



El cultivo industrial de rodaballo en Galicia

Diana Llamazares Oliveras

Tutor en la empresa: Francisco Casais Cambeiro

Tutor académico: Carlos Pereira Dopazo

Máster interuniversitario en acuicultura

(2019-2021)

Contenido

1.	Introducción de la empresa:	3
1.1-	Antecedentes	3
1.2-	A qué se dedican	3
1.3-	Departamentos	4
1.4-	Localización e instalaciones	5
1.5-	Tratamiento y captación del agua.....	6
	Captación del agua	6
	Desbaste grueso	6
	Filtración mecánica	7
	Filtración y Esterilización	7
	Oxigenación.....	7
2.	La especie	8
2.1-	Características biológicas	8
1.1-	Historia de su cultivo.....	8
1.2-	El Cultivo.....	9
	Sistema de cultivo	9
	Los tanques	9
	Ciclo de producción.....	10
3.	Rutinas diarias en una planta de engorde.....	11
3.1-	Alimentación	12
3.2-	Control de los tanques	13
3.3-	Retirada de muertos.....	14
3.4-	Bajada de niveles.....	14
3.5-	Clasificación y movimientos de peces.....	14
	Nursery.....	14
	Preengorde.....	15
	Engorde	15
3.6-	Limpieza	16
	Tanques	16
	Difusores de oxígeno.....	16
	Filtros de los hydrotech.....	17
	Líneas de agua.....	17

3.7-	Mantenimiento de instalaciones.....	18
	Tanques y lonas.....	18
	Difusores de oxígeno.....	18
	Elementos auxiliares de los tanques.....	18
3.8-	Control de oxígeno.....	18
3.9-	Recepción de pienso.....	19
3.10-	Vacunación.....	19
3.11-	Recepción de alevines.....	20
3.12-	Tratamientos.....	20
	Agua dulce.....	20
	Aquacén.....	20
3.13-	Despesques.....	21
3.14-	Pesada mensual.....	22
3.15-	CV.....	22
4.	Actividades Dentro del Departamento de Salud.....	22
4.1-	Revisión rutinaria.....	23
4.2-	Parasitologías.....	23
4.3-	Necropsias.....	24
	Peces vivos con síntomas y peces muertos recientemente.....	24
	Reproductores.....	26
4.4-	Experimento con aquacén.....	26
4.5-	Mantenimiento y calibración de oxímetros.....	27
4.6-	Análisis de aguas.....	27
4.7-	Evaluación del estado de la vacuna.....	27
5.	Experimento sobre la influencia del ayuno en el peso.....	28
5.1-	Objetivo.....	28
5.2-	Metodología.....	28
5.3-	Datos.....	29
5.4-	Resultados y conclusiones.....	30
	Conclusiones finales.....	33
	Referencias.....	35

1. Introducción de la empresa:

1.1- Antecedentes

Stolt-Nielsen es una inversora y gerente a largo plazo de negocios enfocados en oportunidades en distribución, logística y acuicultura. Su cartera está formada por sus tres negocios de líquidos y químicos al mayor: Stolt Tankers, Stolthaven Terminals y Stolt Tank Containers; Stolt Sea Farm e inversiones en LNG (gas natural licuado).

Fundada en 1959, Stolt-Nielsen ha sido reconocida por su foco continuado en la seguridad, la calidad la fiabilidad y la flexibilidad.

La compañía emplea a más de 6000 personas en 30 países y cotiza en la bolsa de Oslo.

Las principales filiales son:

Stolt Tankers opera la flota global más grande y sofisticada del mundo de camiones cisterna de aguas profundas, regionales, costeras e interiores brindando servicios de transporte seguros y fiables de alta calidad a los principales fabricantes mundiales de productos químicos y otros líquidos a granel.

Stolthaven Terminals red global de terminales de última generación que proporciona servicios de almacenamiento y distribución de químicos, productos de limpieza de petróleo, gases de aceites vegetales, biofuel y oleoquímicos en mercados clave y centros de negocios en todo el mundo.

Stolt Tank Containers es un proveedor global líder en logística y servicios de transporte de cargamentos de venta directa de líquidos al mayor y productos alimentarios.

Stolt Sea Farm es la empresa de acuicultura de alta tecnología más avanzada en el mundo y el principal proveedor de rodaballo, lenguado, esturión y caviar* de alta calidad de forma ecológica. (*hasta 2020).

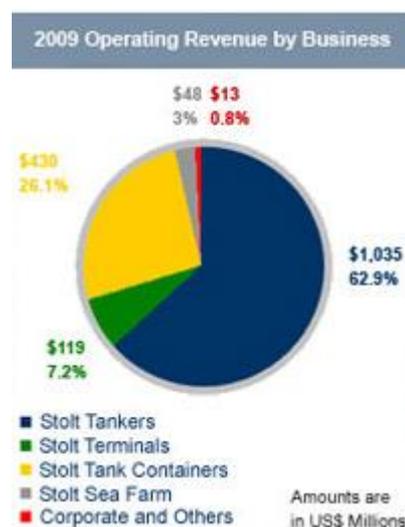


Ilustración 1: Gráfico grupo Stolt-Nielsen

Stolt-Nielsen Gas es una empresa registrada en Bermudas con el propósito de llevar a cabo el mercado global de GNL (Gas Natural Licuado) a pequeña escala mediante el abastecimiento, envío, almacenamiento y distribución de GNL

1.2- A qué se dedican

Stolt Sea Farm dirige 13 granjas en tierra 8 granjas están en España y una en Islandia, Francia, Portugal y Noruega.

Producen rodaballo y lenguado bajo diferentes nombres comerciales: Prodemar™, King Sole™ y King Torbot™ según la especie, tipo de producto y mercado. Las especies difíciles de cultivar se sirven en restaurantes de alta gama, supermercados y a la hostelería a través de mayoristas (canal HORECA). Las granjas



Third-Quarter 2020 Results

Ilustración 2: Mapa sedes Stolt Sea Farm

tienen una capacidad de producción anual de 5700 toneladas de rodaballo vendiendo alrededor de 8300 toneladas y una producción de 1570 toneladas de lenguado.

Stolt Sea Farm abastece a sus consumidores pescado de alta calidad alrededor de todo el mundo. El éxito reside en la habilidad para desarrollar técnicas y tecnologías innovadoras que permiten proveer los mejores productos minimizando el impacto ambiental.

1.3- Departamentos

Stolt Sea Farm está dividido en ocho unidades operacionales:

- **Hatchery (criadero):** se encargan de realizar la primera y más delicada fase de vida del rodaballo y lenguado de Prodemar, los 2 criaderos se encuentran en Galicia.
- **Producción:** tiene lugar en las 13 granjas en tierra de la empresa. Ocho de ellas están en Galicia, una en Hafnir (Islandia); Tocha, Portugal; Anglet, Francia y Oye, Noruega.
- **Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I):** siempre ha sido un factor clave del éxito los sistemas de calidad y rendimiento de las granjas se deben en gran medida a las técnicas innovadoras desarrolladas por el equipo de I+D altamente cualificado.
- **Calidad y medio ambiente:** se encarga de que los estándares de calidad y seguridad ambiental se mantengan en todo momento y en todas las áreas de la empresa.
- **Comercial:** se encarga de comercializar el rodaballo y el lenguado con sus diferentes marcas a mayoristas de pescado y cadenas de supermercados con sede en Europa, en países como España, Italia, Francia, Países escandinavos, Alemania, Suiza y en Estados Unidos.
- **Ingeniería y proyectos:** supervisa el desarrollo de nuevos proyectos y facilita la transferencia de tecnología entre los distintos centros de producción. El último ejemplo ha sido el uso de tuneladoras para la toma de agua que se aplicó por primera vez en la industria siendo los pioneros.
- **Logística:** garantiza que los clientes reciban los productos lo antes posible y que se mantenga el vínculo entre la producción y los clientes.
- **Administración y finanzas:** tiene la responsabilidad de la administración general, recursos humanos, contabilidad y finanzas.

1.4- Localización e instalaciones

La planta está localizada en Quilmas, perteneciente al concello de Carnota, en la comarca de Muros, al suroeste de la provincia de A Coruña. En el mapa podemos ver las diferentes plantas que están en Galicia destacando la planta de Quilmas.

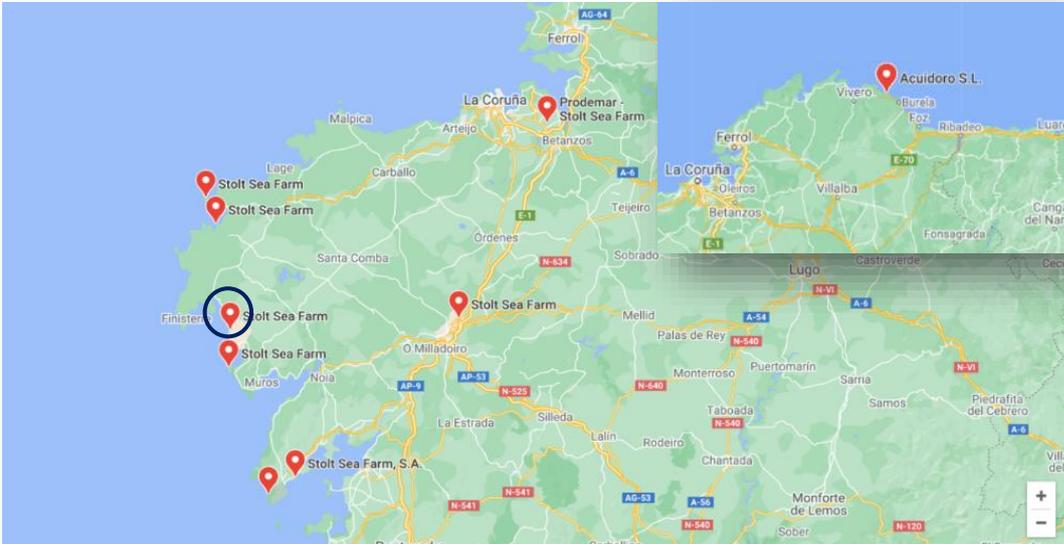


Ilustración 3: Mapa de las plantas de producción gallegas

Las instalaciones constan de una nave principal en la que están localizados los reproductores y la hatchery, con sus salas auxiliares correspondientes y un invernadero en el que se localizan los cultivos de microalgas. Una segunda nave paralela a la primera que pertenece a producción donde están localizados los individuos más jóvenes del engorde a la que se denomina nursery, que cuenta con fotoperiodo controlado y con alimentadores automáticos. Por último el resto de la planta se compone de un gran número de tanques circulares la mayoría de cemento solo algunos llevan un revestimiento. Estos tanques corresponden a las fases de preengorde y



Ilustración 4: mapa de las diferentes áreas de la planta de Quilmas

engorde. Y el resto de instalaciones necesarias en una planta cultivo de rodaballo como ésta: pozo de bombas, tanque de cabecera, instalaciones de filtración, almacén, taller de mantenimiento, grupos electrógenos y oficinas. Por último las instalaciones del personal vestuarios y cocina.

