto al comportamiento de los peces, podemos distinguir entre el comportamiento natatorio, el respiratorio y el alimentario. Así, se analiza si los peces tienen un comportamiento natatorio normal que en este caso al ser peces planos de fondo debería de ser estar en el fondo del tanque sin mucho movimiento, ya que el rodaballo es una especie que se mueve poco, casi sedentaria. Por lo tanto, si vemos movimientos erráticos o natación en superficie podríamos estar ante un síntoma de enfermedad. El comportamiento respiratorio se ve claramente si los peces están abriendo y cerrando el opérculo constantemente y lo mismo sucede con la boca, esto es un síntoma de falta de oxígeno que también puede estar provocada por un parásito o patógeno. Por último, el comportamiento alimentario, en este caso vemos si el tanque está comiendo bien o por el contrario no está comiendo últimamente, algunas enfermedades pueden afectar a la actividad de los peces y por tanto también a la ingesta de alimento, así que esto también se tiene en cuenta en la observación visual.

Las malformaciones que se observan en algún pez o tanque, como por ejemplo una pigmentación rara o poco común, posibles lesiones en ojo o boca, lesiones en la espina dorsal, etc. También son posible signos de una enfermedad, así que también se deben de anotar para llevar un control del tanque afectado.

Por último, también podemos observar sintomatología o signos relacionados con ciertos parásitos o patógenos que ya nos darían una idea del patógeno presente en el tanque y se

podrían tomar ya medidas contra este patógeno o realizar parasitologías y/o necropsias que verifiquen la presencia del patógeno y refuercen el diagnóstico visual.

Todo lo relacionado con el comportamiento, malformaciones y signos o sintomatología compatible con ciertos parásitos y patógenos se anota, en este caso en una Tablet con un programa específico para el diagnóstico visual, de forma que se almacena toda la información y se puede seguir el historial sanitario de todos los tanques de la planta, algo que es de mucha utilidad para la toma de decisiones en cuanto al posible tratamiento o actuación necesaria ante una enfermedad y también para saber que lotes han sufrido más o menos enfermedades, en que estadio del desarrollo se han producido estas y demás información que puede ser útil para un mejor manejo del cultivo en el futuro.

En resumen, el análisis visual de los tanques tiene como objetivo intentar reconocer a tiempo los signos o síntomas de los patógenos que afectan al cultivo de rodaballo de forma que con los muestreos y análisis posteriores se pueda llegar a un diagnóstico más exacto y riguroso para llevar a cabo las actuaciones necesarias y de esta forma minimizar los daños en el cultivo y por tanto la producción.

- **Necropsias**

Las necropsias son otra de las herramientas usadas por el departamento de salud para el diagnóstico de enfermedades. Como su nombre indica, estas se hacen en peces muertos o moribundos. En caso de que el pez aún esté vivo cuando llega al laboratorio se procederá a su sacrificio según la normativa de bienestar animal vigente. El objetivo de las necropsias es analizar la causa de muerte del pez en cuestión observando las muestras al microscopio en busca de posibles patógenos. Generalmente todos los días que hay personal de salud en la granja se realizan necropsias, ya que estas se hacen con todos los peces muertos o moribundos que haya en la granja. Es importante que los peces seleccionados para la realización de las necropsias estén en el mejor estado posible, ya que en los peces en un estado de descomposición avanzado la observación al microscopio no es muy útil, debido a que es muy difícil distinguir células y estructuras.

El procedimiento de las necropsias consiste en coger muestras del pez muerto o moribundo para su análisis en el microscopio. Los órganos de los que se sacan las muestras son los órganos diana que por lo general y según el historial patológico de la granja más afectan al cultivo de rodaballo en la planta de Cabo Vilán. Así, se toman muestras de la piel y las branquias realizando un frotis de estos órganos. Esta técnica se conoce como parasitología y se realiza porque es muy común la presencia de organismos parásitos como amebas y tricodinas. Además de la parasitología en piel y branquias, en la necropsia se toman muestras de órganos internos, en concreto de músculo y encéfalo ya

que son órganos diana de otros patógenos habituales en la granja como son los microsporidios como es el caso de *Tetramicra brevifilum* o ciliados histófagos como *Philasterides dicentrarchi*. También se observan el resto de los órganos internos a simple vista sobre todo fijándonos en el bazo y el intestino ya que también son órganos diana de muchos patógenos en la acuicultura del rodaballo.

Aunque las necropsias son una tarea rutinaria en el departamento de salud, existen casos o situaciones donde también se realizan necropsias no rutinarias y con un procedimiento distinto. Es el caso por ejemplo de un análisis completo. El análisis completo se realiza cuando existe mortalidad en un tanque, pero no se ha podido constatar la presencia de ningún patógeno con las necropsias correspondientes. Para este tipo de análisis se escogen tres peces del tanque enfermo o que está teniendo mortalidad siempre intentando coger a los peces que pueden tener sintomatología compatible con algún patógeno o que son más pequeños, están delgados, etc. Por lo tanto, en este análisis se cogen peces vivos, ya que las muestras que se van a recoger de estos así lo requieren, el pez debe estar lo más fresco posible.

En este tipo de análisis no se realiza una necropsia común, sino que además de la parasitología de piel y branquias, se realiza una histología, virología y bacteriología que serán enviadas al laboratorio correspondiente para su posterior análisis y así poder confirmar la presencia o ausencia de algún patógeno en el tanque y por tanto el origen de la mortalidad observada.

