



Universidad de Oviedo

ESCUELA SUPERIOR DE LA MARINA CIVIL DE GIJÓN

Trabajo Fin de Máster

CONTENERIZACIÓN DE MARISCO VIVO
PARA SU EXPORTACIÓN

*Para acceder al Título de Máster Universitario
en*

NÁUTICA Y GESTIÓN DEL TRANSPORTE MARÍTIMO

Autor: Joaquín Formoso Sande

Tutora: Dr. Dña. Marlene Bartolomé Sáez

Cotutor: Dr. D. Luís Antonio García Martínez

Junio – 2023

DECLARACIÓN DE BUENA PRÁCTICA ACADÉMICA

El TFM no podrá estar plagiado ni haber sido presentado con anterioridad por el mismo alumno en otra asignatura.

Por tanto, D. Joaquín Formoso Sande, con DNI

DECLARA que el presente Trabajo de Fin de Máster, titulado "Contenerización de marisco vivo para su exportación" es el resultado de su propio estudio e investigación, y que no contiene material extraído de fuentes que no estén debidamente indicadas en la Bibliografía y claramente identificadas en el propio Trabajo como fuentes externas.

ENTIENDE que incurre en PLAGIO en los siguientes supuestos:

- entregando un trabajo ajeno como si fuera original propio
- entregando un trabajo propio que ya ha sido evaluado anteriormente
- entregando un trabajo copiado, total o parcialmente, de Internet u otras fuentes, ya sean electrónicas o bibliográficas
- copiando un texto literalmente sin indicar la fuente consultada mediante un sistema estándar de referencias

COMPRENDE también que el PLAGIO es una grave ofensa académica y ASUME las consecuencias que puedan derivarse de dicha práctica en la calificación de este Trabajo.

Y para que conste a os efectos oportunos, firma la presente declaración.

En Gijón, a 20 de junio de 2023

Fdo.:

RESUMEN

El presente trabajo trata sobre el mundo del contenedor, en concreto de la innovadora contenerización de marisco vivo para su posterior exportación en fresco a los lugares de consumo.

Con el propósito de mostrar todo lo que es necesario saber para entender la creación de dichos contenedores, vamos a analizar desde la procedencia y evolución histórica de los contenedores, su legislación más relevante, y las diferentes clases existentes con sus respectivas características basadas en la estiba de los productos a transportar, hasta todo lo que se debe conocer en relación a la contenerización de un marisco vivo como el mejillón y su mercado, para finalizar mostrando los nuevos modelos de contenedores diseñados para este fin.

Para ello, la metodología a seguir se basa en el estudio de un amplio abanico de temáticas relacionadas con la mar, como la economía del marisco en cuestión, afloramientos marinos y geografía, biología y normativa, clasificaciones y metodologías productivas haciendo una especial mención de las bateas gallegas, además de exponer los datos relevantes sobre la acuicultura y su contenerización, buscando obtener como resultados discernir todos los principales ámbitos relativos al mejillón y su transporte, desde sus inicios hasta la actualidad a fin de comprender su comercialización actual, al realizar también pequeños análisis de los mercados y valorar los nuevos prototipos de contenedores que facilitan el transporte expeditivo de este molusco vivo garantizando su calidad.

Palabras clave

Contenedor

Estiba

Mejillón

Batea

Acuicultura

ABSTRACT

This work deals with the world of the container, specifically the innovative containerization of live seafood for its subsequent fresh export to the places of consumption.

In order to show everything that is necessary to know to understand the creation of these containers, we will analyze from the origin and historical evolution of the containers, their most relevant legislation, and the different existing classes with their respective characteristics based on the stowage of the products to be transported, to everything that should be known in relation to the containerization of a live seafood such as mussels and its market, to finish showing the new models of containers designed for this purpose.

For this, the methodology to be followed is based on the study of a wide range of topics related to the sea, such as the economy of the shellfish in question, marine outcrops and geography, biology and normative, classifications and productive methodologies making a special mention of Galician rafts, in addition to exposing the relevant data on aquaculture and its containerization, seeking to obtain as results to discern all the main areas related to mussels and their transport, from its beginnings to the present in order to understand its current commercialization, by also carrying out small analyses of the markets and evaluating the new prototypes of containers that facilitate the expeditious transport of this live mollusk guaranteeing its quality.