1.5- Tratamiento y captación del agua

Captación del agua

El de agua de la planta se capta mediante un túnel subterráneo excavado bajo el nivel del agua en marea muerta, de unos 2 metros de diámetro que comunica el pozo de bombas de la planta con el mar, la longitud de esta excavación es de aproximadamente unos 310 metros. Se puede ver la trayectoria de dicho túnel en la imagen.



Ilustración 5: Detalle del túnel de captación de agua

Desbaste grueso

En el pozo de bombas encontramos un sistema de extracción de algas que sirve para retirar las de mayor tamaño y evitar objetos grandes como plásticos o maderas, es una máquina programada que cada hora da un par de vueltas quedando enganchadas las algas más grandes. Se recogen en unos grandes depósitos que se van vaciando. El sistema es sencillo cuenta, con un enrejado a través del que pasa el agua donde quedan retenidas las algas que al accionarse la



Ilustración 6: Izquierda pozo de bombas con extractor de algas, derecha colector de algas

maquinaria pasa una especie de peine que las arrastra y deposita en un colector. El colector se vacía de forma periódica con una grúa fija.

Filtración mecánica

El agua en este momento es bombeada hacia el tanque de cabecera mediante bombas eléctricas, pasa por un filtro rotatorio con luz de malla de 1 cm y se reparte esta vez sin bombeo, únicamente por gravedad por toda la planta. Una parte de este agua no recibe más tratamiento, se utiliza en los tanques de engorde y el resto recibe una nueva filtración.



Ilustración 7: de izda. a dcha.: bombas y tuberías, tanque de cabecera y filtro rotatorio de 1cm

Filtración y Esterilización

Para los tanques de preengorde, nursery y hatchery se realiza una filtración del agua mediante unos filtros de tambor tipo Hydrotech con tamaño de apertura de malla de 100 micras, después filtración con filtros de arena y por último con radiación ultravioleta que permite minimizar la presencia de patógenos.



Ilustración 8: filtro de tambor Hydrotech

Oxigenación

En cualquiera de los dos casos antes de llegar a los tanques de cultivo el flujo de agua recibe un aporte extra de oxígeno a través de inyectores que permite mantener las densidades del cultivo más altas. En el caso de los tanques de nursery y preengorde la cantidad de oxígeno a la salida del tanque oscila alrededor de 10-15 mg/ml y en el engorde alrededor de 6-8 mg/l.

2. La especie

2.1- Características biológicas

El rodaballo (*Psetta maxima*) es un pez plano perteneciente al orden de los pleuronectiformes. Los adultos no presentan simetría bilateral sino que su cuerpo está aplanado ventralmente y con una característica morfología romboidal. Sus ojos saltones están en el flanco izquierdo. Tienen una boca grande con mandíbula prominente. Su piel no tiene escamas pero si unas protuberancias óseas llamadas espículas. Las aletas dorsal y anal están extendidas a lo largo del cuerpo y su coloración varía según el sustrato, desde color arena a parduzco-negro con gran cantidad de manchas en la cara superior que cubren también las aletas, mientras que la inferior o ciega suele estar despigmentada y más pálida. Puede alcanzar hasta 100 cm de longitud y llegar a los 12 kg de peso, es una especie gonocórica con hembras de mayor tamaño que los machos y la madurez sexual se alcanza entre los 3-4 años de vida.

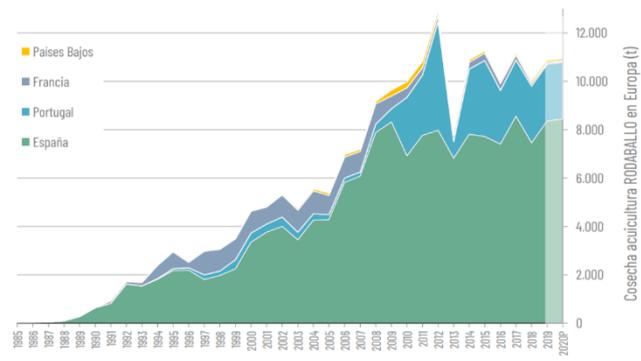


Ilustración 9: tanque de alevines y ejemplar adulto en detalle

1.1- Historia de su cultivo

El cultivo de rodaballo se remonta a los años 70 en Escocia, posteriormente se extendió por España y Francia, en los 90 había ya varios productores en nuestro país sin embargo una fuerte crisis originada por diversos motivos como fue la falta de una adecuada red comercial y los elevados costes ocasionados por el pequeño tamaño de las granjas, hizo que el sector se reorganizase aumentando los países productores. Hoy en día España es el mayor productor en Europa con el 74% del total, alrededor de 8337 toneladas en el 2020 y toda la producción está localizada en Galicia, esto es debido principalmente a las condiciones físico químicas del agua

Ilustración 10:
Evolución de la
producción acuícola
de rodaballo en
Europa (toneladas)
en el periodo 1985-
2020 (sobre datos
FAO, FEAP y
APROMAR)



de mar que proporciona unas temperaturas óptimas para su crecimiento. Actualmente además el 90% de la producción de esta especie a nivel mundial proviene de acuicultura. (Informe APROMAR, 2020)

1.2- El Cultivo

Sistema de cultivo

El rodaballo es una especie de aguas frías que crece bien con temperaturas entre los 12º-17ºC, su cultivo se realiza en criaderos con un sistema intensivo mediante tanques en tierra con agua de mar en circuito abierto. Estos tanques están dispuestos dentro de una nave con fotoperiodo controlado de 16/8 en el caso de los alevines, con alimentación automatizada y agua filtrada mecánicamente y con UV; los juveniles se cultivan en el exterior con agua de mar en circulación abierta, fotoperiodo es natural y la filtración de agua es igual que en el caso anterior, mientras que para los adultos, la filtración es únicamente mecánica y la alimentación es manual el resto de parámetros se mantienen. La densidad de cultivo depende principalmente de la talla pero suele ser alrededor de 35 kg/m².



Ilustración 11: panorámica de la zona de nursery

Los tanques

Todos los tanques cuentan con una entrada de agua conectada a un tubo bajante que tiene unos orificios en la parte inferior por donde sale el agua, esto ayuda a crear una corriente paralela a las paredes del tanque. En la parte central hay un desagüe con un tubo que en la parte superior e inferior también posee esos orificios, en este caso la función es limpiar restos de pienso y heces tanto del fondo como de la superficie y renovar el agua. Este desagüe conecta por debajo del tanque con otro tubo colocado en el exterior de cada uno y que sirve para bajar los niveles o el vaciado total del tanque.

La forma es troncocónica en el cultivo larvario pero en engorde presenta varios tipos: para los alevines son cuadrangulares con esquinas redondeadas y medidas de unos 3x3 metros con una profundidad de unos 50 - 60 cm. En la parte central tienen el tubo de desagüe con unos orificios que van aumentando de tamaño con la talla del pez, éstos sirven para mejorar la circulación del agua y facilitar la salida del alimento no ingerido y las heces.

Todos los tanques están identificados con número y letra que facilita el manejo y la organización de las tareas de la planta, su identificación se encuentra en la parte exterior de los mismos como se puede ver en las imágenes.



Ilustración 12: diferentes tipos de tanques A: nursery, B: preengorde y C: engorde

Los tanques de cultivo de juveniles y adultos son circulares y la mayoría de ellos son de cemento, solo algunos tienen un revestimiento, están al aire libre cubiertos por una lona que los protege del sol y el viento. El fotoperiodo en este caso es natural. Las medidas de los tanques de juveniles tienen un diámetro de unos 6 metros y los adultos de 9 m, en ambos casos con una profundidad aproximada de 0.8-0.9 m.

Ciclo de producción

Reproductores: Las hembras ponen entre 500 000 y 1 000 000 de huevos por kilo de peso, las puestas se realizan manualmente mediante canulación y masaje abdominal, se recoge el esperma y los huevos en un tanque de fecundación y tras una incubación de 5-7 días eclosionan las larvas.