Para la histología, el procedimiento debe de hacerse con bastante cuidado ya que las muestras de los órganos deben de enviarse con la menor alteración posible. El procedimiento consiste en ir obteniendo una muestra de cada uno de los órganos diana de posibles patógenos que en este caso son: piel y musculo (en una sola muestra), segundo arco branquial, encéfalo, hígado, bazo, intestino, estómago, corazón y riñón. Para la mejor conservación de los órganos, las muestras obtenidas se van depositando en un bote previamente relleno de formol. Una vez tengamos todas las muestras en el bote, este se cierra y se almacena hasta que sea llevado al laboratorio correspondiente para su análisis.

La virología es un proceso parecido a la histología, pero no se necesita tener tanto cuidado a la hora de coger las muestras que en este caso serán de: bazo, corazón, riñón y encéfalo. También en este caso las muestras se introducen en un bote, esta vez de menor tamaño y sin formol. Es importante que la muestra de los órganos cubra hasta la mitad del bote, una vez conseguido esto, se cierra y se guarda en el congelador hasta que sea analizada.

La bacteriología consiste en hacer siembras bacteriológicas de los órganos diana. Para esto es necesario mantener unas condiciones asépticas en el puesto de laboratorio escogido para hacer estas siembras. Esto se consigue realizando todo el proceso a la llama de un mechero. La toma de muestras para la siembra bacteriana se realiza cauterizando

los órganos que se van a sembrar antes de tomar la muestra correspondiente con el asa de siembra. Dependiendo del órgano que se va a sembrar, se utilizan placas con distintos medios de cultivo. Así, para los órganos externos como pueden ser la piel se siembran tanto en placas de TSA – 1 como de FMM y la siembra se realiza en tres pases con el asa de siembra, ya que en estos órganos la densidad bacteriana suele ser elevada. En el caso de órganos internos, los que se siembran son el riñón y el bazo siempre, aunque si vemos alteraciones en algún otro órgano interno, también se podría sembrar. Estos solo se siembran en medio TSA – 1 y haciendo un solo pase en la siembra, ya que la densidad bacteriana es menor que en los órganos externos. Luego de la siembra, las placas se incuban en la estufa a 22°C durante 48h. Pasado este tiempo, se observa si ha habido crecimiento bacteriano o no y en caso afirmativo se enviarán al laboratorio de microbiología donde se aislarán las colonias bacterianas y se identificarán las bacterias.

- **Parasitologías**

Las parasitologías son otra de las herramientas del departamento de salud para tener controlada sanitariamente la planta. Estas se realizan en peces vivos y consisten en la toma de muestras de piel y branquias mediante un raspado de estos órganos. Posteriormente estas muestras son observadas al microscopio para constatar la presencia o no de patógenos. Las parasitologías son muy útiles en la prevención, ya que se realizan sobre peces vivos en los que la patología aún no está lo suficientemente avanzada como para causar la muerte y por tanto nos permiten tomar medidas antes de que el patógeno se propague y la patología se vuelva más aguda o grave.

El procedimiento para seguir en casi todos los tipos de parasitologías es el mismo. Al ser un trabajo que se realiza en peces vivos, deberemos ir al tanque en el que queremos realizar las parasitologías. Generalmente se lleva una caja para guardar las muestras obtenidas y poder transportarlas cómodamente al laboratorio para su análisis al microscopio. En esta caja deberemos llevar además de portaobjetos y cubreobjetos para las muestras, unas paletas para hacer el raspado de piel y de branquias y papel y un bote de alcohol (70%) para la desinfección de las paletas entre cada tanque. Todo el procedimiento se debe de realizar con guantes para evitar posibles contaminaciones de las muestras y como sucede con las paletas debemos desinfectarlos con alcohol entre cada tanque. Se cogen muestras de tres peces por tanque.

Lo más común en las parasitologías es encontrarnos con parásitos comunes de la piel y las branquias, que en el caso de la granja de Vilán son fundamentalmente las amebas, pero también podemos encontrar otros patógenos como *Pleurometastax sp.* (*PIHV1*) que aparece sobre todo en las manchas oscuras que son uno de los síntomas más comunes de la presencia de este virus o bacterias filamentosas como *Tenacibaculum maritimum* sobre

todo en individuos con espículas inflamadas o con úlceras. También es bastante común la coinfección, es decir, que haya más de un patógeno afectando al pez. Este es el caso de los herpes virus y las bacterias filamentosas. Uno de los síntomas más comunes de *Pleurnectid HV 1 (PIHVI)* son las manchas oscuras en la piel. Además de la pigmentación, en estas manchas el pez deja de generar mucosa y la zona se seca haciendo que sea mucho más vulnerable a otros patógenos como las bacterias filamentosas. De hecho, es bastante habitual que las manchas sean lo primero que se vea en el tanque, para luego en unos días estas evolucionen a úlceras provocadas fundamentalmente por las bacterias filamentosas. Si se hacen parasitologías de los peces afectados, es bastante común ver células gigantes o policariocitos generados por *Pleurnectid HV 1 (PIHVI)* y bacterias filamentosas en las muestras de piel y branquias (Foto N°4 y N°5).

