



Prácticas en empresa

L'aquàrium de Barcelona

Trabajo Fin de Máster Interuniversitario de Acuicultura

2017-2019

Julia Gil Molinero

ÍNDICE

1.	Introducción	1
	Definición.....	1
	Localización	1
	Historia de la entidad.....	1
2.	Instalaciones.....	2
	Planta 0.....	2
	Planta -1.....	3
	Planta 1	4
	Filtros	5
3.	Tareas diarias	6
	Preparación dietas	8
	1ª Toma Galerías	8
	Tomas Cuarentena.....	10
	Tratamientos.....	11
	Aclimatación	13
	Mantenimiento de los acuarios.....	14
	Granja de corales.....	15
4.	Tareas no realizadas diariamente	21
	Cultivos auxiliares.....	21
	Parámetros de agua.....	22
	Necropsias	24
5.	Conclusiones	25
6.	Agradecimientos	26
	Bibliografía.....	27

1. Introducción

Definición

La acuicultura es la cría de peces, moluscos, crustáceos y plantas donde existe una intervención humana que mediante distintas técnicas logra incrementar la producción. Esta actividad varía mucho según el lugar donde se esté cultivando desde estanques de agua salada, piscicultura de agua dulce en arrozales, jaulas en las costas entre otros (Acuicultura: principales conceptos y definiciones, 2003). Dentro de la acuicultura existe una rama denominada acuariofilia, de la cual forman parte los acuarios, y hace referencia a la cría y mantenimiento de especies acuáticas en un acuario bajo unas condiciones y parámetros controlados. Sin tener como finalidad la venta para el consumo humano sino que es una actividad con un objetivo de conservación, investigación y educación.

Esta rama de la acuicultura presenta una tasa de crecimiento del 14% a nivel mundial desde mediados de los años 80. (La acuicultura ornamental como actividad que genera prosperidad económica, 2015) Se considera que un 90% de los peces ornamentales de agua dulce que se comercializan proceden de acuicultura mientras que el 95% de los organismos ornamentales marinos proceden de captura. (Acuicultura ornamental, queda todavía mucho margen para crecer, 2015). Lo que significa que aún hay mucho margen de mejora.

Localización

El Acuario de Barcelona se encuentra al Noreste de la Península Ibérica en la ciudad de Barcelona, en Moll d'Espanya del Port Vell (Figura 1.)

Historia de la entidad

El acuario de Barcelona fue fundado en 1995 contando con 20 acuarios y el gran túnel que sigue formando parte de las instalaciones a día de hoy (La Digital, 1995). En estos 24 años las instalaciones se han ido modernizando y se siguen exponiendo numerosas especies tropicales, mediterráneas y de agua dulce así como una pingüinera. Se trata del único acuario de Cataluña y se encuentra entre los mejores de temática Mediterránea del mundo. Colocándose

en cuarto lugar en el “Ranking de visitantes a sitios de interés” de la ciudad de Barcelona en 2017 (Ranking de visitantes a sitios de interés, 2013-2017). Forma parte del grupo AsproParks que es uno de los mayores operadores de parques y centros de ocio en Europa. Cuenta con parques acuáticos, parques de atracciones, zoológicos y acuarios; los cuales se reparten en España, Francia y Reino Unido (Acuarios-AsproParks).

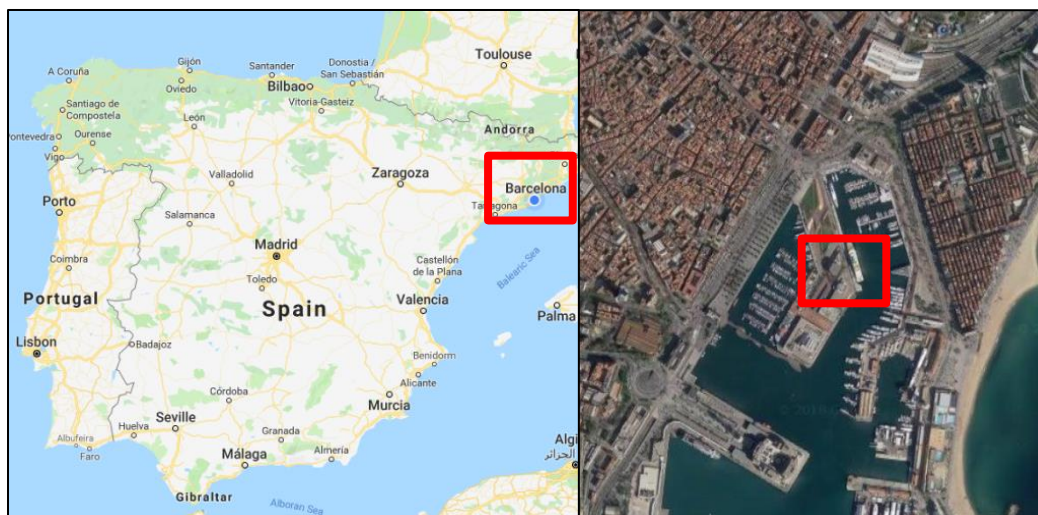


Figura 1. Localización L'aquàrium de Barcelona. Fuente: Google Maps

2. Instalaciones

Planta 0

La planta 0, se encuentra a nivel de la calle; la mayor parte de la extensión de esta planta está cubierta por el área técnica, donde se encuentran las oficinas, comedor, vestuarios, zona de acceso al oceanario, zona de acceso al acuario “3-Delta del Ebro”, cocina y la cuarentena.

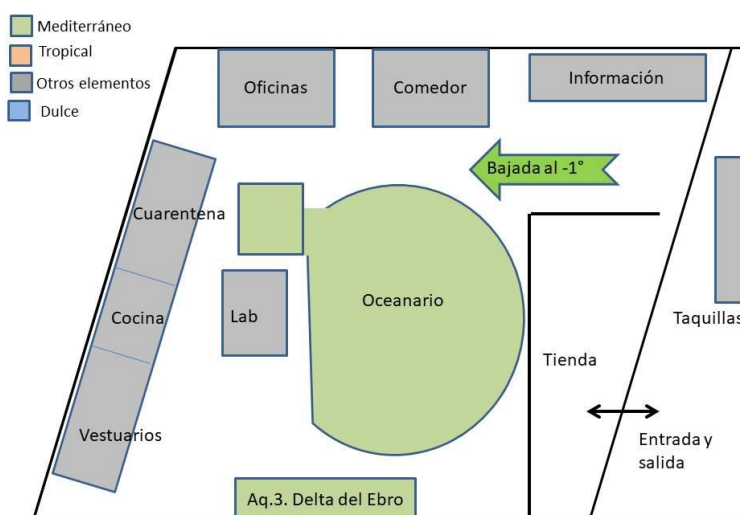


Figura 2. Planta 0 de acceso al acuario.

Planta 0: Cuarentena

La cuarentena es el lugar donde se realizan los tratamientos a los animales enfermos y se hace la recepción de los nuevos organismos. De la misma manera que en las galerías se distribuye en tanques de agua mediterránea, tropical y dulce (Figura 3.).