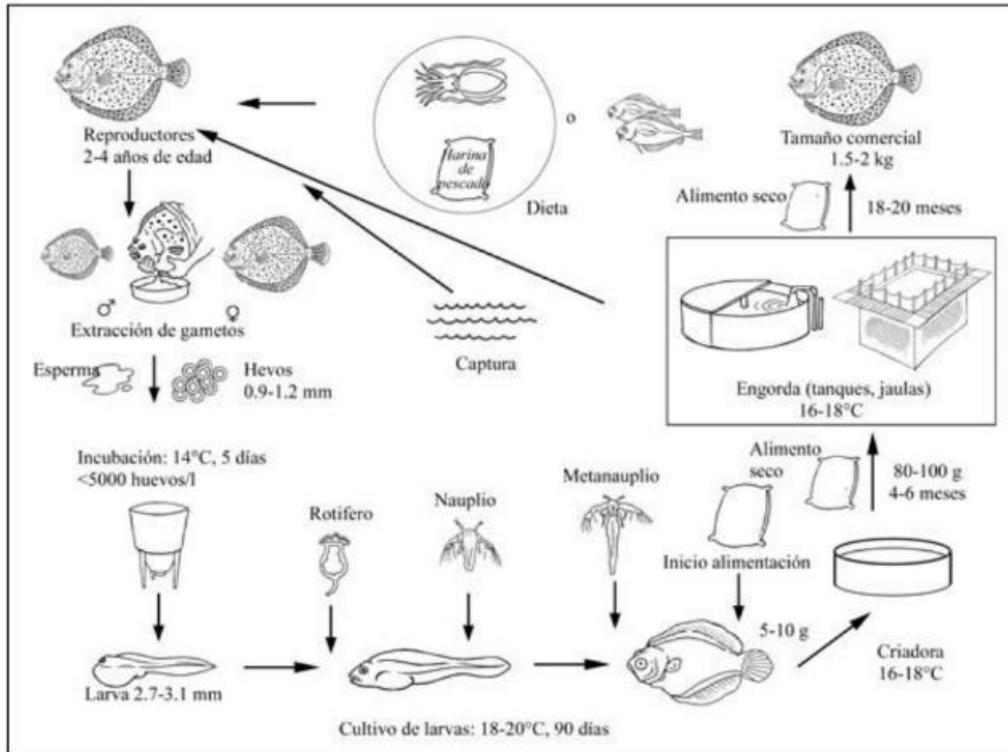


Ilustración 13: ciclo de producción de *Psetta maxima*

Cultivo larvario: En el primer mes de vida se alimentan de presas vivas rotíferos y artemia enriquecidos, después se inicia el destete fase en la que se mezcla el alimento vivo con piensos específicos hasta que se elimina el alimento vivo de su dieta. Alrededor del día 40-50 de su desarrollo ya se ha producido la metamorfosis. Esta planta cuenta con una zona de hatchery que alberga a los reproductores y las larvas además de las instalaciones auxiliares para crecimiento de fitoplancton y zooplancton (rotífero y artemia) y proporcionan larvas junto con otra hatchery a todas las granjas de engorde del grupo e incluso exportan larvas y juveniles a otras plantas.

Nursery: los alevines llegan a la planta con un tamaño de unos 4-5 cm y unos 5-10 g de peso, e fotoperiodo está controlado y es 16/8, deben tener buena oxigenación y circulación de agua constante.

Preengorde: cuando alcanzan un peso de unos 80-100 gramos pasan a esta fase del cultivo. La principal diferencia es que tienen fotoperiodo natural y los tanques están en el exterior. El tamaño del pienso cambia conforme va aumentando su talla y el resto de parámetros se mantienen. En esta fase es cuando alcanzan la primera talla que se comercializa que es a partir de 500 g.

Engorde: al ir creciendo se van moviendo los peces hasta la fase de engorde, donde localizamos a los individuos más grandes y donde alcanzan el tamaño de venta que llega a tallas de hasta los 4-5 kg. Suelen ser mucho más resistentes que el resto y el agua, como hemos indicado, no precisa de más filtración que la mecánica.

3. Rutinas diarias en una planta de engorde

A continuación se detallan todas las actividades en las que he participado de forma directa dentro del engorde de la planta durante los 4 meses de las prácticas.

3.1- Alimentación

La alimentación es una de las tareas más importantes debido a que podemos detectar alteraciones en los peces según su apetito. Es común que cuando se avecina un temporal los peces reducen su ingesta ya que de forma instintiva tienden a refugiarse como harían en su hábitat natural y dejan de comer y, una vez que pasa el temporal, aumentan su apetito de forma considerable.

En todo el engorde la alimentación consta de pienso formulado específicamente para esta especie, son piensos con buena palatabilidad y alta concentración de proteínas. La forma de presentación es en pellets extruidos que según el tamaño de los individuos, oscila entre los 1.9 mm y los 18 mm y se sirve en palés de sacos de 25 kg cada uno, que se almacenan bajo techo hasta su utilización con el fin de que tenga una correcta conservación.



Ilustración 14: muestra de pellets de pienso (Skretting)

Es de diferentes fabricantes, principalmente Skretting y Biomar, cuyos tamaños son en preengorde y nursery: 1.9 mm, 3 mm, 4.5 mm, 6.5 mm y 9 mm; y en engorde: 9 mm, 12 mm, 15 mm y 18 mm.

En esta planta la alimentación se realiza de dos formas. Por un lado mediante alimentadores automáticos que constan de unos silos donde se almacena el pienso de los diferentes calibres. Este pienso se bombea en pequeñas dosis mediante pulsos de aire comprimido a través de unas tuberías conectadas con cada uno de los tanques. Este sistema está monitorizado por un controlador conectado a un ordenador desde donde podemos cambiar las dosis, las tomas, el horario de las mismas y el tamaño del pienso. Este tipo de alimentador está instalado en hatchery, nursery y preengorde. El final del tubo de los alimentadores está colocado en el centro de cada tanque y tiene una estructura cónica sobre la que cae el pienso que lo que hace es repartirlo por todo el tanque de forma uniforme.

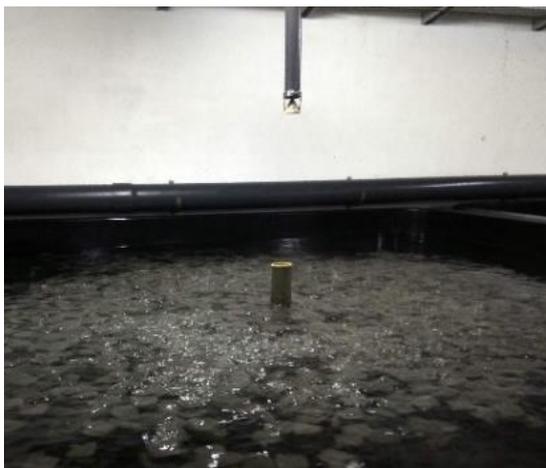


Ilustración 15: sistema automático de alimentación. A la izquierda vemos la disposición del alimentador en uno de los tanques, a la derecha silos de pienso y tuberías del alimentador



Ilustración 16: operario alimentando a un tanque de adultos

Por otro lado en los tanques de engorde la forma de alimentación es manual mediante operarios. Cada tanque dispone de un cubo donde se almacena el pienso del tamaño correspondiente según el tamaño de los individuos y se administra de forma manual con una pequeña pala; diariamente deben rellenarse los cubos con el pienso correspondiente para asegurarse que se puedan repartir todas las tomas del día.

La dosis de alimento se reparte en cuatro tomas, una a primera hora de la mañana en la que sólo se reparte pienso de 9 mm y 12 mm, la segunda toma sobre las 10 se les da a todos excepto los tanques que están en ventas que además de estar reflejados en el listado de ventas deben tener el cubo de pienso separado para evitar confusiones. La tercera toma se da sobre las 14:00 y en esta ocasión también se reparte a todos los tanques y por último la toma de la tarde que se da sólo a los que comen pienso de 9 mm y 12 mm.

Junto con la segunda toma se debe ir anotando los tanques que necesitan que se rellene su cubo de pienso para pasar posteriormente con la carretilla elevadora e ir rellenando con los sacos de pienso.

Después de la segunda toma se revisa que la dosis de alimento en la zona de preengorde y nursery sea la correcta, para ello se coge una porción de pienso del tamaño adecuado y se reparten pequeños puñados por cada tanque. Si se observa que alguno de ellos muestra mucho interés por la comida nos indica que la dosis del alimentador es demasiado baja por lo que se debe aumentar en el ordenador, si por el contrario vemos que hay mucho pienso sobrante en el fondo del tanque, debemos bajar la dosis de pienso para evitar despilfarro y mejorar la calidad del agua.

3.2- Control de los tanques

De forma constante hay un encargado diario que suele ser el alimentador que se ocupa del control del estado de los tanques, esto quiere decir que debe prestar atención a que el flujo en el tanque sea correcto, que los peces estén tranquilos, que el nivel de agua en el tanque sea el habitual y que desagüe de forma adecuada. Con todo esto nos aseguramos que las condiciones de cultivo son las mejores, además de por supuesto atender cualquier comportamiento anormal de los peces. Este control se lleva a cabo en cada una de las tomas y a mayores si entre toma y toma pasa mucho tiempo se hace una ronda adicional, además es especialmente importante esta labor en épocas de temporal, en las que se refuerza esta vigilancia ya que se pueden tupir las líneas y la entrada de agua en el tanque de forma más fácil y ocurre en poco tiempo, al tupirse

la entrada de agua lo que ocurre es que baja el nivel de agua rápidamente con lo que el nivel de oxígeno también desciende provocando que los peces corran el riesgo de morir.

3.3- Retirada de muertos

Diariamente a primera hora de la mañana se revisa tanque por tanque recogiendo todos los peces muertos y anotándolos en una tabla para que el responsable de salud evalúe los datos de manera que pueda determinar si hay algún problema en los tanques. Una vez que se detecta que hay algún individuo que retirar se recoge con el salabre y se deja de forma visible fuera del tanque, después se pasa con la carretilla elevadora con un depósito que contiene una mezcla de hipoclorito y agua y varios cubos en los que se van depositando los peces muertos. Para su correcto procesamiento los cuerpos se depositan en un contenedor especial para la retirada de animales muertos y se cubren con sal, este contenedor es recogido por una empresa de forma periódica para su correcto tratamiento.



Ilustración 17: tanque de recogida de muertos

3.4- Bajada de niveles

Los lunes y los viernes se sustituye la primera toma de pienso y en su lugar se hace una bajada de niveles en los tanques de toda la planta. El procedimiento consiste en retirar el tubo de desagüe exterior con lo que el tanque se va vaciando ya que la entrada de agua es menor que la salida, esperamos a que el nivel descienda hasta aproximadamente la mitad y lo volvemos a colocar, mientras el nivel baja se aprovecha el tiempo para limpiar las paredes del tanque de algas con una especie de pala plana con la que se rascan las algas adheridas. El objetivo es renovar el agua, eliminar las heces y restos de pienso y mejorar la calidad del agua.