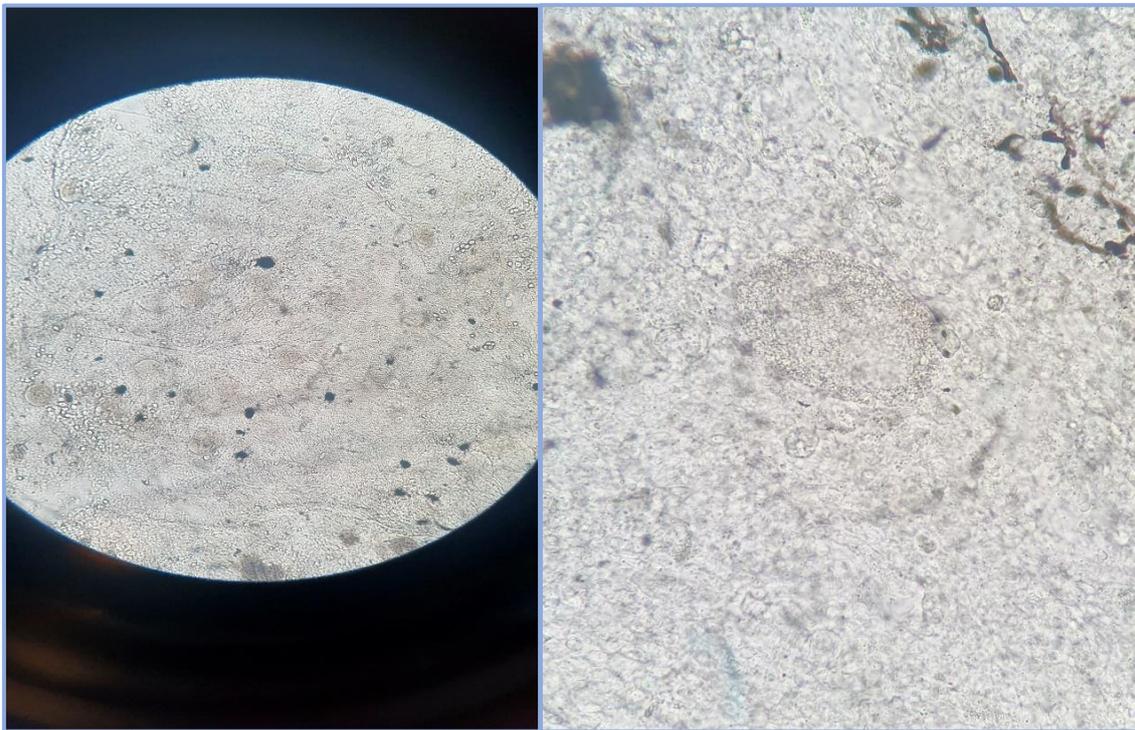


Foto 4 – Células gigantes formadas por *Pleurnectid HV 1 (PIHVI)* en muestras de piel a 10x (izquierda) y 40x (derecha). (Fuente: propia)

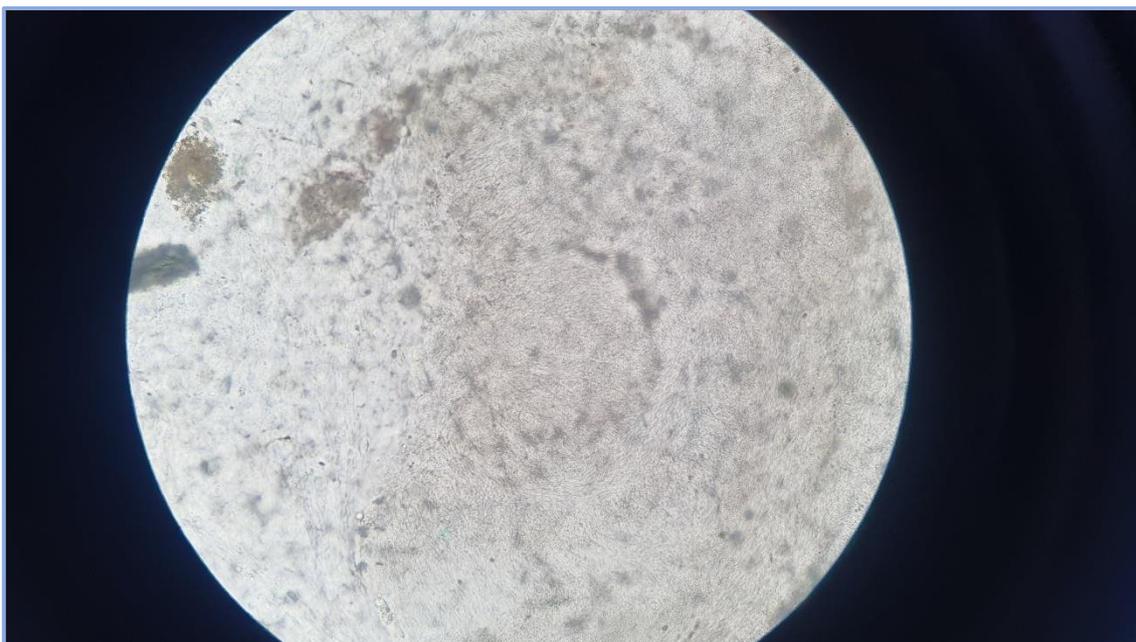


Foto 5 – Patrón formado por bacterias filamentosas en muestra de piel a 40x. (Fuente: propia)

Existen varios tipos de parasitologías dependiendo de las circunstancias y de las necesidades de cada tanque.