Key words

Container

Stowage

Mussel

Raft

Aquaculture

ÍNDICE

| | | |
|--------|---|----|
| 1. | Introducción | 1 |
| 2. | Objetivos..... | 2 |
| 3. | El contenedor como modo de transporte..... | 3 |
| 4. | Legislación | 7 |
| 5. | Clasificación..... | 11 |
| 5.1. | Dry Van | 11 |
| 5.2. | High Cube | 14 |
| 5.3. | Jaula..... | 14 |
| 5.4. | Open Top | 15 |
| 5.5. | Open Side | 16 |
| 5.6. | Flat Rack | 17 |
| 5.7. | Reefer | 18 |
| 5.8. | Tank o cisterna | 19 |
| 6. | El contenedor vivo..... | 22 |
| 6.1. | La acuicultura en el mundo..... | 22 |
| 6.1.1. | Los afloramientos como razón de vida | 23 |
| 6.1.2. | Actualidad y previsión económica de los productos acuáticos | 23 |
| 6.1.3. | Distribución de la acuicultura | 28 |
| 6.1.4. | Consumo demográfico de marisco fresco..... | 32 |
| 6.2. | El mejillón | 33 |
| 6.2.1. | Biología | 34 |
| 6.2.2. | Factores positivos..... | 38 |
| 6.2.3. | Diferentes metodologías de cultivo | 39 |
| 6.3. | Galicia y su Galloprovincialis | 40 |
| 6.3.1. | El ecosistema marino ideal..... | 40 |
| 6.3.2. | Historia del mejillón gallego | 44 |
| 6.3.3. | Legislación | 47 |
| 6.3.4. | La batea y su proceso productivo | 48 |
| 6.3.5. | Competitividad económica..... | 55 |
| 6.4. | Tipos de contenedores vivos | 60 |
| 7. | Mercado actual | 63 |
| 8. | Conclusiones | 66 |
| 9. | Bibliografía | 67 |
| 10. | Webgrafía | 69 |







ÍNDICE DE IMAGENES

| | |
|---|----|
| ✚ Imagen 1: Precinto de seguridad y de alta seguridad – (Precintia, 2023) | 9 |
| ✚ Imagen 2: Contenedores estibados en una terminal de contenedores – Propia | 10 |
| ✚ Imagen 3: Contenedor estándar de 20'x8'x8',6" (con respiraderos pasivos en la parte superior del espacio de carga) – Propia | 13 |
| ✚ Imagen 4: Varios high cube de 40' – Propia | 14 |
| ✚ Imagen 5: Varias jaulas – Propia..... | 14 |
| ✚ Imagen 6: Contenedor open top – Propia..... | 15 |
| ✚ Imagen 7: Contenedor open side – Propia | 16 |
| ✚ Imagen 8: Varios flat rack – Propia..... | 17 |
| ✚ Imagen 9: Varios reefers – Propia..... | 19 |
| ✚ Imagen 10: Contenedores cisterna – Propia..... | 20 |
| ✚ Imagen 11: Flexi tank – (DSV, 2023)..... | 21 |
| ✚ Imagen 12: Batea de acuicultura del mejillón – Propia | 49 |
| ✚ Imagen 13: Trabajadores del sector recolectando semilla silvestre en las rocas – Propia..... | 52 |
| ✚ Imagen 14: Barco acuícola cargado de mejillón para su venta a fábrica – Propia | 54 |
| ✚ Imagen 15: Sistema de filtrado y recirculación de agua en el contenedor Aquaviva - (CMA-CGM, 2023) | 61 |
| ✚ Imagen 16: Contenedor Aquaviva - (CMA-CGM, 2023)..... | 61 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| ✚ Tabla 1: Distribución de la producción acuícola por regiones y principales productores - (FAO, 23) | 29 |
| ✚ Tabla 2: Composición del mejillón y recomendaciones de ingestas nutricionales / día para hombres y mujeres de 20 a 39 años con una actividad física moderada. - (MAPAMA, 2017) | 37 |
| ✚ Tabla 3: Características de las Rías - (Mexillon de Galicia, 2023) | 43 |
| ✚ Tabla 4: Datos generales de la venta del mejillón por destinos en 2022 - (Pesca de Galicia, 2023) | 57 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|---|----|
|  Ilustración 1: Partes de un contenedor – (UKPandi, 2023) | 6 |
|  Ilustración 2: Matrícula de un contenedor – (DSV, 2023) | 8 |
|  Ilustración 3: Estiba de un palets - (ICMaritime, 2023) | 13 |
|  Ilustración 4: Desarrollo de un afloramiento costero - (Walsh, 1976)..... | 41 |
|  Ilustración 5: Ascenso de nutrientes en un afloramiento - (Dicyt, 2023)..... | 42 |
|  Ilustración 6: Cadena de suministro de un contenedor de marisco vivo - (CMA-CGM, 2023)..... | 62 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| ✚ Gráfica 1: Principales importadores de productos acuáticos por valor en 2020 – (FAO, 23)..... | 25 |
| ✚ Gráfica 2: Principales exportadores de productos acuáticos por valor en 2020 – (FAO, 23)..... | 26 |
| ✚ Gráfica 3: Producción mundial de la pesca de captura y la acuicultura, 1980-2030 - (FAO, 23) | 27 |
| ✚ Gráfica 4: Producción mundial de moluscos en la acuicultura marina por principales productores, 2005-2021 – (FAO, 23)..... | 31 |
| ✚ Gráfica 5: Evolución del valor de la cosecha de la acuicultura española, en millones de euros y por especies, en el periodo 1987-2021 - (Apromar, 2021) | 31 |
| ✚ Gráfica 6: Producción del mejillón en Galicia los últimos 20 años - (Pesca de Galicia, 2023)..... | 56 |
| ✚ Gráfica 7: Precio medio anual del mejillón en Galicia los últimos 20 años - (Pesca de Galicia, 2023)..... | 57 |