3.5- Clasificación y movimientos de peces

Durante el toda la fase de engorde los peces se clasifican, una o varias veces, para conseguir lotes homogéneos y eliminar del cultivo los individuos de crecimiento muy lento. La clasificación puede ser manual o mediante máquinas clasificadoras específicas para la forma del cuerpo del rodaballo aunque en esta planta no es posible debido al gran tamaño de este tipo de sistemas, por lo que se realiza de forma manual con diferentes formas de procedimiento según el tamaño de los peces.

Nursery

La clasificación de los alevines es totalmente manual, en el tanque se colocan unos separadores que se van cerrando poco a poco para concentrar los peces y que sea más fácil su captura, se dispone una mesa de clasificación en el borde del tanque y con un salabre se van depositando los peces sobre ella. De forma manual se van separando los peces por tamaño, normalmente se separan 3 tallas que se van transfiriendo cada una de ellas en pequeños tanques de plástico que tienen un flujo de agua continuo y que se van llevando hasta sus tanques de destino con carretilla elevadora, donde mediante una puerta presente en el tanque o por volcado se depositan. Hay que tener especial atención



Ilustración 18: alevín de rodaballo

en estas tallas pequeñas y reducir la velocidad de trabajo ya que los peces no soportan bien estar mucho tiempo fuera del agua con lo que se debe proceder de forma delicada.

Preengorde

En esta fase el procedimiento es muy similar, en el tanque se colocan igualmente unos separadores que se aseguran con plomos o bloques de cemento, ya que al ser el tanque más grande con ello evitamos que se mueva por presión de los peces o con la corriente del agua. Entonces se depositan los peces sobre la mesa con la ayuda de un salabre y se separan en dos o tres tallas, dependiendo de la fiabilidad que necesitemos se pueden clasificar a ojo por tamaño



Ilustración 19: operarios en tarea de clasificación de juveniles

o se puede añadir una báscula a la mesa por la que se pasa cada uno de los peces y se separan en este caso por peso. Normalmente se suele realizar con báscula cuando los peces van a ser comercializados ya que la variación en el peso no puede superar el 20%. Las diferentes tallas se transportan en pequeños tanques que tienen agua corriente, mientras se clasifican y en el caso de que alguna de estas tallas se quede en el mismo tanque, se coloca una estructura con una curva por la que se deslizan los peces y caen de nuevo en el tanque en la zona previamente separada para los peces ya clasificados con la ayuda del separador.

Engorde

En este caso el procedimiento varía ligeramente, se coloca también un separador dentro del tanque que nos sirve para además de facilitar la captura de los peces, crear un espacio en el que ir dejando los peces de dicha talla que ya están clasificados. Al igual que en el caso anterior, van volviendo al tanque gracias a la estructura curva que se acopla. La principal diferencia es que al ser los peces más grandes no se suben a la mesa de forma manual, sino que se utiliza un sistema que consiste en una rampa con una cinta transportadora sobre la que se van depositando los peces con un salabre desde dentro del tanque y que los eleva hasta dejarlos caer sobre la mesa



Ilustración 20: máquina elevadora y proceso de clasificación de adultos

clasificatoria. De igual manera podemos clasificarlos a mano o con una báscula acoplada y en dos o tres tallas incluso cuatro si fuese necesario. La forma de transporte es igual que en los dos casos anteriores mediante tinas con flujo de agua continuo que se van llevando al tanque de destino con carretilla elevadora.

3.6- Limpieza

La limpieza y mantenimiento de las instalaciones es fundamental para que todo funcione correctamente, ayuda a mantener el flujo de agua y las condiciones de cultivo adecuadas y a evitar proliferaciones de patógenos.

Tanques

Cuando tienen peces dentro se mantienen las paredes de los mismos lo más limpias posible, para ello se aprovecha el momento en el que se bajan los niveles (lunes y viernes) para rascar con una especie de pala recta las paredes del tanque eliminando algas y moluscos. El tubo de entrada de agua también se limpia de forma habitual en las rondas que se hacen durante el día en aquellos tanques en los que observamos que el flujo de agua no es el correcto ya que eso nos indica que el tubo debe de estar tupido, para desatascarlo se saca el tubo bajante y se sacude contra el fondo del tanque para despegar lo que pueda estar dificultando el paso del agua, además se abre y se cierra la llave del agua varias veces para que con la presión salga toda la suciedad.

Cuando los tanques se vacían se procede a realizar una limpieza exhaustiva primero se vacía de agua completamente y se coloca de nuevo el tubo central, con un cubo de hipoclorito se va frotando por todas las paredes del tanque y el fondo con la ayuda del cepillo para que se eliminen todos los posibles patógenos, se aclara después con abundante agua y si es posible se deja secar unos días para que la limpieza sea completa. Si bien en esta granja en muchas ocasiones no es posible porque uno de los problemas que tiene es que hay un cuello de botella sobre todo en el preengorde debido a la cantidad de tanques necesarios, por ello en esta fase del engorde hay gran cantidad de tanques que cuentan con recubrimiento sobre el cemento que se limpia mucho mejor y tiende a acumular menos patógenos y suciedad.

Difusores de oxígeno

Su limpieza es importante para que el nivel de oxígeno en el tanque sea adecuado, es muy habitual que crezcan sobre la malla que los recubre pequeños moluscos y algas que deben ser retirados raspándolos con la ayuda de una navaja.



Ilustración 21: sistema difusor de oxígeno

Filtros de los hydrotech

Son filtros de tipo tambor con una apertura de malla de 100 micras, tienen unas planchas que se pueden extraer que consisten en un enrejado de plástico cubierto por una malla muy fina, en



Ilustración 22: filtro de tambor tipo Hydrotech con apertura 100 micras

este enrejado crecen todo tipo de moluscos y periódicamente se deben desmontar y limpiar. El procedimiento es una vez desmontadas cada una de las planchas que tienen una medida aproximada de unos 50 x 100 cm se sumergen en una solución de agua e hipoclorito y se deja un tiempo, después con una hidrolimpiadora con la ayuda del agua a presión se elimina toda la suciedad posible fango, algas, moluscos y por último de forma manual se extrae la suciedad de tamaño mayor normalmente balanos, mejillones, pequeñas algas y otros seres vivos.

Líneas de agua

La limpieza de las líneas de agua es una de las tareas más complicadas, en primer lugar por la complejidad de programación y en segundo lugar por los riesgos que conlleva, por lo tanto, se realiza aproximadamente un par de veces al año como mucho, en ocasiones este periodo se extiende más. El principal problema es que cuando se realiza la limpieza todo el resto de tareas quedan paralizadas, de ahí la dificultad a nivel de organización, y lo siguiente es que conlleva el corte de agua de toda la planta lo que supone un perjuicio para los peces a los que les baja el nivel de agua y por lo tanto de oxígeno. Otra dificultad que se debe añadir es que debe ser lo más rápida posible para evitar sufrimiento en los peces.

La limpieza consiste en varios pasos: primero se cierra el agua para perder presión, aunque no del todo, se introduce un cabo con una boya en un extremo de la línea hasta que sale por el otro extremo, cerramos entonces el agua y se sustituye la boya por una estructura metálica en forma de pelota, cuyo diámetro debe ser el mismo que la tubería que estamos limpiando. Entonces se desliza de manera que al ir tirando de la cuerda se va arrancando toda la suciedad que está pegada por las paredes. Este proceso se va realizando en todas las líneas una a una y cambiando el tamaño de la bola según sea la tubería.

Otra de las complicaciones es que en las líneas grandes que pueden tener un diámetro de unos 60 o 70 cm es mucha la fuerza que hay que hacer por lo que es necesario disponer de todo el personal posible para poder llevarlo a cabo.



Ilustración 23: izquierda bolas de limpieza de las líneas pequeñas, derecha bola de limpieza de la línea principal, diámetro de unos 80 cm

Durante todo el tiempo que se mantenga el agua cortada se destinan un par de personas al menos que se encargan de ir verificando el estado de los peces de los tanques, en los que se vea que están sufriendo (que se detecta porque los peces comienzan a nadar activamente por la superficie) se incluye un difusor de oxígeno extra.

3.7- Mantenimiento de instalaciones

Tanques y lonas

La cubierta de los tanques está formada por tubos metálicos que forman una cúpula sobre la que se cose una lona que protege a los peces, esta estructura al estar tan cerca del mar sufre desgaste y corrosión por lo que en algunas ocasiones los tubos deben ser sustituidos. La lona además con las inclemencias del tiempo viento sol y salitre también sufre roturas y debe ser sustituida. Una vez que se elimina la parte que esta estropeada se ensambla con tornillos la nueva estructura y se coloca una nueva lona que se va recortando y cosiendo a medida a la estructura con una cuerda resistente y una aguja semicircular que facilita la labor. En algunas ocasiones si solo hay rotura de la lona se realiza una reparación en lugar de sustituirla por completo.

Difusores de oxígeno

Estos dispositivos constan de un tubo de goma con una llave de plástico que permite abrir o cerrar el flujo de oxígeno y que está conectado a unas pequeñas bolsas de malla alargadas con topes al final y una barra metálica interior. La malla tiene un poro muy fino y es lo que hace de difusor y la vara metálica lo que hace es proporcionarle peso para que el difusor vaya al fondo del tanque. Estas estructuras pueden tener las llaves, los topes o los conectores entre las diferentes partes deteriorados o la malla puede tener roturas con lo que la difusión no va a ser correcta, en ese caso se sustituye el difusor por uno nuevo y se repara el que se retira con nuevas llaves y conectores y malla nueva. Periódicamente se deben revisar todos los difusores de los tanques y sustituir o reparar los que lo necesiten.