- **Parasitologías rutinarias:** se hacen casi todos los días seleccionando 3 peces de cada tanque. Los peces no tienen por qué ser sintomáticos de alguna enfermedad y son fundamentalmente para revelar asintomáticos y llevar un control del estado general de la planta.
- **Parasitologías por sintomatología:** se hacen en un tanque en el que hay peces con sintomatología compatible con algún patógeno. El objetivo es confirmar el diagnóstico visual mediante la observación de las muestras de piel y branquias.
- **Parasitologías por reducción de ingesta:** aunque no tiene por qué ser el caso, la disminución de la ingesta en un tanque puede ser debida a que un patógeno está afectando de alguna forma a la tasa de alimentación normal de los rodaballos. En caso de ver algún tanque con este problema también se puede hacer una parasitología para definir si hay algún patógeno que pueda estar causando la falta de apetito de los peces.

- **Parasitologías post – tratamiento:** se realizan como mínimo 48h después de que un tanque acabe un determinado tratamiento. Como por ejemplo sería un tratamiento de baños de agua dulce para eliminar las amebas causantes de amebiasis. En este caso estas parasitologías se utilizan para ver si el tratamiento ha sido efectivo y ha acabado con el patógeno o si por el contrario la enfermedad aún sigue presente en el tanque. Esto permite tomar medidas al respecto, como proponer otro tratamiento, o que el tratamiento que se estaba dando se alargue un poco más en el tiempo.
- **Parasitologías antes de la vacunación (revac):** los alevines que llegan a la granja deben de ser vacunados, más o menos cuando alcanzan los 30g de peso con la segunda dosis de la vacuna frente a la flexibacteriosis causada por el patógeno *Tenacibaculum maritimum*. Antes de suministrar esta vacuna, se realiza un análisis del estado de estos alevines mediante la revac. Este tipo de parasitología consiste en coger 3 peces de cada tanque para hacer parasitologías en donde se cogerán muestras de piel, branquias y encéfalo y se observarán al microscopio para confirmar o no la presencia de algún patógeno.

De todos los tanques que van a ser vacunados se deben de seleccionar la mitad de estos para hacer la revac. Los criterios de selección se determinan por la sintomatología que puede ser observada en los tanques en una inspección visual. En caso de no haber ningún tanque con sintomatología, se seleccionarán los tanques al azar. En este tipo de parasitología los peces seleccionados serán sacrificados en el laboratorio para la toma de muestras. Una vez observadas las muestras al microscopio, si se confirma la no presencia de patógenos en los alevines, se dará el visto bueno al comienzo de la vacunación.

- **Calibración de oxímetros**

El oxígeno es uno de los parámetros fundamentales en el cultivo de cualquier especie marina. La concentración de oxígeno que llega del agua marina no es lo suficientemente alta como para mantener tanques con una alta densidad de peces y por lo tanto esta se oxigena hasta la saturación. Es importante tener controlados los niveles de oxígeno en puntos clave de la planta, ya que una falta de oxígeno, aunque sea por poco tiempo puede tener consecuencias muy graves en el cultivo. Es por esto por lo que los oxímetros que se utilizan para medir la cantidad de oxígeno en el agua deben de estar en perfecto estado.

El mantenimiento de estos es trabajo del departamento de salud y este se realiza en varios procesos. Generalmente los oxímetros se revisan una vez cada mes de forma rutinaria, aunque si alguno de ellos no está funcionando bien antes de que pase un mes desde su

último mantenimiento, se le cambiarán sus piezas y se calibrará igualmente para garantizar su buen funcionamiento.

El primer proceso en el mantenimiento de los oxímetros es comprobar el estado de este y cambiar las piezas que tienen una vida útil corta, como son la membrana, la junta y el electrolito. Además de cambiar las piezas, se limpia bien todo el oxímetro. Luego de cambiar estas piezas, se dejará reposar durante 24h para su estabilización.

Es importante también comprobar la temperatura que nos marca el oxímetro, ya que la concentración de oxígeno que mide depende de la temperatura. Por esta razón esta temperatura debe parecerse lo máximo posible a la real, que podemos medir con un termómetro. En caso de que la temperatura marcada no coincida con la real, esta se cambiará manualmente en el oxímetro.

Luego de esperar esas 24h de estabilización, se comprueba la temperatura y la saturación de oxígeno del aire que debe estar alrededor del 100%. Una vez comprobados estos dos datos se procede a la calibración automática del oxímetro.

Para comprobar que el oxímetro está calibrado correctamente y que su funcionamiento es óptimo, se realiza la prueba de Winkler. Esta prueba nos permite saber cuál es la concentración de oxígeno de una determinada muestra de agua. El proceso comienza cogiendo una muestra de agua marina sin oxigenar. Con una parte del agua recogida, se hará la prueba de Winkler que consiste en ir añadiendo reactivos en un orden y cantidad determinada para finalmente obtener la concentración de oxígeno del agua de la muestra. Finalmente se utiliza el oxímetro para medir esta concentración de oxígeno en la misma agua de modo que si el valor es el mismo o parecido al del test, el oxímetro está bien calibrado.

- **Testado del agua y el buen funcionamiento de las lámparas UV**

Otro de los parámetros de mayor importancia que hay que tener en cuenta en el cultivo intensivo de rodaballo es la calidad del agua. El agua que llena los tanques de nursery y preengorde pasa por varios filtros mecánicos y un filtro ultravioleta para garantizar la buena desinfección del agua y minimizar los posibles patógenos que pueden afectar al cultivo. Es por esto por lo que el buen funcionamiento de las lámparas de luz ultravioleta es de vital importancia para el mantenimiento de un buen estado sanitario de la planta.