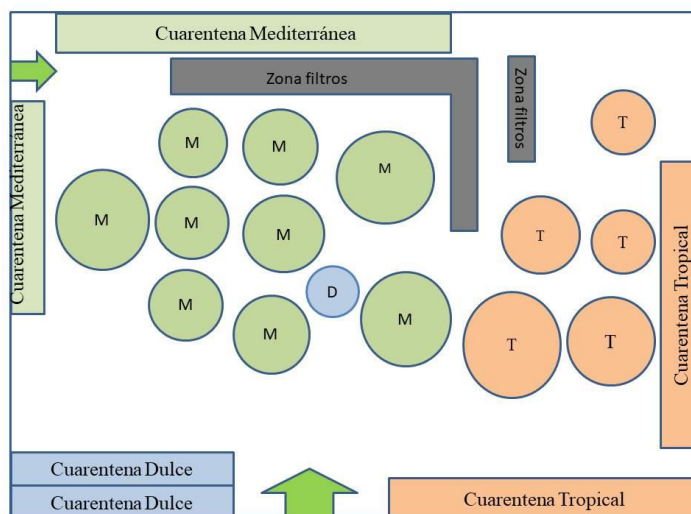


Figura 3. Plano cuarentena donde M: Mediterráneo; T: Tropical; D: Dulce.

Planta -1

La visita del acuario comienza en esta planta (Figura 4.), donde el visitante comienza inmerso en una serie de acuarios de temática Mediterránea (Tabla I: 1 al 11) seguidos de una serie de acuarios tropicales (Tabla I: 12 al 17) para posteriormente continuar paseando por el gran túnel del oceanario (Tabla I: 18) y acabar el recorrido de esta planta observando un acuario donde se muestra la diversidad de un atolón tropical (Tabla I: 21).

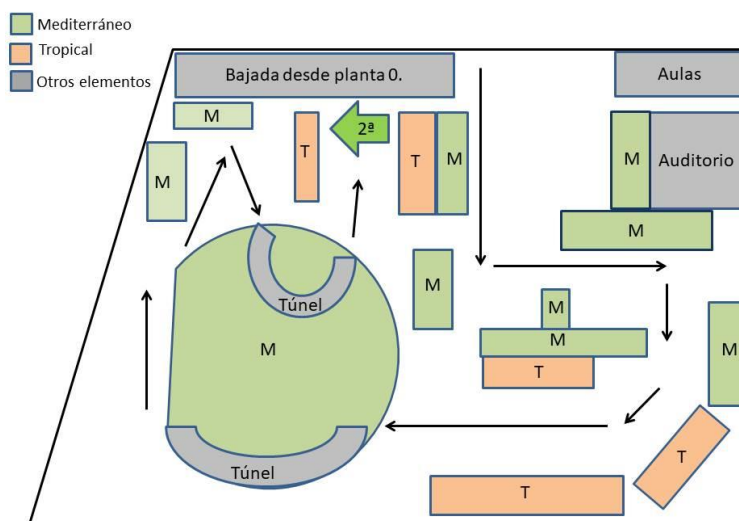


Figura 4. Planta -1. Acuarios de exposición. Donde M: Mediterráneo; T: Tropical. Las flechas indican el recorrido del acuario.

Tabla I.Planta -1. Acuarios de agua mediterránea (1-11 & 18-20) acuarios de agua tropical (12-17 & 21)

1-Comunidad de costa rocosa poco profunda	12-Tiburones de aguas tropicales
2-Comunidad de costa arenosa poco profunda	13-Arrecife de coral tropical
3-El delta del Ebro	14-Mar Caribe
4-Comunidad de cuevas y grietas	15-Gran Barrera de Coral Australiana
5-Comunidad de posidonia	16-El mar rojo
6-Los algares de poca profundidad	17-Peces venenosos y agresivos
7-Comunidad precoralígeno	18-Oceanario
8-Comunidad coralígeno	19-Islas Medas
9-Zona intermareal	20-Vida en el bentos
10-Rayas/Sepias	21-El atolón tropical
11-Comunidad de coral rojo	

Planta 1

En esta planta se encuentra el Explora, zona con carpines y lisas (*Cyprinus carpio*, *Larassius auratus* y *Mugil cephalus*, Linnaeus 1758) donde se realizan actividades interactivas. También está la zona del Planeta Aqua que comprende 7 acuarios de agua dulce que simulan el curso de un río (Río alto, Río Medio y Río Bajo), una pingüinera y un gran acuario de rayas. En esta planta se encuentra una estructura de cachalote que esconde en su interior varios acuarios con medusas *Aurelia aurita* (Linnaeus, 1758), *Cassiopea medusa* (Light,1914) y pólipos de medusas. Y una zona más alta que se denomina “Altílo” con diferentes acuarios tropicales, mediterráneos y de agua dulce. Y por último una exposición de Aquaescaping.

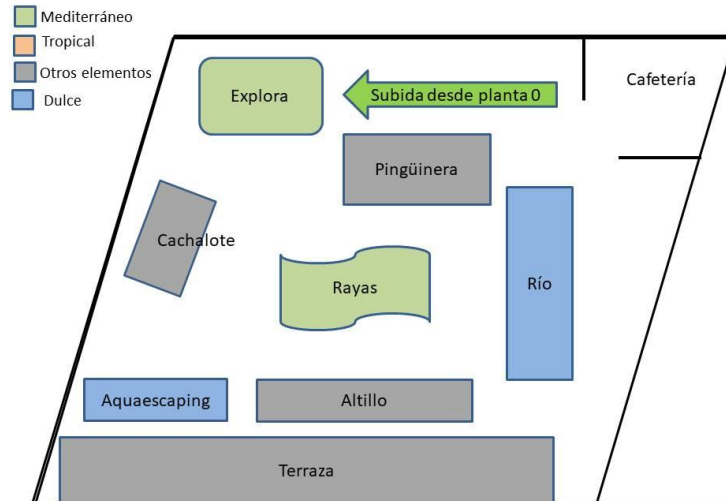


Figura 5. Planta 1. Acuarios de exposición.

Filtros

El agua entra desde un pozo de captación a una profundidad de unos 6-8m (Figura 6: N°1), el agua es bombeada a través de una tubería hasta el acuario, donde es almacenada en un tanque de reserva (Figura 6: N°2); desde el tanque de reserva el agua se bombea hacia la zona de filtros.

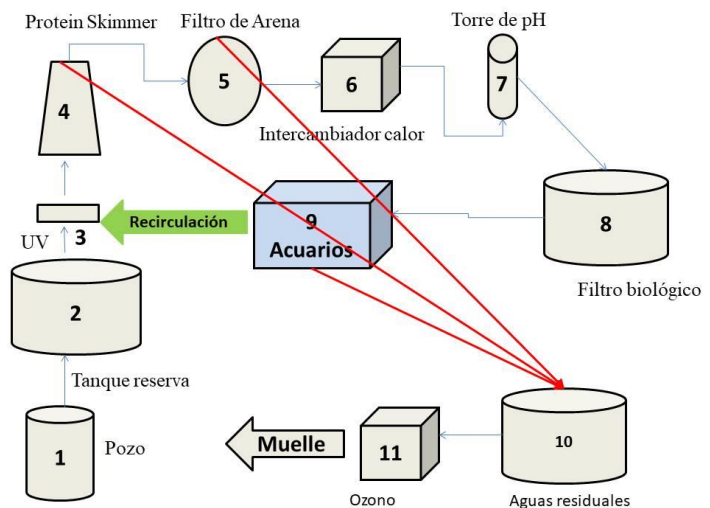


Figura 6. Circuito hidráulico de filtración.