Elementos auxiliares de los tanques

Los cepillos, salabres y separadores deben ser revisados y reparados o sustituidos. Los cepillos suelen tener el mango de madera que puede romperse o desgastarse el cabezal de púas ambos deben ser sustituidos cuando lo necesiten, el mango de madera se recicla y el cabezal se reutiliza para las labores de limpieza con hipoclorito.

En el caso de los salabres también puede romperse el mango que puede ser de madera o metal y la red puede estar rota, descosida o deteriorada con lo que debemos sustituirla o repararla. Para sustituirla un trozo nuevo de red se cose con hilo de nylon alrededor de la estructura metálica, si esta estructura hay que repararla el departamento de mantenimiento se encarga de ello.

En el caso de los separadores lo habitual es que se rompa el hilo de nylon que une la malla de plástico o que la propia malla esté deteriorada, en cualquier caso se repara con una malla nueva y una costura a mano con el hilo de nylon.

3.8- Control de oxígeno

Aproximadamente una vez al mes recorreremos toda la planta verificando el nivel de oxígeno de todos los tanques, tener en cuenta que las mediciones de oxígeno es una de las tareas que realiza el personal del turno de noche que diariamente controlan los niveles. Adicionalmente en

algunos casos en los que se sospecha que la densidad es elevada se revisa con mayor asiduidad. Éste se mide con un oxímetro manual en el tubo de desagüe de salida y se toma nota en una tabla para su registro. En la zona de nursery y preengorde al tener agua más filtrada pasa por sondas estacionarias que controlan el nivel de oxígeno y están conectadas a un sistema que avisa si es bajo, por lo que no suele ser habitual, pero en los tanques de engorde no tenemos estos sensores razón por la cual se realiza de forma manual. Suele ser preocupante cuando el nivel de oxígeno está por debajo de 4 mg/l.

3.9- Recepción de pienso

Aproximadamente cada 15 días se recibe un pedido de pienso, al llegar se debe marcar cada palé con pintura en spray indicando el tamaño y la fecha de recepción y se coloca en el almacén. Se dejan a mano los palés más antiguos para que se consuman antes y los recientes en la parte superior.

3.10- Vacunación

Los rodaballos no tienen muchas vacunas que se les puedan administrar, en este caso se les administra en la planta de engorde una única dosis de la autovacuna para *Vibrio anguillarum* y *Tenacibaculum maritimum* que debe ser autorizada por el veterinario de la planta. Se les debe administrar con un tamaño de unos 40 g, no más de 50 g para que sea efectiva y evitemos el desarrollo de estas enfermedades. El método de vacunación al ser una gran cantidad de peces porque se vacuna toda la generación debe ser lo más rápido posible. Consiste en la administración intraperitoneal de la dosis de autovacuna recomendada por el fabricante para ello se utiliza una pistola de vacunación que cuenta con una pequeña aguja y conectada a un gotero donde se coloca la botella de autovacuna. Se colocan las mesas de clasificación dentro del tanque en el que previamente hemos colocado un separador que nos va a ayudar a dividir los peces que ya están vacunados de los que no, y se van colocando alevines con un salabre sobre la mesa, de uno en uno con dos personas por mesa se van cogiendo los peces colocándolos con la cara dorsal hacia arriba y la boca hacia nosotros, y en la cavidad peritoneal introducimos la aguja y pulsamos la pistola calibrada con la dosis exacta y entonces devolvemos el pez al tanque. Esta vacunación se realizó en el mes de noviembre durante dos jornadas de trabajo contando con 4 personas y 4 pistolas para ello, aproximadamente se vacunaron unos 70000 alevines que corresponden a una generación. Todo el material de vacunación debe estar previamente y posteriormente esterilizado.



Ilustración 24: vacuna utilizada en la planta

3.11- Recepción de alevines

Aproximadamente cada 3 meses se recibe un nuevo lote de alevines en la planta vienen lotes de alrededor de 70000 peces de la planta de Cervo donde pasan una parte de su desarrollo después de haber salido de la hatchery. El tamaño suele ser de unos 5cm y 10 gramos aproximadamente. Unos días antes de la recepción se preparan al menos 12 tanques en la nursery que deben quedar vacíos para alojar a los nuevos residentes, deben limpiarse a fondo y llenarlos de agua para el día de la recepción. Para el transporte se utiliza un camión con un remolque adaptado que cuenta con 12 pequeños compartimentos con compuertas, a estas se les acopla un tubo flexible por donde se van a deslizar los alevines de cada compartimento hasta un pequeño tanque que se transporta mediante carretilla elevadora hasta su tanque de destino en la nursery.



Ilustración 25: alevines nadando en el tanque a su llegada a la planta

3.12- Tratamientos

Agua dulce

Se realiza cuando se ha diagnosticado la presencia de amebas por el responsable de salud de la planta, en este caso se propone el tratamiento con agua dulce, el procedimiento es bastante simple se vacía el agua del tanque lo máximo posible, se cierra colocando un tubo central sin orificios y se llena con agua dulce (es agua de la traída que se almacena en un depósito y se neutraliza con tiosulfato) hasta que la salinidad del agua baje. Ésta se mide con un densímetro manual de cristal, cuanto más rápido sea el choque de salinidad más efectivo será el tratamiento, se mantiene tanto tiempo como aguanten los peces. Se deben incorporar al tanque todos los elementos, el cepillo, el salabre y el tubo de desagüe del propio tanque para evitar que pueda quedar un reservorio de amebas en alguno de ellos. Además, para ayudar a que los peces soporten el tratamiento se añade un segundo difusor de oxígeno y se coloca una bomba para que haya circulación del agua. Durante el tiempo del tratamiento debemos vigilar el tanque para verificar que los peces están bien. Una vez pasado el tiempo se abre la entrada de agua y se coloca el tubo de desagüe de nuevo. Pasados dos días se repite la parasitología para verificar que el tratamiento haya sido efectivo.

Aquacén

Se utiliza una dilución de aquacén que se administra durante 10 días aproximadamente una vez al mes con el fin de evitar crecimientos de patógenos tanto en los tanques como en las líneas de agua. Se utiliza AQUACEN FORMALDEHIDO 380 mg/ml una dilución de 250 ml por cada 1000 l de agua.



Ilustración 26: bidón comercial de aquacén

3.13- Despesques

Para comercializar los individuos que alcanzan el tamaño de pesca debemos sacrificarlos y enviarlos a la planta de procesado. Al igual que para la clasificación colocamos un separador dentro del tanque con el objetivo de poder atrapar los peces con facilidad. Se colocan unos pequeños tanques de plástico fuera del tanque que contiene una mezcla de hielo y agua donde vamos metiendo los peces con ayuda del salabre. Normalmente se deben contar los peces para



Ilustración 27: proceso de despesque, tinas preparadas para ventas



Ilustración 28: tina lista para enviar a planta de procesado

evitar que la densidad sea demasiado alta ya que en ese caso se rozan unos con otros y pierden calidad para su venta, así como para llevar un control de la cantidad de kilos que se van a comercializar.

Con el choque térmico, en unos minutos los peces mueren, entonces se vacía el agua de los tanques y se retira el exceso de hielo superior, se coloca la tapa y se etiquetan con la hora de inicio y fin del despesque, la fecha y la talla a la que corresponden. La primera talla de venta se inicia en 500 g hasta los 4.5-5kg, aunque lo más habitual es entre 1.5-2 kg. En la tabla se muestra las diferentes tallas y rangos de peso que maneja la empresa.

Tallas y rangos de la clasificadora de empaque RODABALLO
Fecha: 27/02013

Talla - clasificadora	Rango	
	Inferior	Superior
0,3-0,4	0,3	0,41
0,5	0,41	0,61
0,6-0,8	0,61	0,81
0,8-1,0	0,81	1,02
1,0	1,0	1,2
1,0-1,5	1,02	1,52
1,5-2,0	1,52	2,03
1,8-2,0	1,82	2,03
2,0-2,5	2,03	2,53
2,5-3,0	2,53	3,04
3,0-4,0	3,04	4,05
4,0-5,0	4,05	5,06
5,0-6,0	5,06	6,07
+6	6,07	10

Ilustración 29: tabla con las distintas tallas de venta que se manejan en la planta

3.14- Pesada mensual

A final de cada mes se hace una pesada de todos los tanques, se pesa un 5% aproximadamente de los peces que hay en cada tanque. Para ello se usa una báscula móvil que está conectada con una estructura metálica compuesta por una rampa donde se colocan los peces después de despesarlos y se van contando, los tamaños pequeños se suelen contar de una vez y se vuelcan de nuevo en el tanque pero para los tamaños grandes se hacen varias pesadas que después se suman dando el total. Obtenemos de esa manera el peso medio del tanque.

3.15- CV

Cuando tenemos dudas sobre la variación del peso de los peces de un tanque lo que hacemos es tomar el peso de 50 individuos, uno por uno, de esta manera podemos determinar si el coeficiente de variación del peso sobrepasa el 20%. Normalmente se usa en tanques que no han sido clasificados recientemente y que se van a poner en venta.

4. Actividades Dentro del Departamento de Salud

De forma excepcional tuve la oportunidad de tomar parte en las tareas del departamento de salud de la planta los días que el responsable estaba en Quilmas, normalmente dos días a la semana.

El departamento de salud tiene como función principal el mantenimiento de los peces en condiciones óptimas de cultivo evitando enfermedades que puedan suponer un problema para el crecimiento y la supervivencia de los individuos.

Con el fin de evitar patologías lo que se procura es llevar a cabo un plan de prevención de enfermedades o la detección precoz de las mismas para poder atajar el problema lo antes posible. Para ello se lleva a cabo diariamente un control exhaustivo de la mortalidad de los peces en los tanques, se registran los individuos muertos en una tabla que se revisa por el responsable de salud de forma semanal, en esta tabla se anota además de la cantidad de peces muertos por tanque las características que se observan (si se observan) como boca roja, musculatura hinchada, úlceras...