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ISO – International Organization for Standardization

OMI – Organización Marítima Internacional

CSC – Convenio Internacional sobre la Seguridad de los Contenedores

BIC – Bureau International du Container

CIM – Centro de Investigaciones Marinas de la Universidad de Vigo

CCAA – Comunidad Autónoma

EU – Unión Europea

EEUU – Estados Unidos

FAO – Food and Agriculture Organisation

HABS – Harmful Algal Blooms

CFP – Ciaguateric Fish Poisoning

NSP – Neurotoxic Shellfish Poisoning

ASP – Amnesic Shellfish Poisoning

PSP – Paralytic Shellfish Poisoning

DSP – Diarrhetic Shellfish Poisoning

INTECMAR – Instituto Tecnológico para el control del medio marino

CSIC – Consejo Superior de Investigaciones Marinas

IIM – Instituto de Investigaciones Marinas

CEE – Comunidad Económica Europea

CE – Certificación Europea

IGP – Indicaciones Geográficas Protegidas

EPI – Equipo de Protección Individual

OMC – Organización Mundial del Comercio

MAPAMA – Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente

DOP – Denominación de Origen Protegida

BOE – Boletín Oficial del Estado

ICEX – Instituto Español de Comercio Exterior

OPMEGA – Organización de Productores de Mejillón de Galicia

APROMAR – Asociación Empresarial de acuicultura española

CMA-CGM – Compagnie Maritime d’Affrètement-Compagnie Générale Maritime

UNCTAD – United Nations Conference on Trade and Development

CII – Carbon Intensity Indicator

EEXI – Energy Efficiency Existing Ship Index

MSC – Mediterranean Shipping Company

1. Introducción

El complejo mundo en el que actualmente vivimos es un no parar de avances y desarrollos día tras día, siendo necesario disponer de los diferentes recursos que se encuentran repartidos a lo largo del mundo. Para diseñar la red de comunicaciones que permita abastecer esa necesidad humana, se requiere entre otras de la logística del transporte; que no es más que un conjunto de actividades coordinadas para realizar operaciones de transporte de mercancías de un punto a otro.

Centrándonos en el transporte marítimo, que es el que nos atañe, está posicionado como la opción más rentable, que según datos recientes es utilizada por aproximadamente el 90% del comercio internacional tanto en importaciones como exportaciones de mercancías a nivel mundial; siendo el transporte a través de contenedores el mercado que más crece desde hace décadas, entre otras cosas por la gran variedad de contenedores existentes que posibilitan el transporte de, hasta ahora, casi todo tipo de productos, como veremos a lo largo del trabajo.

Las complejas labores de explotación y gestión de los sistemas de contenedores, así como las terminales marítimas y terrestres, requieren cada vez más de conocimientos de las nuevas tecnologías y una actualización permanente en el diseño de la logística.

Este medio de transporte marítimo permite ajustarse a las necesidades del comercio que han ido cambiando de forma bastante rápida. La nueva situación ha obligado a una transformación de los transportistas marítimos en operadores logísticos adaptados a las necesidades del comercio.

La relevancia de los *contenedores de mariscos vivos* a medio y largo plazo viene dada por la necesidad emergente de replantearnos nuestro modelo de consumo alimenticio, para intentar dar en mayor o menor medida solución a los problemas del aumento de la población mundial, pudiendo ser el estudio e incremento de la acuicultura y por tanto de su transporte una de estas soluciones al ser altamente sostenibles y económicamente rentables.