El agua de entrada pasa por un UV (ultravioleta) (Figura 6: N°3) para reducir el número de bacterias, hongos y virus hasta un nivel seguro. Al salir del sistema UV el agua entra a un protein skimmer (Figura 6: N°4.) para la eliminación de grasa y proteínas. Una vez el agua sale del protein skimmer pasa por un filtro de arena (Figura 6: N°5) para la eliminación de sólidos y, posteriormente, el agua circula por un intercambiador de calor (Figura 6. N° 6); una vez se encuentra a la

temperatura indicada se hace pasar por una torre de pH (Figura 6: N°7) y, por último, por un filtro biológico (Figura 6: N°8) para la eliminación de amonio gracias a la presencia de dos tipos de bacterias (*Nitrosomas spp.* y *Nitrobacter spp.*), que degradan el amonio a nitrito y el nitrito a nitrato el cual es un compuesto mucho menos tóxico para los organismos y, así entrar los acuarios (Figura 6. N° 9) en condiciones óptimas.

El acuario funciona como un sistema semicerrado, donde cada semana se renueva un 20% del agua, así que ésta es recirculada y solo una pequeña parte se renueva desde el exterior. El agua recirculada sale del acuario y se trata conjuntamente con el agua que viene del exterior pasando por el protein skimmer, filtro de arena, UV, intercambiador de calor, torre de pH y filtro biológico antes de volver al acuario.

Para la realización de la renovación del agua, una parte de la misma es desviada al pasar por el protein skimmer y el filtro de arena; Se hace pasar por un depósito de tratamientos de aguas residuales (Figura 6: N° 10) a base de ozono ya que el agua necesita ser esterilizada antes de ser desechada (Figura 6: N° 11).

Como se ve en la Figura 6 el agua es tratada tanto con métodos físico como con métodos biológicos con el objetivo de eliminar restos de comida y desechos con altas concentraciones de nitritos y amonio y bacterias no deseables. Además se realiza un control de la temperatura, salinidad y pH para que entre con las condiciones óptimas a los acuarios.

3. Tareas diarias

Dentro de la organización del acuario de Barcelona el departamento de biología se divide en tres grupos. Grupo de galerías: formado por 5 acuaristas encargados de todas las tareas a realizar en los acuarios de exposición. Grupos de cuarentena: formado por 3 acuaristas y 1 jefa de laboratorio, trabajan tanto en la zona de cuarentena como en el laboratorio realizando tareas como la paramétrica del agua, tratamientos, recepción de individuos, necropsias, preparación de segundas tomas y cultivos auxiliares entre otros. Grupo de Oceanario: formado por 3 buzos profesionales encargados del Oceanario,

tanque donde se encuentran los tiburones. Son los encargados del mantenimiento de este acuario, de las salidas de pesca y del mantenimiento de los equipos de buceo.

Durante mi estancia formé parte del equipo de cuarentena por lo que mis principales tareas tenían lugar entre la sala de cuarentena y el laboratorio. Debido a que los empleados de cuarentena entraban a trabajar a las 8:30 y, yo a las 7:00, a primera hora realizaba tareas de galerías. Nada más llegar se hacía un pase por los acuarios de exposición del acuario con la intención detectar cualquier anomalía como suciedad, peces enfermos, comportamientos anormales o fallos de mantenimiento y, así, poder solventarlo lo antes posible. Inmediatamente después realizaba la 1ª toma de altillo y río. Una vez acabada esta tarea iba a realizar el seguimiento y mantenimiento de la granja de coral. Después del descanso realizaba las tareas que me habían asignado en cuarentena que eran: administrar la primera toma, los tratamientos, la segunda toma y por último el sifonado de los tanques y acuarios (Tabla II.)

Tabla II. Horario base de las tareas a realizar diariamente.

Hora	Horario Base
7:00-8:00	Pase
8:00-9:30	Preparación dietas & 1ª Toma Galerías
9:30-10:00	Granja corales
10:00-10:30	Descanso
10:30-11:00	1ª toma Cuarentena
11:00-12:00	Tratamientos Cuarentena
12:00-13:30	2ª toma Cuarentena
13:30-15:00	Mantenimiento de acuarios

A medida que avanzó la estancia en el acuario me iba administrando mejor el tiempo por lo que mis tareas no me ocupan toda la jornada laboral y tuve la oportunidad de aprender y realizar otras muchas tareas, rotando por los diferentes departamentos de biología (Oceanario, Galerías y Laboratorio) que detallaré a continuación junto con las que me habían sido asignadas desde un principio.

Preparación dietas

Todas las mañanas los empleados del departamento de cuarentena preparan la 2ª toma para los acuarios de exposición, lo que denominamos galerías. Se prepara un recipiente para cada acuario con los alimentos necesarios y se almacena en la nevera hasta que los encargados de los acuarios realizan la 2ª toma.

La mayor parte de los organismos del acuario se alimentan 2 veces al día, una a primera hora de la mañana y otra a partir de la 13:00. Los lunes, miércoles y viernes comen las 2 tomas todos los acuarios mientras que los martes y jueves los organismos de agua mediterránea no se alimentan. Esto es debido a que su metabolismo es menor al encontrarse en aguas más frías.

La dieta de los organismos del acuario está compuesta principalmente por: mysis congelada, artemia congelada, larva roja, discus food, copépodos congelados, artemia viva, mysis viva, gusanos, grillos, saltamontes, mejillón, gamba, calamar, pescado blanco, pescado azul, algas, fruta y distintos piensos. Dependiendo del acuario, el alimento es preparado con distintos ingredientes sabiendo las necesidades de cada uno de los organismos.

1ª Toma Galerías

La primera toma de galerías es preparada y administrada por el encargado de cada acuario. Varía mucho ya que nos encontramos todo tipo de organismos y de hábitats. En este caso yo me encargaba, junto con el acuarista responsable y mi compañera de Máster Marta Ontiveros, de preparar y administrar la primera toma a los acuarios de Río y Altillo.

Lo que denominamos “Altillo” en el acuario es un conjunto de 11 acuarios pequeños de diferentes temáticas:

- 2 acuarios con peces tropicales con *Amphiprion ocellaris*, (Cuvier 1830) o *Dascyllus trimaculatus* (Rüppell, 1829) entre otros, dónde administrábamos mysis congelada o pienso para peces tropicales.

- Un acuario con *Hippocampus reidi* (Ginsburg,1933) y otro con *hippocampus abdominalis* (Lesson, 1827) donde administrábamos cada mañana mysis congelada.
- Un acuario mediterráneo con escórporas *Scorpaena* (Linnaeus, 1758) y peces rata *Uranoscopus scaber* (Linnaeus,1758) donde les dábamos lunes miércoles y viernes trozos de arenque, gamba o maira.
- Un acuario de agua dulce con peces cristal *Kriptopterus bicirrhis* (Cuvier, 1839) al que administrábamos larva roja.
- Un acuario tropical con peces piedra *Synanceia horrid* (Linnaeus, 1766) que alimentábamos un par de veces a la semana con trozos de arenque, gamba o maira.
- Un acuario tropical con molucas *Limulus polyphemus* (Linnaeus, 1758) que son animales detritívoros por lo que un par de veces a la semana administrábamos gusanos, camarones o pequeños trozos de arenque.
- Dos terrarios con ranitas a las que administrábamos grillos de distintos tamaños.
- Un terrario con una salamandra a la que le dábamos un grillo grande cada día y un saltarín del fango que se alimentaba de larva roja.
- Un acuario con ajolotes *Ambystoma mexicanum* (Shaw & Nodder, 1798) que alimentábamos con corazón de vaca dos veces a la semana.

Después de dar la alimentación del “Altillo” íbamos a Río; aquí la primera toma era a base de piensos de distintos tamaños por lo que dependiendo del tamaño de boca de los peces administrábamos un pienso u otro. También hay dos terrarios en uno se encuentra una hembra y un macho de dragones de agua y un sapo; y en el otro se encuentran dos camaleones y un basilisco; todos ellos eran alimentados diariamente con saltamontes y de vez en cuando con pollitos de codorniz.