Para tener un control de este funcionamiento correcto de estas lámparas, cada semana se toma una muestra de agua después de pasar por esta radiación UV y se lleva al laboratorio para sembrarla en una placa de TSA – 1. Esta siembra como todas las siembras en bacteriología debe de hacerse en condiciones asépticas (bajo la llama de un mechero).

Luego de sembrar el agua, la placa se dejará en la estufa a una temperatura de 22°C durante 48h. Pasadas estas 48h se observará la placa para ver si hay crecimiento bacteriano o no.

En caso de no haber crecimiento bacteriano, las lámparas están funcionando correctamente. En el caso contrario, se debería de comprobar el estado de estas.

- **Testado de vacunas**

En el caso de la granja de Cabo Vilán, se administra una dosis de la vacuna contra *Tenacibaculum maritimum* vía una inyección. Las botellas que contienen la vacuna llegan a la granja totalmente desinfectadas para evitar contagios durante la vacunación. Sin embargo, puede ocurrir que no se acabe toda la botella de vacuna en un proceso de vacunación y que por tanto esta sea guardada en el refrigerador para poder usarla en otra vacunación. Es en estas ocasiones cuando antes de comenzar la vacunación se debe de testar la vacuna, es decir, saber si está libre de patógenos. El proceso es parecido al descrito con el testado del funcionamiento de las lámparas UV. En este caso se coge una muestra de vacuna de 0,1ml que se siembran en una placa de TSA – 1. Esta placa se incubará en la estufa a 22°C durante 48h y pasado este tiempo se comprobará si hay presencia de bacterias u otros organismos en la placa.

- **Testado de los tratamientos**

Otras de las tareas del departamento de salud es hacer que los tratamientos administrados, generalmente de formaldehído y de agua oxigenada sean lo más eficaces posibles en la desinfección y al mismo tiempo tengan la menor incidencia en el cultivo. Por esta razón, los tratamientos administrados también se testan. Lo que se mide en estas pruebas es la concentración del agente desinfectante en el tanque, de forma que debe estar entre unos valores que el departamento de salud ha estipulado como los más eficaces y menos dañinos para el bienestar de los peces. Para el testado, si este se realiza en varios tanques o incluso en una zona completa de la planta como engorde, se seleccionarán varios tanques para realizar las medidas. Se coge una muestra directamente del tanque con un vaso plástico con tapa y se llevan al laboratorio. En el laboratorio, se utiliza un kit de testado que se compone de tiras de papel que reaccionan con un cambio de color a la concentración que haya en la muestra del producto a analizar (agua oxigenada o formaldehído). El propio kit viene con unas tablas donde cada color se corresponde con una determinada concentración, de esta forma podemos saber la concentración del agente desinfectante que había en el tanque. Esto se hace a la hora de comenzar el tratamiento y a la segunda hora, ya que los tratamientos deben de durar unas 2 horas y se pretende que

la concentración del agente desinfectante sea parecida en el transcurso de todo el tratamiento.

- **Análisis de superficies**

Otro de los análisis que se llevan a cabo en el departamento de salud es el de superficies. Tiene el objetivo de comprobar el estado de desinfección de las superficies que más habitualmente está en contacto con los peces para evitar el posible paso de patógenos a los tanques o a los propios peces. Se lleva a cabo dos veces al año y consiste en hacer siembras por duplicado de algunas superficies de la granja.

Para esta tarea se pueden utilizar placas rodac o placas normales, en este último caso debemos de utilizar un isopo esterilizado para la siembra. Las superficies que se muestrean son las paredes de los tanques, los tubos de entrada de agua de los tanques, los tubos de salida de agua de los tanques, los trueles, las escobas, los trajes de agua que se utilizan para meterse en el tanque y los pediluvios. Todo esto por duplicado y en cada zona de la granja.

El procedimiento es sencillo y consiste en hidratar con un poco de agua la zona que vamos a muestrear y luego pasar la placa rodac por dicha superficie. En caso de no utilizar placas rodac, se pasará el isopo, para luego sembrar la placa. Todas las placas son de TSA – 1. Para su análisis serán llevadas al laboratorio correspondiente.

4.2 Procesos y procedimientos en producción

En los días en que no había personal del departamento de salud, mi trabajo consistía en acompañar a los trabajadores de producción ayudándoles en las tareas rutinarias. Fundamentalmente se realizaron trabajos de guardia en nursery y preengorde que se exponen y explican a continuación.

- **Bajada de niveles**

El agua es un componente fundamental del cultivo y su estado determina en gran parte el control sanitario y también la producción de la granja. Por esta razón la renovación de esta es fundamental. La granja de Cabo Vilán tiene un sistema abierto de agua, es decir, está entrando y saliendo al mismo tiempo agua de los tanques. Sin embargo, la cantidad de agua que sale es un poco menor que la que entra para mantener un nivel de agua óptimo. Es por esto por lo que varias veces por semana se bajan los niveles de agua en los tanques. Esto permite una renovación del agua más rápida y ayuda a eliminar restos de pienso que pueden quedar en el tanque. Es una forma de mantener limpios los tanques

y por tanto evitar posibles patógenos. Para la bajada de niveles los operarios levantan unos cañones que hay fuera de los tanques para que salga más agua de la que entra y el tanque se vaya vaciando y limpiando al mismo tiempo.