En el presente trabajo se tratará de elaborar una exposición detallada de la historia e importancia internacional de los contenedores en el transporte marítimo, recalcando su variedad y ligando uno de los no muchos sectores en los que nuestro país es referencia a nivel mundial, el de la acuicultura del mejillón, que posee ciertas características intrínsecas que favorecen su transporte, con los modernos modelos de contenedores diseñados exclusivamente para el transporte de marisco vivo.

2. Objetivos

El presente trabajo fin de máster pretende analizar cómo ha evolucionado el transporte marítimo contenerizado a lo largo de la historia hasta llegar a representar en la actualidad la mayor parte de comercio marítimo mundial de mercancías; para ello se hace necesario describir los contenedores, clasificar los diferentes diseños, mostrar los nuevos contenedores para el transporte de marisco vivo y explicar su mercado actual.

El transporte marítimo contenedorizado y la exportación de un superalimento ecosostenible, como solución para dar respuesta a la problemática de la demanda de alimento tanto actual como la previsible en un futuro hiper poblado que va a hacer que el modelo de consumo alimenticio actual sea insostenible, de ahí el interés en hacer este estudio.

Por otro lado, y otro aspecto muy importante a tratar es el dar a conocer la historia de la acuicultura, y en particular la del mejillón de Galicia, teniendo que estudiar su biología, producción y economía a través de datos institucionales e investigaciones para mostrar las cualidades que lo encumbran como un alimento de futuro.

Llegados a este punto conviene tener muy en cuenta la interconexión de los puertos al resto de redes de transporte, es importante, en el caso de recepción en las terminales de contenedores resulta esencial y requiere de una completa intermodalidad, más cuando se está hablando de marisco vivo para el consumo.

Un objetivo secundario bien pudiera ser la contribución a la mejora de la situación económica tanto del sector mejillonero, donde se pueden apreciar evidencias, desde la revalorización de la primera venta realizada por este sector primario; como del sector marítimo, pudiendo considerar este proyecto como un método para fomentar y motivar el inicio de estudios específicos de contenedores destinados a los diversos productos acuáticos.

3. El contenedor como modo de transporte

Desde hace miles de años, el ser humano ha buscado la forma más eficiente de transportar sus mercancías. Varios estudios revelan que ya en el 230 a. C. la utilización de ánforas griegas simétricas para el transporte de determinadas cargas, se podría entender como una unitarización, y a finales del siglo XX se descubrió un buque que naufragó en el mar de Liguria en el siglo II, cuyo nombre era Félix Pacata, donde entre los restos se encontraron varios dolium (recipientes de madera o de barro) de proporciones parecidas a lo que hoy en día conocemos como contenedores y que eran utilizados para el transporte de líquidos y de animales salvajes.

A principios del siglo XX, se experimentó en los ferrocarriles británicos con cajas de tamaño estándar, pero terminó por anularse su utilización por las complicaciones / excesivos costes que suponía la manipulación y operativa al cambiar las cajas del camión al tren y viceversa, en los años 30 serían los Ferrocarriles Holandeses los que también probarían otro sistema de cajas estandarizadas, sin éxito por las mismas razones que los británicos.

En 1933 se crea el Bureau International de los contenedores, cuyo fin era estudiar los problemas que pudieran surgir en su uso y una normalización de medidas y formas.

Durante la II Guerra Mundial el ejército estadounidense transportó los suministros de armamento y provisiones en cajas estándar reutilizables de madera, y pocos años después, en la Guerra de Corea utilizaron estas cajas, pero recubiertas de acero con medidas 6x6x6 pies, las que recibieron el nombre de Conex (container express).

En España es la Naviera Contenemar S.A la que a finales de esta década inicia el transporte de contenedores por vía marítima/terrestre, y los primeros transportes de contenedores por mar se realizaron entre puertos del norte de España y puertos del sur de Inglaterra.