4.1- Revisión rutinaria

Se realiza una inspección visual de todos los tanques de la granja de forma mensual, atendiendo a posibles alteraciones como puede ser respiración forzada, natación errática, comportamientos anormales o lesiones como espículas erosionadas o hemorrágicas, inflamación, úlceras, aletas deshilachadas, falta de apetito... a partir de aquí se determina si es necesario hacer análisis de alguno de los tanques.

4.2- Parasitologías

Hay varios tipos de parasitologías según el objetivo o el motivo por el que la vayamos a realizar:

Parasitologías rutinarias: de forma habitual se programan en la planta parasitologías in vivo de los peces, lo normal es que se realice un análisis de todo un lote. En este tipo de análisis se toma muestra de tres peces escogidos al azar por cada tanque.

Parasitologías dirigidas: si hay tanques en los que se observan síntomas como puede ser respiración forzada o manchas algodonosas en la cabeza (es un signo de amebiasis en estado avanzado), en este caso el muestreo no es aleatorio sino que está dirigido y vamos a tomar muestras de los peces afectados.

El procedimiento en ambos casos consta de un raspado de piel y branquias de tres ejemplares. Se extraen de uno en uno los peces fuera del tanque y se les realiza un raspado de piel con ayuda de una espátula metálica, si presenta mancha algodonosa suele estar situada en la cabeza detrás

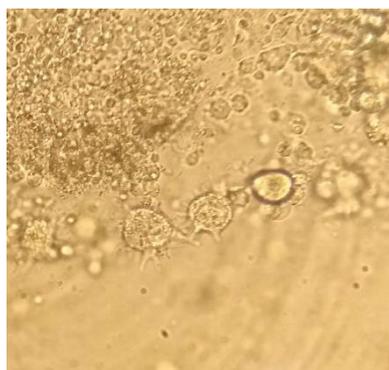
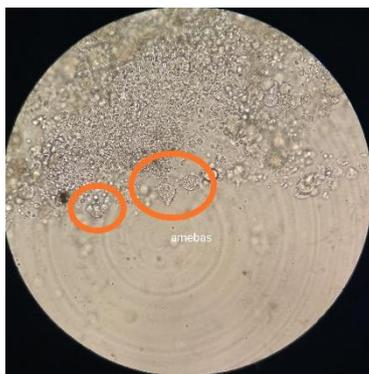
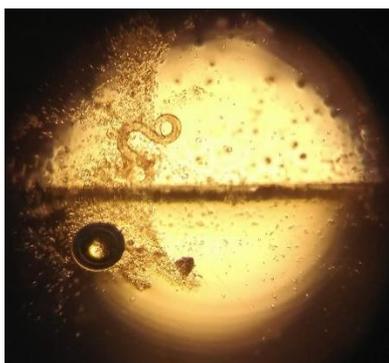
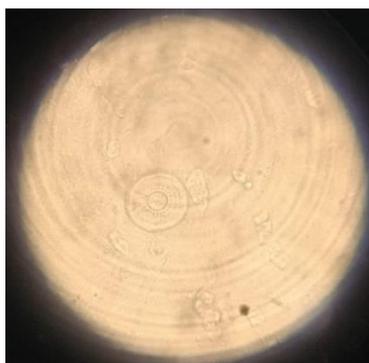


Ilustración 30: arriba fotografías al microscopio de amebas en piel, derecha en detalle donde podemos ver los pseudópodos característicos de estos microorganismos.



Abajo izquierda Trichodina sp.; abajo derecha nematodo localizado en una de las parasitologías.

de los ojos, se raspa parte de esta mucosa y se coloca en un porta con un cubre, si no presenta mancha se raspa por debajo de la aleta pectoral. El raspado de branquias debe ser más delicado para no dañar al pez, se realiza con una espátula de plástico, raspamos varias veces por las laminillas branquiales y recogemos la muestra que de igual forma se coloca en un porta. Los peces vuelven al tanque y entre cada tanque de los que hacemos parasitología debemos limpiar bien con alcohol el material y las manos para evitar posibles contaminaciones entre tanques. Posteriormente en el laboratorio se observan las muestras al microscopio lo habitual que podemos encontrar en este tipo de examen in vivo es amebas (*Neoparaeomeba perurans*), tanto en branquias como en piel o en algunos casos de herpesvirus podemos ver únicamente la fase de células gigantes debido a que el resto de fases son demasiado pequeñas como para verlas al microscopio óptico. En algunas muestras podemos ver otro tipo de parásitos como *Trichodina sp.*, nemátodos y algunos parásitos euplontes pero no suponen un problema para el cultivo debido a su baja cantidad.

4.3- Necropsias

En este caso el análisis requiere del sacrificio del pez. Puede ser que haya muerto recientemente o que en el caso de que en el tanque haya una preocupación por mortalidad sacrifiquemos algún individuo que no presente buen aspecto.

Peces vivos con síntomas y peces muertos recientemente

- Sacrificamos al pez si está vivo y observamos si presenta alteraciones externas.
- Examinamos las branquias, deben estar oscuras, si están pálidas significa que lleva demasiado tiempo muerto.
- Hacemos raspado de piel y branquias igual que en las parasitologías de peces vivos y observamos al microscopio.
- En peces vivos si presentan heridas o espículas erosionadas se realiza una siembra de muestra que se recoge en el borde de la úlcera y se siembra en medio solido TSA y FMM.



Ilustración 3271: ejemplares de juveniles con espículas erosionadas y hemorrágicas

Una vez realizada la revisión externa se realiza la apertura de la cavidad peritoneal:

Sacamos todos los órganos prestando atención a su tamaño y color habituales fijándonos si hay alguna alteración. Se hace de forma rutinaria una siembra bacteriológica de riñón en TSA, y si sospechamos de alguna enfermedad en concreto:

- Microsporidiasis: debe tener el cuerpo muy inflamado y la musculatura ha perdido su aspecto habitual con paquetes musculares, presenta unos puntos blanquecinos y al observar una pequeña muestra de músculo al microscopio podemos ver unas pequeñas estructuras con forma de bellota que son los microsporidios. No tiene tratamiento pero suele ser muy puntual.
- Escuticociliatosis: si sospechamos de la presencia de ciliado histófago suele estar en el cerebro tomamos muestra de este órgano y se observa al microscopio donde podemos ver a los ciliados. Al ser un parásito interno no tiene tratamiento posible se intenta contener la infección y si están en talla de venta se comercializan lo antes posible ya que no provocan ningún tipo de riesgo para el consumidor.
- Enteromixosis: provocada por mixosporidios se sospecha de ellos cuando encontramos algún ejemplar con la cabeza abultada que es el resultado de la inanición del pez, está tan delgado que sobresale la cresta ósea de la cabeza. Es una afección que altera el intestino y los divertículos. Tampoco tiene tratamiento pero en esta planta no supone un problema ya que la mortalidad es puntual. En este caso abrimos el recto y los divertículos para observar alteraciones.
- Herpesvirus: es muy poco habitual se sospecha cuando vemos peces que tienen comportamientos anormales se frota contra las paredes del tanque y podemos detectar al microscopio la fase de células gigantes.



Ilustración 32: ejemplares preparados para realizar la necropsia derecha órganos internos de uno de los individuos con aspecto normal.

En cualquiera de estos casos si la mortalidad es muy preocupante se toman muestras para realizar análisis histológicos y virológicos que se envían a laboratorios externos.

Análisis histológicos: las muestras siempre deben ser de peces vivos, si tienen respiración forzada se envía muestra del segundo arco branquial de tres peces y de uno de ellos las siguientes muestras: un trozo de piel y músculo, el bazo, intestino abierto de forma longitudinal con el estómago, parte del hígado, encéfalo, corazón y parte del riñón anterior, todo ello en un recipiente hermético con formol tamponado.

Análisis virológicos: se envía en un recipiente con formol el encéfalo, bazo, riñón y corazón.

Reproductores

En algunos casos mueren reproductores, estos tienen un gran valor para la empresa por lo que se realiza la necropsia para poder determinar el motivo de la muerte y así evitar problemas en el resto. En mi caso participé en la necropsia de dos hembras en época de puesta.

El procedimiento es similar al caso anterior pero con algunas pequeñas diferencias. Primero se identifica al ejemplar, todos llevan una marca realizada con nitrógeno líquido sobre la piel donde



Ilustración 3283: hembra de reproductor y detalle del ovario de dicha hembra que cubre toda la cavidad peritoneal

indica su número identificador, además se procede a la extracción de un chip que lleva incorporado en la musculatura de la parte superior del cuerpo. Se hace parasitología externa de mucus en piel y branquias, normalmente hay gran cantidad de parásitos en este tipo de ejemplares debido a que al estar en puesta sufren un estrés elevado que conlleva una depresión inmunológica. Cortamos un trozo de aleta que sirve para el análisis genético. En los dos casos que analizamos el ovario estaba plenamente desarrollado como se puede apreciar en la imagen y ocupaba la mayor parte de la cavidad peritoneal. Se siembra en TSA de forma rutinaria una muestra de riñón anterior y de ovario. Podemos ver en las imágenes que la presión ha provocado un prolapso intestinal. Ambas hembras murieron a causa del estrés producido por la imposibilidad de desovar originada por la obstrucción del oviducto, en un caso el oviducto no tenía conexión con el exterior y en el otro estaban adheridas las paredes del mismo, esto provocó un infarto y la muerte de los peces. Se revisa también el resto de órganos para verificar si tienen tamaño color y forma habituales.