- **Retirada de muertos**

Otra de las tareas de los operarios de guardia es la de retirar los individuos muertos, moribundos o que tengan sintomatología compatible con alguna enfermedad. Así, cada mañana se revisan todos los tanques y se anotan las bajas o seleccionados (peces con sintomatología que se retiran del tanque) para ponerlo en conocimiento del departamento de producción y de salud. También es necesario que todas estas bajas se lleven al laboratorio en caso de haber alguien del departamento de salud para realizar las necropsias y determinar cuál ha sido la causa de la muerte y si esta puede estar relacionada con algún patógeno. La retirada de las bajas es un proceso o tarea necesaria diariamente, ya que en caso contrario, los peces muertos o con sintomatología que sigan en el tanque pueden contagiar o extender el patógeno a más peces del tanque y además permite que el departamento de salud analice los muertos y pueda proponer un tratamiento para impedir la extensión del patógeno y evitar una mortalidad mayor.

- **Toma de comprobación**

La alimentación en la granja de Cabo Vilán se realiza en su totalidad de forma automática. El sistema se compone de unos grandes cajones de almacenamiento del pienso que será empujado por aire hasta los tanques por un tubo. Cada tanque está individualizado, de forma que la cantidad de alimento se puede modificar específicamente para cada tanque. Esta cantidad también está automatizada a través de un programa informático que calcula la cantidad de alimento que necesita un tanque determinado dependiendo de la biomasa de este.

A pesar de esto, no siempre los peces comen lo mismo, esto depende en gran medida de la temperatura del agua y de otras razones como por ejemplo el manejo, estar sometidos a un tratamiento, estar enfermos, etc. La ingesta no siempre es la misma y para mantener los tanques en un buen estado, se comprueba que la cantidad de alimento sea la correcta en cada tanque.

Así, cada día un operario comprueba el estado de los peces y del propio tanque (si hay comida por el tanque puede que sobre) para determinar si la cantidad de alimento es la correcta. Para esta tarea se utiliza una Tablet que tiene un programa informático en donde se almacena la información de la cantidad de alimento que está recibiendo cada tanque, de forma que el operario puede modificar esta cantidad dependiendo de la evaluación que

haga de cada uno. El procedimiento para esta tarea consiste en ir con la Tablet por cada tanque cuando este es alimentado para comprobar si falta o sobra alimento y al mismo tiempo ir modificando la cantidad de alimento según esto. De esta forma se consigue controlar mejor el consumo de alimento, de manera que los tanques que necesiten más alimento puedan crecer más rápido y por tanto aumentar la productividad de estos y que los tanques en donde se necesite menos alimento, se ahorre pienso que no va a ser consumido.

- **Comprobación de los niveles de oxígeno**

Uno de los parámetros que es necesario controlar con más intensidad es el oxígeno. Como ya se ha comentado, en una granja de carácter intensivo como es el caso de Cabo Vilán, hay una alta densidad de peces en los tanques y necesitan una gran cantidad de oxígeno para respirar. Por esta razón, todos los días los operarios de producción controlan las concentraciones de oxígeno en determinadas zonas claves. Estas zonas son: la entrada del agua de mar (en el canal de captación), al pasar esta agua por el pozo de oxigenación, en el tanque, al salir del tanque y en el canal que lleva agua a los tanques de engorde. De esta forma se puede saber qué concentración de oxígeno tiene el agua antes de ser oxigenada y después de pasar por el pozo de oxigenación. Esto sirve para comprobar que la oxigenación está funcionando bien y poder ajustar la cantidad de oxígeno que se suministra. También es de utilidad comprobar la concentración a la salida y la entrada de los tanques, ya que esta debe de estar en unos determinados valores para el crecimiento óptimo de los rodaballos, además de conocer el consumo de oxígeno de los tanques.

Para este trabajo los operarios utilizan los oxímetros que hay distribuidos por la granja y que son mantenidos y calibrados por el departamento de salud.

- **Clasificaciones**

Una de las tareas que más se repiten en una granja de engorde como la de Camariñas es la de clasificar los tanques. La razón principal para esto es una mejor gestión de estos haciéndolos más homogéneos en cuanto al tamaño de los peces. Esto permite que la densidad y la biomasa se controle de mejor manera, haciendo que la alimentación sea mucho más eficiente y que por tanto el crecimiento de los peces se maximice.

A medida que el tamaño de los peces se incrementa, también lo hace la biomasa del tanque y por tanto la densidad. Para corregir esto, se hacen las clasificaciones, juntando individuos de un grosor parecido y haciendo que la densidad en los tanques disminuya, permitiendo un mejor manejo y una mejor distribución de los peces en los tanques disponibles. La clasificación se hace con la ayuda de máquinas clasificadoras que van

clasificando los peces según el grosor. Los operarios contabilizan los individuos de cada tamaño y los llevan a los tanques designados. Generalmente, se forman 3 grupos de cada tanque que son: cabezas, intermedios y colas. Las cabezas son los más grandes y los que tienen un peso superior a la media del tanque, los intermedios son los que tienen un peso parecido al peso medio del tanque y las colas tienen un peso inferior a la media. De esta manera se forman tanques homogéneos lo que hace más fácil el manejo y la alimentación.

Los tanques con una dispersión de tamaño alta generalmente crecen mucho menos rápido, ya que los rodaballos de mayor tamaño son los más competitivos para alimentarse. La densidad también es un factor clave, ya que a mayor número de competidores menor cantidad de alimento por individuo. Por estas razones las clasificaciones son tan importantes y habituales en el manejo de un cultivo de rodaballo.