Los contenedores se han convertido en una pieza imprescindible en el mercado desde los años 70, y aunque la “caja” en si ya había sido imaginada / ideada antes, la parte logística, que es casi la principal, no surgió hasta mediados del siglo XX de la mano del empresario camionero (y futuro naviero) estadounidense Malcom McLean, que, según el relato histórico, en 1937 esperaba en la zona portuaria de Carolina del Norte el momento para entregar la carga de su camión, mientras observaba como los estibadores traspasaban lenta y laboriosamente pesados fardos de algodón desde los camiones hasta los buques de carga. Fue entonces cuando tras mucho pensar, se le ocurrió que no solo todo el transporte sería más expeditivo en una caja / contenedor, sino que, para ello, la caja debía poder ponerse y quitarse fácilmente del chasis de un camión para fijarse en un barco. En 1956 McLean compró

y remodeló dos viejos petroleros militares usados durante la Segunda Guerra Mundial, para embarcar 58 cajas metálicas que tenían las mismas dimensiones de los típicos trailers usados en los camiones, en el primer portacontenedores del mundo, el Ideal-X. Estos contenedores estaban reforzados en los vértices con esquineros para ser manipulados mediante equipos de elevación, una mejora diseñada por él.

Tras su embarque, los contenedores emprendieron un viaje de seis días desde Newark hasta el puerto de Houston, una experiencia que marcaría un antes y un después en la historia del transporte marítimo de mercaderías y que tendría un importante impacto en el desarrollo del comercio exterior; principalmente debido a que el invento de McLean mejoraba de forma significativa la eficacia en tiempo y costo de los procesos de carga y descarga en puertos, sin contar que esta herramienta venía a redefinir la medida de unitarización de las cargas. Pero como ocurre con todo proyecto innovador, surge la resistencia al cambio, y no fue sencillo desarrollar e implementar el uso de los contenedores, ya que tenía que convencer a toda la cadena de transporte, entre ellos los estibadores, quienes estaban en contra al preocuparles perder sus puestos de trabajo. Y también existieron dificultades en los puertos, ya que en muchos no aceptaron de inmediato la revolución del contenedor.

Para McLean, mantener su compañía Pan-Atlantic Steamship / Sea-Land fue todo un reto porque debía mantener a flote una empresa que se encontraba rodeada por un entorno económicamente inestable. Firme en su innovación, McLean pudo superar la problemática de expandir su contenedor al unirla a las dificultades logísticas que acaecieron en la guerra de Vietnam ya que el ejército de EE. UU. vio muy útil la idea del contenedor para transportar el material militar (encontrándose su excelente oferta para el transporte, con una urgente y adinerada demanda), además de poder traerlos llenos de vuelta a Estados Unidos con productos desde Japón (la economía que más rápido crecía en el mundo). Aprovechando así para expandir su invención en Asia, aumentando exponencialmente la cantidad de puertos adaptados para trabajar con contenedores, dando como resultado la revolución en el transporte marítimo. Por todo ello, se puede decir que McLean es uno de los pioneros en establecer las herramientas o medios que impulsaron la globalización y la logística internacional, ya que se empezaron a comprobar las ventajas de los contenedores, como son la reducción del costo, de hurtos del cargamento y el tiempo de carga y descarga.

Al lograr disminuir el costo del transporte de bienes, facilitó la continuación del proceso de globalización de la economía mundial. En el ámbito de la logística, permitió la economía de escala, elevó la internacionalización de las mercancías y obviamente mejoró el manejo de estas.

Así, lo siguiente en la historia evolutiva del contenedor de McLean fue la estandarización de sus dimensiones, la capacidad de carga y otras características; proceso a partir del cual su uso se haría más popular no solo en el medio marítimo, sino también en el medio terrestre, ya que la medida de los contenedores se homologó para ser manejados en camiones, trenes, buques y puertos en todo el mundo. El proceso de estandarización fue liderado por la International Organization for Standardization (ISO) y culminó en 1966, cuando la entidad internacional desarrolló la denominada: Norma Internacional ISO Shipping Container que consolidaba el contenedor como la unidad de carga estándar de transporte para el medio marítimo y terrestre más eficiente y competitivo del momento, y aún hoy, la movilización de contenedores es un elemento de evaluación para determinar el rango de eficiencia o buen desarrollo que posee un puerto, aunque se han desarrollado ciertas modificaciones en muchos aspectos, como los materiales utilizados en la construcción de los contenedores.

Actualmente, como todo, los estándares de los contenedores han cambiado y evolucionado. Se han quedado atrás las reducidas dimensiones anteriores, para dar paso a poder llevar la carga de forma segura gracias a su resistencia y hermetismo.

Con el paso de los años, la construcción de los contenedores se estandarizó para su uso internacional, creándose varias normas imprescindibles para el buen uso y funcionamiento de los mismos:

- ISO 338 definió la terminología y las dimensiones (enero 1968)
- ISO 790 definió cómo se deberían identificar contenedores (enero 1968)
- ISO 1897 definió los tamaños de los contenedores (octubre 1970)

Como ya hemos comentado, los contenedores están estandarizados, con aproximadamente un ancho de 2'44 metros, el alto varía entre 2'60 y 2'90 metros y el largo puede ir desde los 2'44 hasta los 16'15 metros.