Tomas Cuarentena

Con los organismos que se encuentran en la cuarentena se pueden dar varias situaciones:

- Que permanezcan en cuarentena para **engordar**. En este caso es muy importante administrar la primera y le segunda toma y observar que aceptan bien el alimento.
- Que permanezcan en cuarentena porque están **enfermos** y, debido a su condición, no estén aceptando bien el alimento. En este caso sólo se administra la segunda toma diariamente y se observa si la aceptan. Cambiamos el tipo de alimento cada día hasta que conseguimos que comiencen a alimentarse con normalidad. Además podemos mezclar el alimento con aceite de hígado de bacalao o ajo que aumentan la palatabilidad del alimento.
- Que se trate organismos con **tratamientos orales** que se mezclan con la alimentación. El tratamiento se mezcla con la segunda toma y evitamos dar la primera toma para asegurarnos que ingieren el tratamiento.

Aunque existe una tabla (Tabla III.) con las tomas de cuarentena hay muchas variaciones ya que los organismos cambian con bastante frecuencia y por lo tanto sus necesidades también.

Tabla III. Alimentación de cuarentena.

1ª TOMA	Lunes	Miercoles	Viernes	Martes&Jueves	Fin de Semana
Mediterráneo	Artemia viva	Artemia congelada	Mysis congelada	Mysis viva	Mysis viva
Caballitos	Mysis viva	Mysis viva	Mysis viva	Artemia viva	Mysis viva
Tropical	Artemia viva	Artemia congelada	Mysis congelada	Mysis viva	Mysis viva
H.reidi	Nauplio 18h.+ Vitality+Fito				
Dulce	Larva roja	Larva roja	Larva roja	Discus food	Artemia/Mysis
2ª TOMA					
Mediterraneo	Maira/Papilla	Caballa/Papilla	Arenque/Papilla	Calamar/Gamba/Mejillón/Papilla	Pienso
Caniculas	Maira/Papilla	Caballa/Papilla	Arenque/Papilla	Calamar/Gamba/Papilla	Pienso
Caballitos	Mysis congelada	Artemia ajo cong.	Artemia spirulina cong.	Mysis congelada	Artemia congelada
Polipos medusas	Nauplio	Nauplio	Nauplio	Nauplio	Nauplio
Pulpos	Maira	Caballa	Arenque	Calamar/Gamba sin pelar	Pienso
Bogavantes	Maira	Caballa	Arenque	Calamar/Gamba sin pelar	Gamba sin pelar/camarón
Tropical	Maira/Papilla	Caballa/Papilla	Arenque/Papilla	Gamba/Mejillón/Papilla	Pienso
Napoleón	Maira	Caballa	Arenque	Capelin/Mejillón	Calamar
H.reidi	Nauplio 18h.+ Vitality+Fito				
Dulce	Papilla	Papilla	Papilla	Discus food	Pienso
Ajolotes	Corazón/Grillos			Camarón	

Tratamientos

Los tratamientos en la cuarentena pueden ser preventivos (Tabla IV.) para aquellos animales recién llegados o paliativos (Tabla V.) para aquellos animales enfermos.

Tabla IV. Tratamientos preventivos realizados en cuarentena

Especie	Biomasa	Preventivos		
<i>1xCarassius auratus</i>	15gr			
<i>1xArothron stellatus</i>	400gr			
<i>1x Sigams stellatus</i>	1300gr			
<i>1x Amphiprion melanopus</i>	60gr			
<i>1xArothon negripunctatus</i>	500gr			
<i>1xNinsa vlamingii</i>	500gr			
<i>1xArowana</i>	13,25gr	Agua salada/dulce	10mg/l	5min
<i>20xExodon parxodon</i>	0,55gr	Oxitetraciclina	50ppm	1h
<i>50xNeon inensi</i>	0,28gr	Praziquantel	15mg/kg	3d
<i>9xChromis viridis</i>	50gr	Metronidazole	50mg/kg	5d
<i>1xLabroides dimidiatus</i>		Mebendazole	100mg/kg	1d
<i>1xFocipiger flavissimus</i>		Praziquantel	15mg/kg	1d
<i>1xWetmorella nigropinnata</i>				
<i>1xMacopharygnodon negrosensis</i>				
<i>2xP.hepatus</i>				
<i>1xCentropyga bispinorus</i>	60gr			
<i>7xPseudonthias lori</i>				
<i>2xP.hepatus</i>				
<i>1x Labroides dimidiatus</i>				
<i>1x Chelmon rostratus</i>	15gr			
<i>1xChelmon rostratus</i>	10gr			

Tabla V. Tratamientos paliativos realizados en cuarentena.

	Biomasa	Producto	Dosis	Admin.	T	Obs:
<i>1xCyprinus carpio</i>		Oxitetraciclina	50ppm	Baño	1h	Hongos
		CuSO4	0,05ppm	Baño	15d	
<i>1xArothon stellatus</i>	400gr	CuSO4	0,05ppm	Baño		Punto blanco
		Agua dulce caliente	5min	Baño	8d	
		Enrofloxacina	5mg/kg	Oral	7d	
<i>1xLactonia cornuta</i>		Oxitetraciclina	50ppm	Baño	10d	Herida en la cola
<i>Citrinellum</i>	20Kg	CuSO4	50pps	Baño	15d	Punto blanco
		Oxitetraciclina	65mg/kg	Oral	12d	
<i>4xRaja sp.</i>		Oxitetraciclina	50ppm	Oral	10d	Heridas
<i>1xCyprinus carpio</i>		CuSO4	0,05ppm	Baño	16d	Hongos
<i>1x Symphysodon discus</i>	200gr	Amoxicilina	1/5cápsula	Baño	7d	Hexamita
<i>1xAmphiprion melanopus</i>	60gr	Oxitetraciclina	50ppm	Baño	10d	Heridas
<i>2xOblada melanura</i> <i>1xDiplodus vulgaris</i> <i>1xSarpa salpa</i>		CuSO4	0,05ppm	Baño	13d	Punto blanco
<i>1xCicla kelberi</i>	0,08gr	CuSO4	0,05ppm	Baño	15d	Punto blanco
<i>1x Diodon holocanthus</i>		CuSO4	0,05ppm	Baño	21d	Punto blanco
<i>1xArowana</i>	13,25gr	Oxitetraciclina	50ppm	Baño	10d	Infección bacteriana
<i>1xOctopus vulgaris</i>	5kg	Oxitetraciclina	65mg/kg	Oral	12d	Heridas
<i>1xSynodontis sp.</i>	100gr	CuSO4	0,05ppm	Baño	23d	
<i>1xMugil sp.</i>	50gr	Oxitetraciclina	50ppm	Baño	8d	Ojos nublado, herida boca
		Nemomicina	50ppm	Baño	2d	
		Vit C		Oral	8d	
<i>1xScorpora sp.</i>	150gr	Trimetropin/Sulfadimetoxin	5/30ppm	Baño	10d	
<i>1x Amphiprion ocellaris</i>		Oxitetraciclina	50ppm	Baño	10d	Heridas
<i>4xSolea solea</i> <i>1xBothus podas</i> <i>1x Uranoscopus sober</i>		Baño agua dulce			5min	Vibriosis
		Trimetropin/Sulfadimetoxin	5/30ppm	Baño	10d	
<i>2x Symplodus tinca</i>		Baño agua dulce			5min	
		Trimetropin/Sulfadimetoxin	5/30ppm	Baño	10d	
<i>2x Scorpora sp.</i> <i>4x Lithognatus mormyrus??</i> <i>1xSymphodus tinca</i>		Baño agua dulce			5min	
		Trimetropin/Sulfadimetoxin	5/30ppm	Baño	10d	
<i>1xPterois</i>		Enrofloxacina	2ppm	Baño	5d	
		CuSO4	0,05ppm	Baño		Exoftalmia, córneas blancas
<i>9xChromis viridis</i> <i>1xLabroides dimidiatus</i> <i>1xFocipiger flavissimus</i> <i>1xWetmorella nigropinnata</i> <i>Macopharygnodon negrosensis</i> <i>2xP.hepatus</i>		CuSO4	0,05ppm	Baño	5d	Ciliados

Como se muestra en la tabla IV los tratamientos preventivos utilizados fueron:

- Praziquantel: Antiparasitario → se trata de un tratamiento para acabar con la presencia de monogéneos y tremátodos.
- Metronidazole: Antiparasitario → se trata de un tratamiento para acabar con la presencia protozoos flagelados.
- Mebendazole: Antiparasitario

Durante mi estancia en el acuario se realizó una toma de Lufenuron:

- Lufenuron: Antiparasitario → elimina crustáceos ya que inhibe la producción de quitina.