- **Vacunación**

Como ya se ha comentado, en las granjas de engorde solo se suministra una vacuna por inyección que actúa y previene la infección por *Tenacibaculum maritimum*. Después del visto bueno del departamento de salud con la realización de la revac, los operarios de producción se encargan de llevar a cabo el proceso de vacunación. Esta vacuna es suministrada cuando los alevines alcanzan los 30 g de peso.

Es necesario al menos un equipo de 3 personas para hacerlo, dos de ellas estarán vacunando con unas pistolas que suministran por inyección una determinada cantidad de vacuna y la tercera recogiendo los individuos del tanque para ponerlos sobre la mesa de vacunación. La inyección se hace a la altura de la cavidad abdominal. Al día, los operarios pueden llegar a vacunar unos 20000 peces, lo que supone más o menos un gasto de 1L de vacuna por día según la dosis estipulada recomendada.

5. CONCLUSIONES Y PROPUESTAS DE MEJORA

Los objetivos que se pretendían realizar fueron ampliamente alcanzados durante los meses de prácticas. En estos meses, se ha podido visualizar la acuicultura como un proceso productivo desde dos puntos de vista: de producción y sanitario. Esto ha ampliado mi apreciación de la acuicultura como una actividad no solo necesaria ante los cada vez más crecientes problemas de la pesca de captura, sino como una manera de obtener nutrientes más sana y con un férreo control sanitario que garantiza el bienestar de los animales cultivados, así como la calidad del producto final.

La acuicultura es una actividad industrial necesaria en la sociedad de ahora que demanda productos con garantías sanitarias, nutricionales y de bienestar animal. También es una

herramienta para aliviar la presión a la que están sometidos algunos stocks pesqueros y hacer que estos se recuperen.

Durante estos meses he podido comprobar cómo funciona una planta de engorde de rodaballo, en un sistema de cultivo intensivo y las tareas diarias que son necesarias para obtener unos buenos resultados de producción. Además, he aprendido como trabaja un departamento de salud en una granja de acuicultura para mantener un buen control sanitario de la planta y garantizar el bienestar de los animales y en consecuencia que no haya pérdidas que repercutan en la producción final. Gracias a esto he podido constatar que el rodaballo de acuicultura es un alimento seguro a nivel sanitario, ambientalmente respetuoso con el ambiente y que se produce siguiendo los estándares del bienestar animal. Otro de los objetivos cumplidos ha sido la mejora en el manejo de los animales, tanto en tareas de producción como de salud con la toma de muestras. También he podido aprender a trabajar en un laboratorio de acuicultura en una planta de engorde y cuáles son las tareas, responsabilidades y obligaciones del trabajo de salud.

Durante estos meses de prácticas, también se han podido ver aspectos que se pueden perfeccionar para un mejor funcionamiento de la granja y que el estado y la productividad de los tanques se el óptimo. Uno de estos aspectos es referente a las clasificaciones. Como ya se ha comentado esta tarea va encaminada a tener tanques más homogéneos con peces de tamaño similar para mejorar el manejo de estos. Aunque las clasificaciones son habituales, sobre todo en nursery y preengorde se observó como la dispersión y la densidad de bastantes tanques era alta. Una de las propuestas para la mejora, es la realización de más clasificaciones y una mejor planificación de estas para bajar la densidad de peces en los tanques y también evitar tener una gran dispersión de tamaños. Esto podría ayudar no solo a la mejor alimentación y aprovechamiento del pienso, sino a evitar algunos patógenos que pueden tener una mayor capacidad de contagio si en los tanques hay demasiada densidad o si hay peces muy pequeños y quizás menos resistentes a ciertos patógenos que puedan generar un contagio mayor en el tanque.

Otro de los aspectos a mejorar es la eliminación o selección de individuos. Esta es una práctica que se lleva a cabo, al igual que las clasificaciones para mejorar el estado del tanque y así evitar que un patógeno pueda infectar a más peces y ser un problema general del tanque. Al igual que las clasificaciones esta tarea tiene mucha importancia en el manejo de los tanques para evitar enfermedades y por lo tanto para bajar posibles mortalidades que se puedan producir con la expansión de una enfermedad. Es por esto por lo que se deberían de hacer más a menudo selecciones y quizás dedicar más tiempo a observar el estado del tanque en busca de peces con sintomatología o de crecimiento extremadamente lento.

En cuanto al suministro de los tratamientos, también hay margen para la mejora. Internamente la empresa ha estipulado mediante los testados de los tratamientos que se realizan en todas las plantas un determinado valor de concentración de todos los agentes desinfectantes que se usan, así como el tiempo que deben de durar los tratamientos. Todos los tratamientos deben de estar activos en el tanque unas 2 horas. Generalmente los tratamientos a tanques individuales se hacen con la ayuda de un bidón que puede ser de 5 o 10 litros en donde se mezcla el agente desinfectante (formol o agua oxigenada) con agua en una relación 1:1, es decir, 2,5 litros de agua y 2,5 litros del agente. Esto quiere decir que el bidón debe de tardar 2 horas en vaciarse y además debe de hacerlo a una velocidad más o menos constante, para que la concentración del desinfectante sea más o menos igual durante esas dos horas. Este hecho no siempre ocurría, ya que es extremadamente difícil regular manualmente las llaves de paso y además la propia fuerza del agua del tanque hace que el bidón se vacíe cada vez más despacio, afectando esto a la duración y a la concentración del desinfectante. Por estas razones, una posible mejora sería aportar algún tipo de sistema de goteo a los bidones para hacer más fácil su regulación y así mejorar el tiempo de duración y la concentración de los tratamientos. Otra solución que requeriría una mayor inversión sería la instalación de un sistema de goteo que estuviera individualizado para cada tanque como es el caso de la alimentación. De esta forma se podrían automatizar los tratamientos y manejar con exactitud la cantidad y la velocidad a la que se suministra el desinfectante. También sería posible hacer tratamientos a un grupo de tanques sin tener la necesidad de llenar y transportar los bidones correspondientes e incluso se podrían dar tratamientos generales a una zona de la planta determinada si así se cree necesario.