Gracias a la evolución del mundo y el avance de la tecnología, hoy en día los contenedores tienen infinidad de usos, tanto nuevos como una vez su vida útil como tal ha finalizado, usándose desde casas y hospitales portátiles hasta arquitectura moderna como edificios o comercios. Por lo que podríamos decir que ha sido un elemento importante a lo largo de la historia y continúa siéndolo también gracias a su versatilidad.

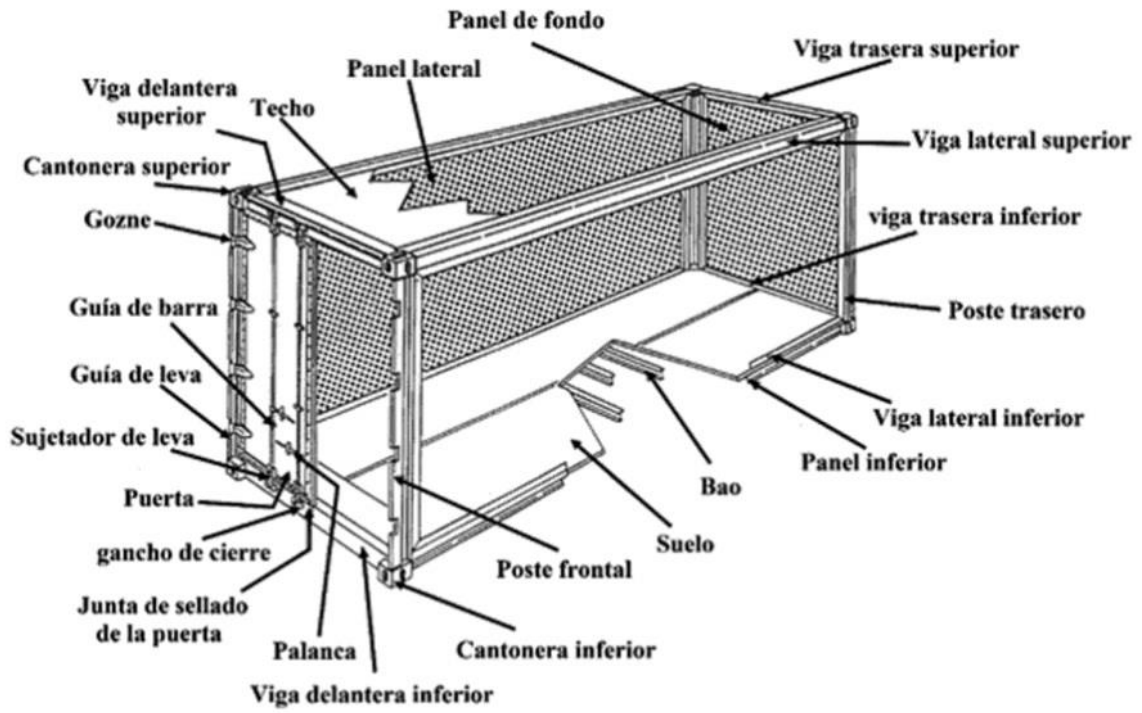


Ilustración 1: Partes de un contenedor – (UKPandi, 2023)

4. Legislación

En España contamos con casi 8.000 kilómetros de costa y muchos puertos donde se realizan operaciones de importación y exportación de bienes, por lo que las leyes para el transporte marítimo tienen gran relevancia para el desarrollo económico del país. Estas leyes están enmarcadas en la legislación internacional, en especial en la desarrollada por la Organización Marítima Internacional (OMI) y el derecho marítimo en nuestro país contempla una extensa normativa internacional y estatal.

El aumento del uso de contenedores de carga de productos por mar y la construcción de buques portacontenedores ha hecho crecer la mejora de la seguridad en el transporte, creándose el Real Decreto 2319/2004, de 17 de diciembre, por el que se establecen normas de seguridad de contenedores de conformidad con el Convenio Internacional sobre la seguridad de los contenedores. Con este real decreto, se pretende incrementar las garantías que deben acompañar a todo transporte de contenedores y atender las exigencias legales derivadas de los cambios normativos de la materia. Persigue, por tanto, diversas finalidades; la primera, la incorporación de las modificaciones establecidas en el Convenio Internacional sobre la seguridad de los contenedores (CSC). En segundo lugar, las principales enmiendas experimentadas por el convenio dirigidas a la reforma de aspectos técnicos de importancia y también un conjunto de normas que garanticen la aplicación uniforme de dicho convenio en España. Por último, se busca satisfacer las peticiones y requerimientos contenidos en las últimas recomendaciones del Comité de Seguridad Marítima de la OMI.