Como se muestra en la tabla V los tratamientos paliativos utilizados para los peces enfermos fueron:

- CuSO₄: Antiparasitario
- Enrofloxacin: Antibiótico
- Trimetin-sulfadimetoxin: Antibiótico
- Oxitetraciclina: Antibiótico
- Amoxicilina: Antibiótico
- Baño agua dulce/salada: Antiparasitario
- Neomicina: Antibiótico

Aclimatación

Los animales pueden llegar a la cuarentena por diferentes vías, compras a pescadores mediterráneos, distribuidores mediterráneos, tropicales o de agua dulce, otros acuarios, donaciones o de otro tanque del propio acuario.

Todo organismo que entra en la cuarentena ha de ser sometido a una aclimatación; para ello han de ser medidos los parámetros del agua (T,S,O₂) en los que llega el animal para asegurarnos que llega en buenas condiciones y a cuantos puntos de diferencia se encuentra de los parámetros del agua de nuestro sistema. Para realizar la

aclimatación ponemos el animal en un cubo o tanque dependiendo de sus dimensiones con una entrada de agua suave desde un tanque con los parámetros a los que lo queremos aclimatar y, aireación (Figura 7.); una vez vamos a moverlo a su tanque de destino aprovechamos para pesarlo ya que en cuanto se acostumbre a las instalaciones y acepte el alimento se comenzará con los tratamientos preventivos.

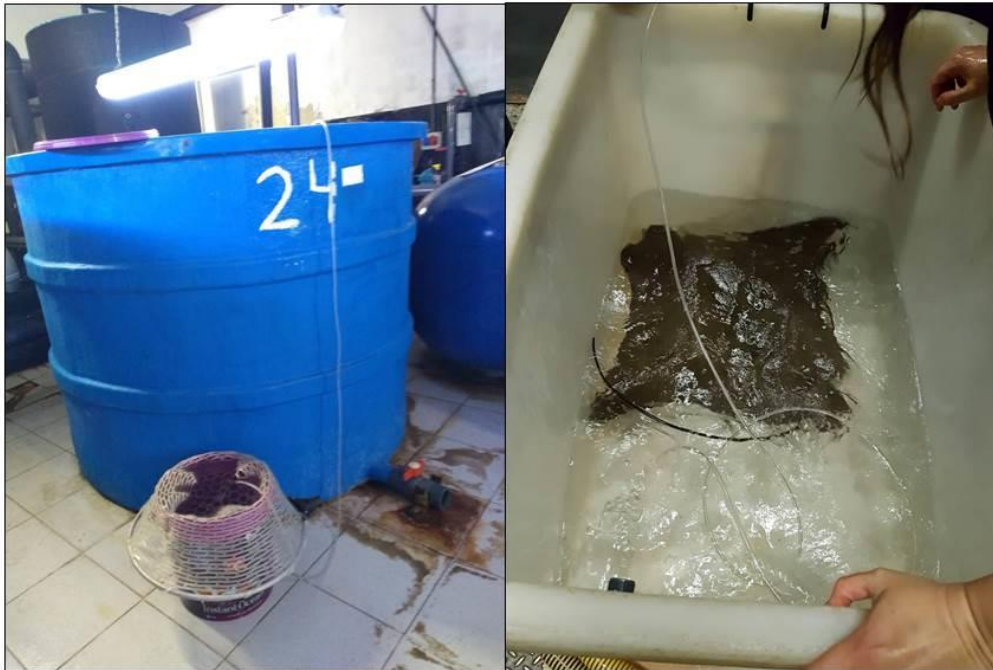


Figura 7. Izquierda: Aclimatación en cubo de 20L. Derecha: Aclimatación en tanque de 400L de *Rhinoptera sp.* con entrada de agua y aireación.

Mantenimiento de los acuarios

Para asegurar unas buenas condiciones tanto a los organismos como al público es necesario un buen mantenimiento del acuario; para ello es necesario el sifonado del fondo donde se acumulan desechos y restos de comida, limpieza del material de decoración donde crecen algas que hay que eliminar con cierta frecuencia, limpieza de metacrilatos tanto por fuera como por dentro, limpiezas de skimmers de superficie y limpieza de filtrinas en los acuarios que lo precisan (Figura 8.).



Figura 8. Arriba Izq: Sifonado acuario caballitos de mar. Abajo izq: Sifonado acuario de cuarentena con un salobre para que no vayan trozos grandes hacia el desagüe. Arriba dch: Limpieza posidonia artificial. Abajo dch: Limpieza rocas de decoración.

Granja de corales

Durante mi estancia en el acuario de Barcelona se puso en funcionamiento una granja de corales de la mano de las acuaristas Nuria y Olga. Esta granja comenzó con aquellos corales recién comprados o aquellos con los que podría ser interesante hacer esquejes o hacerlos crecer antes de introducir en los acuarios de exposición. Debido a que son animales susceptibles a pequeños cambios y es relativamente nuevo el cultivo en granjas hicimos una pequeña investigación para saber cuáles eran las condiciones idóneas.

Los corales son animales invertebrados, la mayoría coloniales, perteneciente al filo Cnidaria donde el mayor porcentaje se incluye dentro de la clase Anthozoa. (Irigoyen, 2004). Los ecosistemas formados por corales son denominados arrecifes de corales y cubren 284300 km² que representa un 0,2% de la superficie terrestre; A pesar del poco porcentaje que ocupan en nuestro planeta 5 millones de personas dependen de

los arrecifes para su alimentación, protección de sus costas y las ganancias económicas debido a que se tratan de grandes atracciones turísticas. Estos ecosistemas se encuentran muy amenazados por las actividades humanas así como por procesos naturales extremos que van ligados al cambio climático (Santander-Botello & Propin-Frejomil, 2009). En el “Status of coral reefs of the world” en 2004 estima que el 20% de los arrecifes de corales has desaparecido y que el 24% se encuentra en un riesgo inminente de desaparición debido a la presión antropogénica y que un 26% están bajo amenaza de extinción (Shokry y Ammar, 2009).

Los corales cuentan con un exoesqueleto de carbonato cálcico que secretan desde el interior. Una corona de tentáculos con nematocistos los cuales son utilizados para capturar alimentos y para defenderse. Los distintos pólipos están conectados por un tejido vivo, donde ocurre la digestión gracias a la presencia de enzimas, por el cual los alimentos obtenidos por la corona de tentáculos de un pólipo son distribuidos al resto de la colonia (Figura 9.) (Irigoyen, 2004).