6. BIBLIOGRAFÍA

- APROMAR. (2022). *La acuicultura en España*. https://apromar.es/wp-content/uploads/2022/10/La_acuicultura_Espana_2022_v3_APROMAR.pdf
- Buchanan, J. S., & Madeley, C. R. (1978). Studies on Herpesvirus scophthalmi infection of turbot *Scophthalmus maximus* (L.) ultrastructural observations. *Journal of Fish Diseases*, 1(4), 283 – 295. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.1978.tb00033.x>
- Buchmann K., Bron J., Dalvin S., Øvergård A. C., Vendramin N. (2020). *Fish farmer's guide to combating parasite infections in salmonid aquaculture*. A series of ParaFishControl guides to combating fish parasite infections in aquaculture. Guide 1. Edited by Sitjà-Bobadilla, A. & Bello-Gómez, E. e-NIPO: 833-20-077-6, 2020, 22 pp.
- Budiño Rodríguez, B. (2011). *Caracterización de la variabilidad intraespecífica en *Philasterides dicentrarchi*, agente etiológico de las escuticolitosis del rodaballo en*

- cultivo*. [Tesis doctoral, Universidad de Santiago de Compostela]. <http://hdl.handle.net/10347/3689>
- Dyková I., Figueras A. & Novoa, B. (1999). Epizoic amoebae from the gills of turbot *Scophthalmus maximus*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 38(1), 33 – 38. <https://doi.org/10.3354/dao038033>
- FAO. (2005). Programa de información de especies acuáticas. *Psetta maxima*. Texto de Rodríguez Villanueva, J. L. & Fernández Souto, B. *Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO*. Roma.
- FAO. (2022). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación azul*. Roma, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461es>
- Fernández Pato, C., A. (1994). *Aspectos biológicos y tecnológicos del cultivo de rodaballo*. [Tesis doctoral, Universidad de la Laguna]. Instituto Español de Oceanografía. <http://www.repositorio.ieo.es/e-ieo/handle/10508/9281>
- Fernández Souto, Bernardo., & Rodríguez Villanueva, X. L. (2002). *Guía de la piscicultura europea*. Xunta de Galicia.
- Figueras, A., Novoa, B., Santarem, M., Martinez, E., Alvarez, J. M., Toranzo, A. E., Dykova, I. (1992). Tetramicra brevifilum, a potential threat to farmed turbot *Scophthalmus maximus*. *Diseases of Aquatic Organisms* 14, 127 – 135. <https://doi.org/10.3354/dao014127>
- Galli, O., Sal, F. M. (2007). *Sistemas de Recirculación y Tratamiento de agua*. CENADAC. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/cultivos/_archivos//000000_Otros%20sistemas/000003-Sistemas%20de%20recirculaci%C3%B3n%20y%20tratamiento%20de%20agua.pdf
- Hanson, L., Dishon, A., & Kotler, M. (2011). Herpesviruses that infect fish. *Viruses* 3(11), 2160–2191. <https://doi.org/10.3390/v3112160>
- Leiro, J., Paniagua, E., Ortega, M., Paramá, A., Fernández, J., & Sanmartín, M. L. (1998). An amoeba associated with gill disease in turbot, *Scophthalmus maximus* (L.). *Journal of Fish Diseases*, 21(4), 281–288. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2761.1998.00104.x>
- Noga, E. J. (2010). *FISH DISEASE Diagnosis and Treatment Second Edition*. Wiley – Blackwell.
- Piazzon de Haro, M. C. (2010). *Interacciones entre el escuticociliado parásito *Philasterides dicentrarchi* (Ciliophora: Scuticociliatia) y el sistema inmunitario del rodaballo, *Psetta maxima* (L.)*. [Tesis doctoral, Universidad de Santiago de Compostela]. <http://hdl.handle.net/10347/3013>
- Prodemar. Prodemar Rodaballo y Lenguado Calidad y Sabor. Consultado el 4 de mayo de 2023. <https://www.prodemar.es/>

- Rodríguez, J. L. (2011). *Cultivo del rodaballo (Scophthalmus maximus)*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Ronza, P., Robledo, D., Bermúdez, R., Losada, A. P., Pardo, B. G., Martínez, P., & Quiroga, M. I. (2019). Integrating genomic and morphological approaches in fish pathology research: The case of turbot (*Scophthalmus maximus*) enteromyxosis. *Frontiers in Genetics* (Vol. 10, Issue JAN). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fgene.2019.00026>
- Stolt Sea Farm. Stolt Sea Farm Garantizando que las generaciones futuras sigan disfrutando del mejor pescado. Consultado el 4 de mayo de 2023. <https://www.stoltseafarm.com/es>