4.4- Experimento con aquacén

Realizamos un experimento en uno de los tanques donde se observan espículas erosionadas y hemorrágicas con una incidencia severa, en estos casos lo mejor es clasificar el tanque para disminuir la densidad y de esa manera solucionar el problema, pero si no es posible, el tratamiento con aquacén puede mantener a raya la proliferación de patógenos que infecten estas heridas. Una de las vías es mediante los tratamientos generales que se prescriben pero si solo es un tanque o varios en concreto el método que se utilizaba es cerrar el agua del tanque y añadir una determinada cantidad de aquacén, esto tiene el principal inconveniente de que al cerrar el agua del tanque los peces sufren más por la disminución de oxígeno, para evitar este problema realizamos un experimento con un bidón que contiene una mezcla de aquacén y agua con una dilución 1/10, este bidón tiene un grifo que va suministrando un flujo constante de la mezcla al tanque durante 2 horas pero sin cerrar el agua sino que el flujo es constante y abierto con lo que los peces no tendrían problemas de oxígeno. Para controlar que la cantidad de

se le añade una pequeña cantidad de formol que evita la proliferación de bacterias se sella y se almacena en frío. Antes del nuevo uso para el siguiente lote de vacunación se toma una muestra de vacuna y se siembra en TSA para evaluar si hay contaminación y crecimiento de bacterias, en caso de que en 48 horas no haya crecimiento es segura su utilización.

5. Experimento sobre la influencia del ayuno en el peso

5.1- Objetivo

El jefe de planta me plantea el problema relacionado con la merma de los peces que están en ayuno, la normativa indica que los peces que van a ser despescados deben pasar un mínimo de 48 horas en ayuno previamente con el fin de que su intestino este vacío y de esta manera evitar la degradación de la carne, olores no deseados así como mantener las condiciones óptimas de salubridad del pescado debido a la proliferación de bacterias, a causa de esto los peces pasan un mínimo de 2 días en ayuno pero la realidad es que en la mayor parte del tiempo este ayuno se suele prolongar más tiempo en algunos casos con lo que cuantificar ésta pérdida de biomasa resulta muy interesante.

En condiciones normales hay una previsión semanal de ventas con lo que se procede a organizar los tanques que van a ser vendidos pero estas previsiones no siempre son fiables debido a fluctuaciones en el mercado lo que hace que en algunas ocasiones los tanques permanezcan en ayuno más tiempo del deseado. Los jefes de planta estiman que este ayuno prolongado lógicamente produce una merma en los peces pero no han realizado ningún estudio con el fin de cuantificar dicha posible pérdida y verificar si realmente se produce. Hay que destacar que el ayuno no es total sino que la alimentación se reduce al mínimo, es decir, que si el tanque no ha salido como ventas y queda para la semana siguiente se les da la toma de la tarde del viernes y la primera toma des sábado de manera que si salen en ventas el lunes llevarías 48 horas en ayuno de nuevo.

5.2- Metodología

Planteado el problema lo que queremos es cuantificar dicha pérdida para lo que diseñamos un plan de muestreo, este consiste en tomar una muestra en peso de un 5% de los peces que hay en cada tanque que se pone en venta, y posteriormente el día en que se despesca volver a tomar la muestra para ver la diferencia, si un tanque pasa varias semanas en venta tendremos más de un dato así como si no se vende todo el tanque entero, es decir, si se vende una parte de un tanque que está en venta de la parte restante seguiremos tomando muestras hasta que se finalice siempre respetando la muestra representativa del 5% de los peces que hay en cada tanque.

En condiciones normales este planteamiento hubiera sido válido, el problema fue que debido a la situación actual el mercado ha tenido durante este tiempo fluctuaciones muy acusadas con lo que en algunos casos teníamos datos de un mismo tanque que se muestreaba incluso dos o tres veces en una misma semana, estos datos no aportan gran información ya que las diferencias de peso que se ven en estos muestreos no son relevantes, por este motivo decidimos hacer un cambio en la forma de muestreo y hacer una pesada inicial cuando se pone en venta el tanque y sobre ese mismo en caso de que no se haya vendido hacer una pesada semanal para que pudiera ser más relevante.

Para la toma de muestras dependiendo de la cantidad de peces y de la talla de los mismos pesamos con la ayuda de una báscula portátil que dispone de una estructura en forma de cajón donde metemos los peces que se despescan y se deslizan por una rampa desde el tanque. Si la

talla es grande o la cantidad de peces es muy alta hacemos varias pesadas ya que para devolverlos al tanque debemos coger el cajón con los peces y devolverlos a su tanque.



Ilustración 35: báscula para toma de muestras en el estudio del ayuno

5.3- Datos

Los datos se recogen en una tabla y se registran durante todo el periodo en un cuaderno, a partir de ahí sacamos el peso medio y con esto realizamos una tabla para cada tanque de la cual sacamos un gráfico de barras que nos muestre la evolución del peso de cada uno de ellos en referencia a los días totales que ha estado en ayuno.

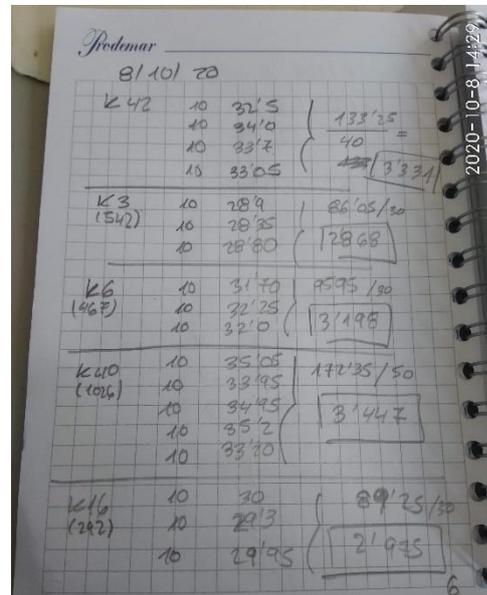
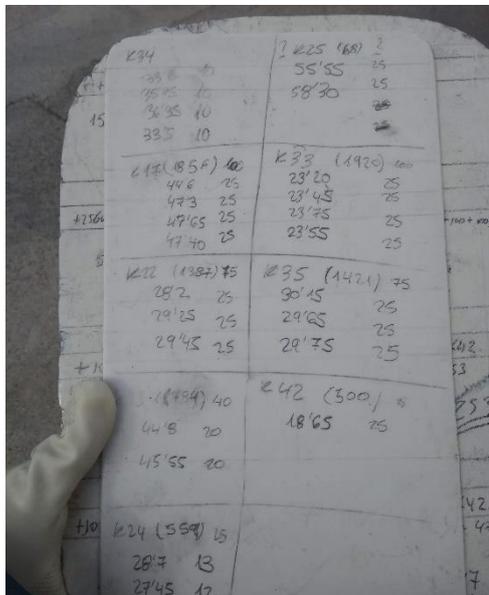


Ilustración 3306: ejemplo de toma de datos del estudio sobre el ayuno

5.4- Resultados y conclusiones

Tanque	FECHA INICIAL	FECHA FINAL	Días ayuno	en kg inicial	kg final	diferencia en kg
I11	04/12/2020		0	0,58		
I13	25/09/2020	29/09/2020	4	0,365	0,358	0,007
I14	02/11/2020		0	0,365		
I19	25/09/2020	02/10/2020	7	0,505	0,498	0,007
I29	13/11/2020	27/11/2020	14	0,505	0,48	0,025
I30	20/11/2020	02/12/2020	12	0,533	0,51	0,023
K3	25/09/2020	02/11/2020	38	3,495	2,89	0,605
K6	09/10/2020	13/10/2020	5	3,198	3,193	0,005
K9	06/11/2020	16/12/2020	40	2,16	2,47	-0,31
K11	06/11/2020	20/11/2020	15	2,201	2,243	-0,042
"	04/12/2020	16/12/2020	12	1,694	1,67	0,024
K13	20/11/2020	04/12/2020	14	2,241	2,28	-0,039
K14	04/12/2020	20/12/2020	16	2,941	2,902	0,039
K15	02/10/2020	07/10/2020	5	1,268	1,138	0,13
K16	25/09/2020	01/10/2020	6	1,346	1,356	-0,01
"	09/10/2020	16/10/2020	7	2,975	3,17	-0,195
"	04/12/2020	26/12/2020	22	3,592	3,515	0,077
K17	16/10/2020	29/10/2020	13	1,87	1,81	0,06
K20	07/10/2020		0	1,368		
K21	21/10/2020	12/11/2020	22	3,408	3,345	0,063
K22	15/10/2020	13/11/2020	30	1,159	1,358	-0,199
K23	15/10/2020		0	2,258		0
K24	25/09/2020	15/10/2020	20	2,877	2,246	0,631
K27	25/09/2020	01/10/2020	6	1,712	1,783	-0,071
"	27/11/2020	02/12/2020	5	1,789	1,826	-0,037
K29	04/12/2020	11/12/2020	7	1,43	1,342	0,088
K31	20/11/2020	28/12/2020	38	1,201	1,126	0,075
K33	15/10/2020	06/11/2020	22	0,94	1,003	-0,063
K34	08/10/2020	15/10/2020	7	3,406	3,48	-0,074
"	16/10/2020	20/12/2020	65	2,808	2,76	0,048
K35	02/10/2020	07/10/2020	5	3,669	3,426	0,243
"	15/10/2020	12/11/2020	28	1,194	1,399	-0,205
K36	05/11/2020		0	1,34		
K37	04/11/2020	05/11/2020	1	1,312	1,324	-0,012
K38	04/12/2020	20/12/2020	16	1,743	1,715	0,028
K39	04/12/2020	28/12/2020	24	1,47	1,415	0,055
K40	08/10/2020	30/10/2020	22	3,447	3,413	0,034
K41	20/11/2020	27/11/2020	7	1,236	1,208	0,028
K42	02/10/2020	08/10/2020	6	3,411	3,331	0,08
"	09/10/2020	29/10/2020	20	0,755	0,809	-0,054
K44	04/12/2020	11/12/2020	8	1,797	1,735	0,062

J1	21/10/2020	27/11/2020	37	3,381	3,245	0,136
J2	29/10/2020	02/12/2020	35	3,627	3,413	0,214
J23	29/10/2020		0	3,43		
J35	04/12/2020	20/12/2020	16	1,816	1,795	0,021
J36	04/12/2020	20/12/2020	16	1,824	1,809	0,015