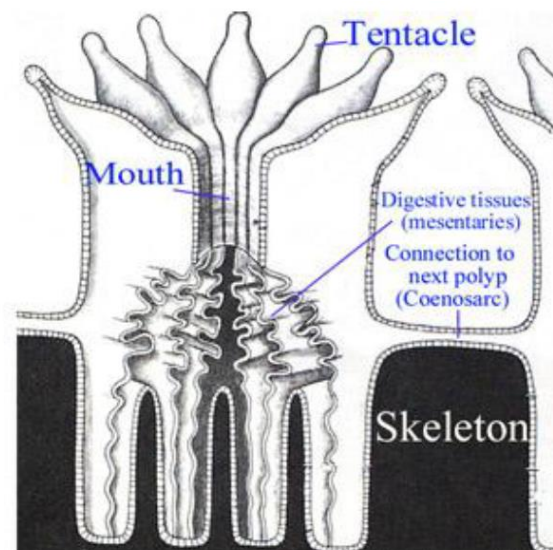


Figura 9. Estructura coral.

La alimentación de los corales depende del grupo al que permanezcan. En aquellos hermatípicos los corales se encuentran en relación simbiótica con las zooxantelas (*Symbiodinium*) que aloja en su cavidad gastrovascular; estas zooxantelas

son autótrofas por lo que sintetizan materia orgánica, de la cual se aprovechará el coral, a partir de carbono inorgánico y agua en presencia de luz solar. A pesar de esta simbiosis, en mayor o menor medida, los corales hermatípicos necesitan alimentarse también de manera heterotrófica para incorporar elementos como el nitrógeno, que es fundamental para la síntesis de proteínas; el calcio, que es imprescindible para la formación del exoesqueleto; y otros elementos traza como el cobalto, hierro, magnesio etc. En los corales ahermatípicos ocurre una alimentación heterotrófica completa, capturando fitoplancton, zooplancton, bacterias, materia orgánica particulada o nutrientes disueltos (García Rayo, 2017).

El éxito en la reproducción de corales en acuarios radicará en si somos capaces de mantener la colonia con éxito y de forma estable durante un espacio prolongado de tiempos satisfaciendo sus necesidades físico-químicas y metabólicas. Los corales pueden ser dioicos y en mayor porcentaje son hermafroditas y dentro de los hermafroditas la mayoría son hermafroditas simultáneos. Pero la reproducción asexual es la más común:

- Fragmentación: en corales blandos un numero variable de pólipos se estrangulara y se volverá a fijar en cuestión de días.
- Gemación: se crea un nuevo pólipo que crece pegado al pólipo antiguo cuando todas las estructuras vitales están formadas comienza a separarse.
- División longitudinal: División de un pólipo por un eje que atraviesa desde la boca hasta la ventosa basal.
- División transversal: un pólipo genera un anillo de tentáculos hacia la mitad del tallo y posteriormente se divide al estrangularse el mismo por encima del nuevo anillo de tentáculos.
- Escisión del disco basal: Mientras se desplazan dejan atrás pequeñas porciones del disco basal adheridas al sustrato que dara lugar al nuevo pólipo.

Los corales tienen una gran capacidad de regeneración por lo que en los acuarios es posible la realización de esquejes para conseguir nuevos individuos, para ello hay que elegir la colonia madre, realizar el corte del fragmento y fijarlo.

La granja de corales montada en el acuario, se trataba de un acuario en sistema cerrado (Figura 10.). En el que los parámetros se mantenían dentro de los rangos indicados en la tabla VI.

Tabla VI. Parámetros recomendados para acuarios de corales.

Parámetros recomendados para acuarios de corales	
Temperatura	24-26°C
pH	8,1-8,3
Alcalinidad	7-11dKH
Salinidad	35ppt
Fosfatos	<0,03ppm

En la figura 10 se muestra el circuito hidráulico de la granja de corales. En la imagen de arriba a la derecha se muestra el tanque donde se encuentran los corales, el agua circula hacia abajo saliendo por los skimmers de superficie hacia la zona de filtración (Abajo derecha Figura 10); en esta zona de filtración el agua pasa por una filtrina, posteriormente por un protein skimmer y parte de agua circula por un reactor de calcio (Imagen abajo derecha Figura 10), el cual ayuda a la aportación de carbonatos al acuario y así mantener la alcalinidad en los niveles idóneos; por ultimo hay un filtro biológico formado por roca viva para posteriormente ser bombeada hacia el tanque principal de nuevo. La imagen de arriba a la izquierda de la Figura 10 es lo que denominamos Osmolator. Se trata de un reservorio de agua destilada que bombea agua cuando baja el nivel debido a la evaporación y así evitar una subida en la salinidad del circuito.

Una vez puesto en marcha el circuito introducimos los corales en la granja Figura 11.; el siguiente paso fue identificar los corales e ir aprendiendo sobre sus necesidades específicas según la especie.

A lo largo de la mañana, junto con mi compañera Marta Ontiveros (Alumna del Máster de Acuicultura), realizábamos el mantenimiento de la granja. Que se basaba en limpieza del propio tanque, el protein skimmer, los skimmers de superficie y una vez a la semana la limpieza de la rejilla. El tanque aún no estaba maduro por lo que existe una

gran proliferación de algas que hay que eliminar para que no dañen a los corales. Por otro lado nos asegurábamos que hubiera suficiente agua en el Osmolator. Además al tratarse de un sistema cerrado, renovábamos cada día 5L; aprovechábamos estos 5L para sifonar y rellenábamos con agua que era realizada por nosotras con sal comercial y agua destilada que almacenábamos en un reservorio y era usado tanto para la granja de corales como para el propio acuario de corales.



Figura 10. Circuito hidráulico granja de corales.

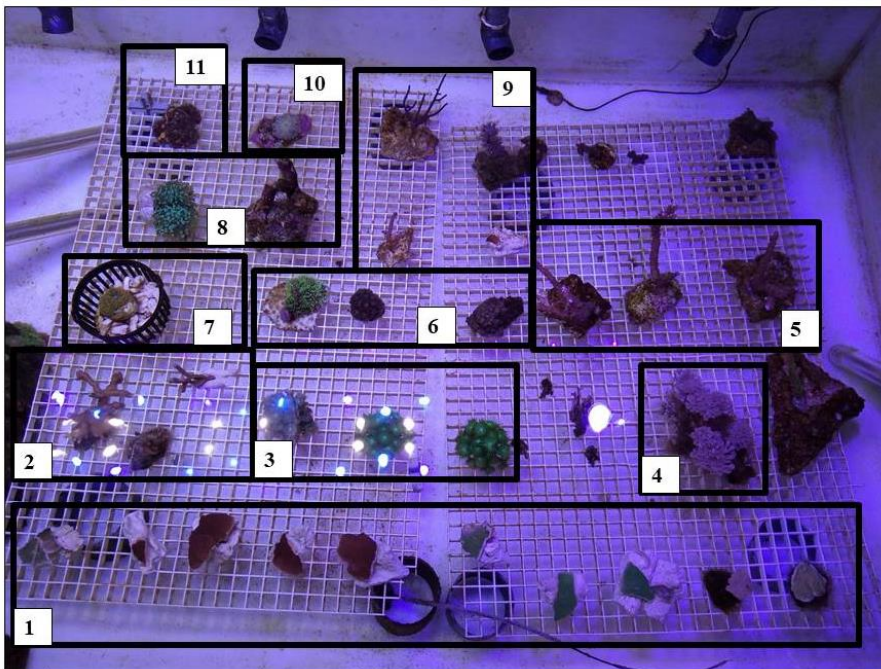


Figura 11. Fotografía de la granja de corales donde 1: *Montipora capricornis*; 2: *Montipora digitata*; 3: *Palythoa*; 4: *Xenia*; 5: *Acropora*; 6: *Rhodactis*; 7: *Ricordea*; 8: *Euphyllia*; 9: *Gorgonia*; 10: *Rhodactis*; 11: *Tubastrea*