Para tener bajo control todos los contenedores marítimos que circulan por el mundo, es necesario un sistema de registro estandarizado para todos los países por igual. Por ello, todo contenedor que opera en el transporte de carga marítima internacionalmente debe registrarse obligatoriamente en el Bureau International du Container (BIC) y estar marcado o identificado por marcas y códigos regulados por la normativa ISO 6346 y la posterior actualización ISO 2716.

Cada contenedor está marcado con un código alfanumérico (matrícula) dividido en varias secciones que proporcionan información sobre el contenedor (Ilustración 2). La matrícula cuenta con un código de propietario obligatorio formado por cuatro letras, las tres primeras identifican al propietario y debe estar registrado en el BIC, la cuarta y última letra vincula el container a un grupo de contenedores de transporte internacional (DSV, 2023):

- U – para todos los contenedores que cumplen la normativa ISO
- J – para contenedores desmontables
- Z – para tráiler y chasis

Lleva consigo el número de serie que consiste en seis dígitos decididos por el propietario, un código único y diferente del resto de contenedores del mismo dueño que es únicamente identificativo. En un extremo del contenedor y seguido a la derecha del número de serie se encuentra el dígito de control, que sirve para verificar que el número de serie es correcto mediante un algoritmo establecido por la normativa ISO.

El distintivo / código ISO es como se conoce al número de homologación del contenedor, dando datos del país y las características físicas del contenedor. Con ello, podemos distinguir el país de origen de los contenedores gracias al código de país, compuesto por dos letras con la abreviación de este, que según el código Alfa – 2 indica el país de registro, pero no la nacionalidad del propietario. Y para hacer referencia a las características físicas, ósea, dimensiones y propiedades del contenedor, tenemos que hablar del código obligatorio de cuatro dígitos que se divide en dos partes. El primer número o letra corresponde al largo (los más habituales son el 2 para los 20' pies y el 4 para los 40' pies), el segundo número describe la altura / anchura, el tercero y cuarto nos indica el tipo / características de contenedor.

Por otro lado, los contenedores cuentan con otras marcas: las operativas (la masa bruta máxima, que es peso máximo del contenedor cargado; la tara, que es el peso del contenedor vacío; el peso neto, que es la capacidad de carga; y el volumen interno del contenedor), marcas de aprobación por convenios internacionales (placas CSC y CCC) y marcas o señales optativas (advertencia sobre el peso, advertencia sobre la altura, certificados y sellos que indican que ha sido sometido a auditorias y controles, y el logotipo del propietario).



Ilustración 2: Matrícula de un contenedor – (DSV, 2023)

Otra de las normas a la que más se recurre a la hora de tratar la seguridad de contenedores es la ISO 17712, donde se establecen procedimientos de unificación y clasificación de los precintos de seguridad usados en contenedores de carga. Esta normativa señala los tipos de precintos que se pueden usar, pero también fija los requisitos generales básicos y las pruebas que deben superar los sellos para ser certificados bajo esta norma. El cumplimiento de esta norma es imprescindible para ser admitidos en el transporte de mercancías nacional e internacional. Se clasifican principalmente en tres tipos de precinto: indicativo (son plásticos o metálicos, garantía de limpieza y apto para ser llenado, y deben llevar el marcaje en regla, como la numeración y el logo), de seguridad (seguridad en el cierre con cable ajustable y numeración y logo), y de alta seguridad (resistencia mayor a 1 Tm, previene y dificulta el robo, y tiene que ser retirado con herramientas especiales).



Imagen 1: Precinto de seguridad y de alta seguridad – (Precintia, 2023)

Los precintos de seguridad que se acogen a esta norma deben cumplir normas específicas respecto a la resistencia que tienen, sometiéndose a ejercicios de tensión (resistencia a la tracción), corte e impacto de fuerza (lateral y vertical).

Además de las responsabilidades que conlleva el manejo de los precintos de seguridad tanto para los usuarios como fabricantes, y para probar que el fabricante cumple con la norma, debe tener una serie de documentos que lo acrediten como: anexo A de buenas prácticas, documento que pruebe los ejercicios que se han realizado, etc.