Ilustración 37: tabla de datos recogidos durante el estudio del ayuno

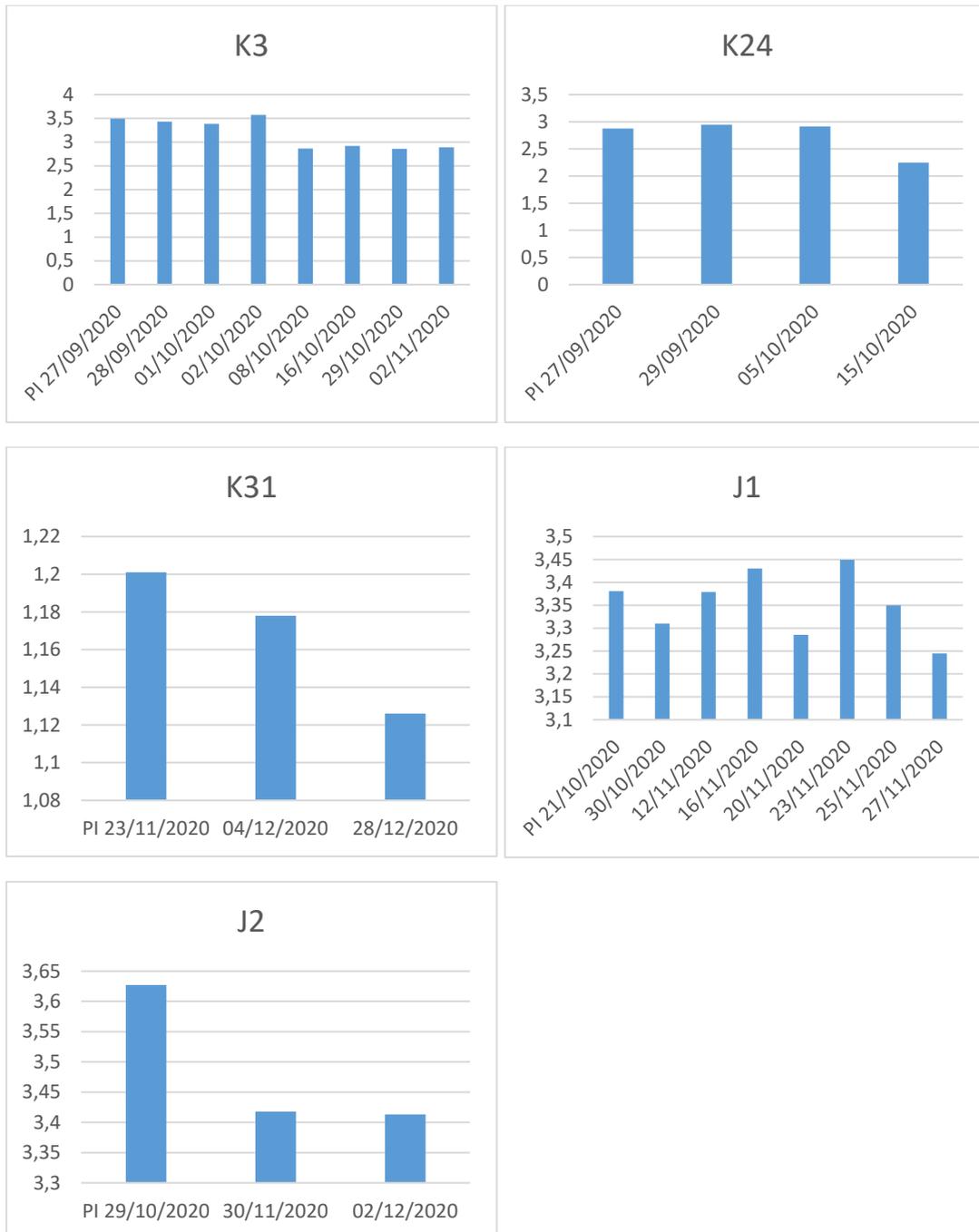


Ilustración 38: gráficos de barras de los tanques en los que se ve una mayor pérdida de biomasa

Como se esperaba se aprecia una ligera pérdida de peso cuando el ayuno es prolongado sin embargo sorprendentemente cuando se somete los peces a un ayuno de unos pocos días, por un periodo desde 4 a 20 días las diferencias en peso no son apreciables y se puede observar una cierta estabilización del mismo ya que las diferencias podemos atribuir las al propio muestreo. Podemos concluir entonces que el ayuno afecta negativamente a todos los peces porque aunque no apreciemos grandes variaciones en peso sí que vemos que éste se estabiliza con ayunos cortos, cuando en condiciones normales de alimentación la curva de crecimiento siempre debería ser positiva, por lo tanto hay pérdida de crecimiento y en el caso de ayunos prolongados vemos que hay pérdida de biomasa a la que además debemos sumarle la pérdida de crecimiento.

En la tabla vemos los datos recogidos donde se muestra la cantidad de días en ayuno y la diferencia de peso resaltado en rojo están los datos que no están completos, en amarillo los datos que no son concluyentes debido a que el tiempo de ayuno es muy corto y/o a que la diferencia de peso es menor de 75 gramos que es lo que estimamos como error del propio muestreo. Vemos finalmente lo tanto resaltado en color verde los datos que nos indican un cambio de peso más acusado, según esto podemos decir que:

- Los peces de mayor tamaño con talla 2-3 kg y 3-4 kg con un ayuno prolongado de 33 días de media tienen una pérdida media de 332 gramos.
- Los individuos de talla media en la mayor parte de los casos mantienen su peso estable e incluso en dos casos destacados en blanco éste aumenta unos 200 gramos en 29 días, con lo que podemos decir que en esta talla el ayuno afecta en mucha menor medida.
- El resto de datos no son del todo concluyentes, estamos hablando de diferencias de peso de 40-50 gramos en muchos de ellos con lo que pueden deberse a la propia dispersión del tanque, por todo esto para poder determinar de forma fiable la pérdida de biomasa deberíamos repetir el análisis contando con más datos y con un buen diseño de muestreo desde el inicio.

Esto puede no parecer relevante ya que no contamos con gran cantidad de datos pero los resultados de los tanques resaltados en verde que reflejan una pérdida media de unos 300 gramos por pez en un mes si calculamos la pérdida en un tanque donde hay una media de 1000 peces dependiendo del tamaño tenemos una pérdida total en ese tanque de 300 kg a los que hay que sumarle la ausencia de crecimiento que habrían tenido durante ese mes en ausencia de ayuno, en pocos tanques en una granja como Quilmas puede parecer poco pero si lo extrapolamos a las pérdidas en todo el año y teniendo en cuenta la capacidad de producción de todas las granjas de la empresa las pérdidas anuales con estos datos se estiman en toneladas.

Conclusiones finales

Como valoración final de las prácticas llevadas a cabo en esta empresa, cabe destacar que, aunque la plaza originalmente era para hatchery y finalmente ha sido en engorde, debido a la normativa de la dirección de la empresa a causa de la situación actual, la experiencia ha sido muy positiva. Dentro de la parte de producción he tenido la oportunidad de ver desde cerca el funcionamiento a nivel industrial del engorde de rodaballo, a este nivel he aprendido sobre aspectos como son: funcionamiento de la empresa, distribución de los individuos, gestión de los lotes, manejo de los peces, distribución de tareas, problemas que surgen y soluciones que se plantean, procedimientos y normativas, rutinas... esto me permite tener ahora una visión mucho más global que la que he podido adquirir a lo largo del máster. Por otro lado dentro de mi experiencia en el departamento de salud he podido ver la importancia del mantenimiento de unas buenas condiciones de cultivo y saber cómo se planifica el control de patologías con todas las tareas que conlleva. Por último he podido conocer en primera persona la calidad de pescado que se produce y las ventajas que tiene su producción.

Agradecimientos

A Francisco Casais Cambeiro, jefe de planta de Stolt Sea Farm - Quilmas por toda su ayuda y hacer que mi estancia en la empresa haya sido tan gratificante, muchísimas gracias.

A todos mis compañeros: Ángel, Jose, Jose Ramón, Juan Carlos, Juan Fernando, Rubio, Rafa, Román, Triki y Víctor; gracias a todos y cada uno de vosotros por el trato recibido, me he sentido como en casa.

A Manu de salud por darme la oportunidad de aprender todo lo que me ha enseñado y la paciencia que ha tenido.

A Noelia por su compañía y las risas que nos hemos echado, no hubiera sido lo mismo sin ti.

A los profesores del máster por hacerlo fácil en una época tan difícil.

A mis padres y mis hermanos gracias a quienes, soy quien soy y hacia quienes solo puedo expresar mi más sincero agradecimiento por ayudarme en todo siempre

Y

A ti César, mi compañero de vida, porque sin ti todo esto nunca hubiera sido posible, por el apoyo, los ánimos, la paciencia y por un millón de cosas más, gracias de corazón.

Referencias

- Jacumar. (2017). RODABALLO <https://www.mapa.gob.es/app/jacumar/especies/Documentos/Rodaballo.pdf>
- La acuicultura en España. (2020). Apromar.
- *Psetta máxima*. FAO http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Psetta_maxima/es Recuperado en diciembre 2020.
- Rodríguez, J.L. (2011). Cuadernos de acuicultura Cultivo del rodaballo. <https://www.observatorioacuicultura.es/> Recuperado en diciembre 2020.
- Stolt Sea Farm. (2020). <https://www.prodemar.es/> Recuperado en diciembre 2020.
- Stolt-Nielsen. <https://www.stolt-nielsen.com/en/> Recuperado en diciembre 2020.

Imágenes

- Hydrotech. <https://www.hydrotech.se/> Recuperado en enero 2021.
- Skretting. <https://www.skretting.com/> Recuperado en enero 2021.
- Contenedor de cadáveres <https://image.jimcdn.com/app/cms/image/transf/none/path/s572d023c109a0541/image/i9992a08f05098d0a/version/1476714229/image.png> Recuperado en enero 2021.