Durante estos 4 meses han surgido diferentes problemas y retos en el mantenimiento de la granja; el mayor de ellos estaba relacionado con la alcalinidad. Lo ideal para los corales es una alcalinidad de agua de entre 7 y 11 dKH. Nos dimos cuenta de que la bomba del reactor de calcio no funcionaba por lo que con una bomba peristáltica decidimos introducir KH comercial para ir subiendo este parámetro al nivel idóneo. La manera de ir regulando los mL de entrada fue ir midiendo la alcalinidad a primera hora de la mañana y a última. Todos los días comenzamos poniendo 1mL cada 4 horas y finalmente acabamos con 1mL cada hora y no conseguimos subir la alcalinidad a niveles deseados. Una vez se consiguió poner el reactor de Calcio en funcionamiento la alcalinidad comenzó a subir (Figura 12.). Durante este periodo observamos como el coral *Xenia* empezaba a pulsar y a tener mejor aspecto.

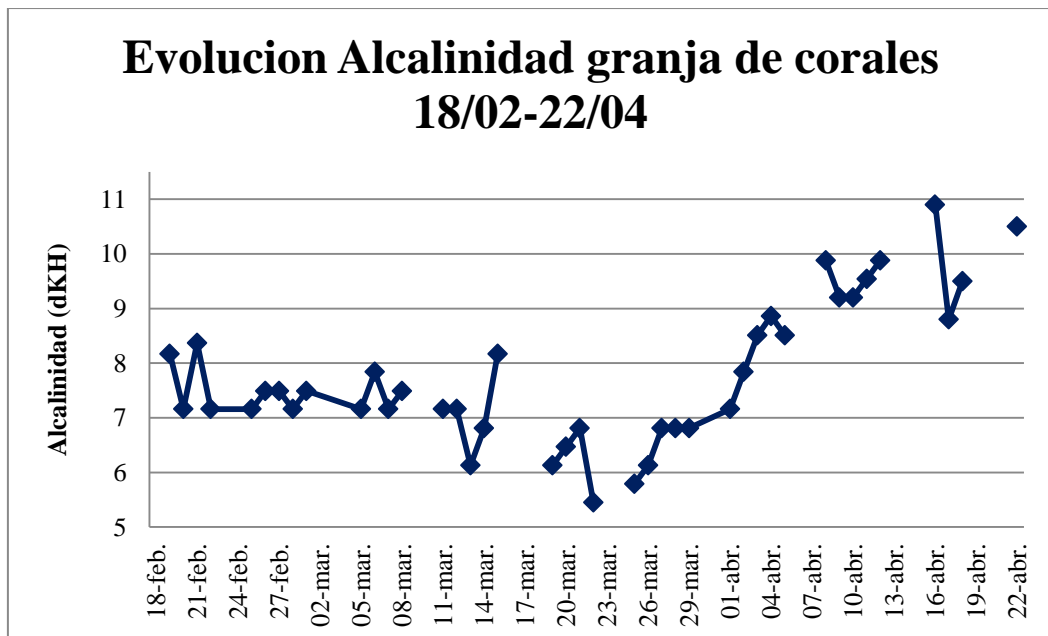


Figura 12. Evolución de la Alcalinidad en la granja de corales desde 18/02-22/04 de 2019.

Por otro lado, haciendo medidas de alcalinidad al agua del tanque de reserva nos dimos cuenta de que a medida que pasaban los días la alcalinidad bajaba de forma drástica por lo que fue necesario organizarse de otra manera y preparar menos litros pero más a menudo.

Otro de los problemas fue una *Eupyllia* que no tenía buen aspecto; se le realizaron un baño de Coral protect y otro de Coral cure. Para ello sacamos el coral a un cubo con el agua del propio tanque y realizamos un baño en la concentración indicada de cada producto y con movimiento en el agua que creábamos con una bomba; una vez habían pasado los minutos indicados, enjuagábamos el coral en otro cubo sin producto y lo volvíamos a meter en el tanque. Observamos al microscopio si había caído algún parásito, pero no se encontró nada; una vez acabada mi estancia en el acuario, el coral no había mostrado ninguna mejoría.

4. Tareas no realizadas diariamente

Cultivos auxiliares

Nauplios de *Artemia*

La preparación de los nauplios de *Artemia* no formaba parte de mis tareas principales, pero si se trata de una tarea diaria que realizaba la sección de cuarentena y la cual tuve la oportunidad de realizar en bastantes ocasiones. Para su cultivo rellenamos el tanque troncocónico con agua a una salinidad de 25 y lo dejamos con aireación y resistencia a una temperatura de 25°C. Los quistes de *Artemia* que queremos desencapsular se echan en el tanque troncocónico y se dejan 24h.

Los nauplios de *Artemia* desencapsulados son recogidos 24 horas después. Para ello se hace pasar el agua del tanque por una columna imantada donde se quedarán adheridos los quistes; a la salida de la columna hay un tamiz dónde se quedan retenidos los nauplios (Figura 13&14.). Estos son transvasados a un cubo con aireación que se rellena hasta arriba con agua salada. Una vez tenemos los nauplios de *Artemia* los repartimos en distintos cubos y jarras en las proporciones que necesitan nuestros compañeros para los acuarios de exposición (Figura 14.); los nauplios serán repartidos en aquellos acuarios con medusas, gorgonias y gambas filtradoras entre otros.

Una vez hemos bajado todo el agua del tanque, es importante limpiarlo para preparar el agua para el día siguiente y limpiar la columna imantada con agua a presión para despegar los quistes de los imanes.

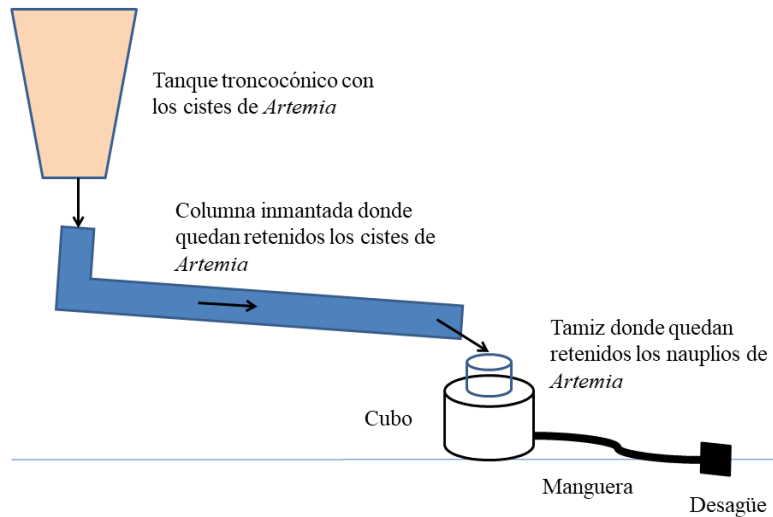


Figura 13. Esquema desincapsulación cistes de *Artemia*.



Figura 14. Izquierda: Tanques troncocónicos y columna imantada. Derecha: Nauplios de *Artemia* preparados para los distintos acuaristas con aireación.

Parámetros de agua

Dado al gran número de organismos contenidos en los tanques es necesario un seguimiento y control riguroso de los parámetros físico-químicos del agua de los diferentes tanques para que se los organismos sufran el menor estrés posible.

Para el seguimiento de los parámetros de agua en el acuario de Barcelona se hacen analíticas organizadas a lo largo de la semana utilizando Palintest (Figura 15.) con lo que conseguimos datos de Amonio, Nitritos, Sulfhídrico, Fosfatos, Dureza,

Cobre libre, Alcalinidad, Cloro y pH. Y también se realizan sondas para llevar un control de la temperatura, salinidad, pH y Oxígeno.

Para la realización de las analíticas a través de este Kit Palintest, seguimos los pasos que nos indica la Tabla VII. Por ejemplo, para la Alcalinidad no precisamos de Condicionador. Posteriormente introducimos el número de pastillas específicas en este caso para la Alcalinidad es 1 y la disolvemos; en otros caso como por ejemplo los fosfatos disolvemos primero la primera pastilla y posteriormente introducimos la segunda y a disolvemos. Una vez disuelto esperamos el tiempo indicado en la tabla, en el caso de la alcalinidad 2 min.

Tabla VII. Especificaciones para realizar Palintest.

Parámetro	Nº Fotómetro	Condicionador	Nº Pastillas	Disolución	Tiempo
Amonio	62	Si	2	2	10
Nitritos	64	No	1	1	10
Sulfhidrico	33	No	2	2	10
Fosfatos	28	No	2	1+1	10
Dureza	15	No	2	1+1	2
Cobre Libre	10	No	1	1	1
Alcalinidad	2	No	1	1	2
Cloro	7	No	1	1	0,5
pH	27	No	1	1	0,5

Una vez han pasado los 2 minutos, configuramos el fotómetro en el número indicado, en este caso el 2 nos medirá la Alcalinidad. Hacemos el Blanco que será la muestra de agua sin ningún reactivo y posteriormente la muestra de agua con los reactivos obteniendo el dato de la concentración de amonio.



Figura 15. Rejilla con muestras donde se está realizando la medición de alcalinidad con Palintest.

Necropsias

Cuando hay movimientos de animales o bajas se apuntan para saber el stock de organismos que se encuentran en el acuario. Cuando un animal muere, si no está en un estado de descomposición avanzado, se realiza la necropsia para intentar dilucidar la causa de la muerte y así, si es necesario, realizar un tratamiento a los organismos que estaban en contacto con dicho organismos.

Durante mi estancia en el acuario de Barcelona tuve la oportunidad de asistir a varias necropsias; donde nos encontramos ciliados como *Ichthyobodo multifilis* causante de la enfermedad de punto blanco en peces de agua dulce; flagelados como *Hexamita intestinalis* causante de la enfermedad Hold In The Head (HITH) o la aparición de enfermedades bacterianas causadas por *Vibrio*.

Alimentación animales bentónicos de Oceanario & Limpieza de tanques

Debido a que estoy en posesión del Título de buceo Open Water tuve la oportunidad de hacer una inmersión en oceanario en la que se me permitió alimentar a los organismos bentónicos como las rayas. Para ello se baja un cubo con el alimento hasta el fondo del Oceanario y las rayas se van acercando y se les da el alimento en la boca poco a poco.

Por otro lado me permitieron realizar la limpieza de dos de los acuarios de Río Medio en los que la inmersión se realiza con narguile y con plomos únicamente (Figura 19). En ese caso el objetivo era repasar metacrilatos y recolocar la decoración ya que se veían parte de las macetas de las plantas.



Figura 16. Limpieza metacrilatos internos
Río Medio 2.

5. Conclusiones

A la hora de llevar un acuario de grandes dimensiones como es el Acuario de Barcelona es muy importante la organización y compenetración entre los distintos grupos dentro del departamento de biología (Galerías, Cuarentena & Oceanario), ya que unos dependen de otros en el trabajo diario.

Hay que hacer especial hincapié en la limpieza y manutención del material, ya que de ello depende que los organismos se encuentren en condiciones óptimas tanto en acuarios de exposición como en cuarentena.

Es muy importante conocer el stock que se encuentra en cada acuario para realizar una alimentación óptima y así no proporcionar alimento de más ni de menos. El exceso de alimento ensuciaría el acuario y haría variar los parámetros del agua perjudicando a los organismos. La falta de alimento puede provocar distintas enfermedades debido a no cubrir las necesidades nutricionales de cada organismo.

La realización de necropsias cuando muere un animal es clave para el tratamiento de los otros organismos que convivían con él. Durante mi estancia el dilucidar la causa de la muerte de un animal ha ayudado a prevenir otras bajas gracias a la aplicación de tratamientos paliativos.

Esta experiencia me ha permitido poner en práctica algunas competencias aprendidas en el máster de forma teórica.

6. Agradecimientos

Quiero agradecer la oportunidad de realizar esta estancia de 4 meses en el acuario de Barcelona y agradecer a todos los componentes del departamento de Biología por hacerme sentir una más en el equipo. Estoy muy agradecida tanto por la cantidad de conocimientos adquiridos como por la confianza que el equipo depositó en mí haciéndome responsable de distintas tareas. Una mención especial a las acuaristas Nuria y Olga por haber estado pendientes de que aprendiera lo máximo posible y dejarme aportar mis conocimientos en la puesta en marcha de la granja de corales. Gracias a Marta Ontiveros por su apoyo y compañerismo durante esta etapa.

Bibliografía

- AsproParks (2019) Fuente: <https://www.asproparks.com/nuestros-parques/acuarios/>
- Acuicultura ornamental, queda todavía mucho margen para crecer (2015) Ipacuicultura.com. Fuente: (http://www.ipacuicultura.com/noticias/en_portada/44200/acuicultura_ornamental_queda_todavia_mucho_margen_para_crecer.html)
- Acuicultura: principales conceptos y definiciones. (2003). FAO.org. Fuente: <http://www.fao.org/spanish/newsroom/focus/2003/aquaculture-defs.html>
- Borneman, H.E (2004). *Corals. Selection, Husbandry and Natural History*. USA. Editorial: T.E.H
- Charles Delbeek, J. y Sprung, J (2005). *The Reef Aquarium. Science, Art and Technology*. USA. Editorial: Ricordea Publishing
- García Rayo, César (2017). *Alimentación de corales*. Informe ZooAquarium de Madrid.
- La acuicultura ornamental como actividad que genera prosperidad económica (2015). Ipacuicultura.com. Fuente: http://www.ipacuicultura.com/noticias/en_portada/43895/la_acuicultura_ornamental_como_actividad_que_genera_prosperidad_economica.html
- La Digital (1995). Lavanguardia.es. Fuente: <http://hemeroteca.lavanguardia.com/preview/2001/10/21/pagina-6/33819076/pdf.html?search=Mundo%20Submarino>
- L'aquarium Barcelona (2019) Fuente: <https://www.aquariumbcn.com/>
- Muñiz Irigoyen, C. (2004). *Restauración en arrecifes de coral*. Ciencias 76. 42-45
- Ranking de visitantes a sitios de interés(2013-2017). Bcn.cat. Fuente: <http://www.bcn.cat/estadistica/castella/dades/anuari/cap13/C1306010.htm>
- Santander-Botello, L.C y Propin-Frejomil, E (2009). *Enviromental impact of diving tourism on coral reefs*. Cuadernos de Turismo. N°24,pp:275-279
- Shokry, M y Ammar, A. (2009). *Coral Reef Restoration and Artificial Reef Management, Future and Economic*. *The Open Environmental Engineering Journal*. Vol2. 37-49
- Sprung, J (1999). *Corals A Quick Reference Guide*. USA. Editorial: Ricordea Publishing