Según se aprobó en el CSC, la administración otorgará al fabricante para que coloque en los contenedores aprobados una placa de aprobación relativa a la seguridad, con todos los datos técnicos. La aprobación, la cual dará fe esta placa, otorgada por un Estado Contratante, debe ser reconocida por los otros Estados Contratantes. Este principio de aceptación recíproca de contenedores aprobados en cuanto a su seguridad es la clave del Convenio, que una vez aprobado y con la placa correspondiente podrá circular con un control de seguridad.

El mantenimiento posterior de un contenedor aprobado es totalmente responsabilidad y obligación del propietario, el cual es sometido periódicamente a revisiones.



Imagen 2: Contenedores estibados en una terminal de contenedores – Propia

En lo que respecta al uso seguro de los contenedores para carga general, a raíz de todo tipo de problemáticas ocurridas fruto de la mala estiba de los contenedores, es de vital importancia tener unas bases sobre la correcta arrumazón de la carga, por ende, se deben seguir las recomendaciones del Código CTU (Código de prácticas OMI / OIT /CEPE – Naciones Unidas sobre la arrumazón de las unidades de transporte, la versión de 2014 actualiza las directrices OMI de 1997).

El CTU, proporciona un código sobre la práctica global del manejo y embalaje de contenedores, y otras unidades para transporte de carga, que se transporten tanto por mar como por tierra; abordando las preocupaciones sobre el mal empaque de unidades de carga de todas las partes involucradas en el aseguramiento global de la misma, incluyendo así el aseguramiento inadecuado de la carga, la sobrecarga y la declaración incorrecta de contenidos.

5. Clasificación

La evolución de los contenedores marítimos va acorde a las exigencias crecientes del comercio internacional. En un mundo en el que la demanda no deja de aumentar, el contenedor marítimo debe adaptarse a las necesidades y avances para ofrecer un servicio con totales garantías de calidad. De ahí, que el sector no deje de innovar aportando nuevos modelos de contenedores para el transporte de todo tipo de mercancías, y que también lo esté haciendo actualmente en la exportación de seres vivos acuáticos, a pesar de su complejidad, asegurando con ello todos sus beneficios, como veremos más adelante.

Gracias a los diferentes tipos de contenedores que se han ido creando a lo largo de la historia, muchas empresas a nivel nacional e internacional han aumentado su producción y con ello la economía y logística marítima. Debido a la variedad de tipos de carga que se pueden transportar en ellos, existen diferentes modelos, cada uno diseñado para un tipo de carga en concreto y atendiendo también a aspectos de seguridad, almacenamiento y condiciones de las operaciones logísticas.

Dentro de todos los tipos existentes, destacan unos más que otros por su mayor demanda, gracias al frecuente uso que le dan los consumidores, y aquí mostraré resumidamente los más importantes, aunque dentro de estos tipos, luego también se presentan numerosas variaciones.

5.1. Dry Van

Los contenedores estándar / secos, son los más usados a nivel mundial, sobre el 90% de las mercancías enviadas por transporte marítimo van en ellos. Los contenedores de carga seca de 20 pies y 40 pies están fabricados principalmente en acero y son ideales para casi todo tipo de mercancía, aunque también hay contenedores estándar de aluminio.

Estos contenedores están cerrados en su totalidad y son completamente estancos, pero no incluyen ningún tipo de ventilación o refrigeración que permita adaptar condiciones térmicas en su interior.

Generalmente cuentan con una sola puerta de dos hojas que puede abrirse completamente para la carga y descarga, aunque, sin embargo, es posible encontrar contenedores que incluyen dos puertas en los costados para una mayor flexibilidad a la hora de manipular la mercancía.

Si bien hemos mencionado que este tipo de contenedores son cerrados y herméticos, existen otras características importantes para su uso:

- No cuentan con sistema de ventilación.
- Están fabricados en acero corten, que los hace resistentes a golpes y corrosiones.
- La mayoría cuentan con un recubrimiento antihumedad en su interior para evitar que las mercancías se dañen.
- Sus cuatro esquinas permiten un trincaje seguro y efectivo.
- Son fácilmente manipulables gracias a su estructura y sus dimensiones.

Otro tipo de contenedor que se encontraría dentro de esta misma clasificación sería el granelero (Bulk container), que es utilizado para el transporte de carga seca a granel como productos fertilizantes, harina, sal, químicos, cemento, etc. La mayoría de sus cargas se introducen a través de una escotilla superior y con mangueras o tuberías flexibles, pudiendo llevar múltiples formas de descarga al existir diferentes tipos de escotillas en el lado corto del contenedor.

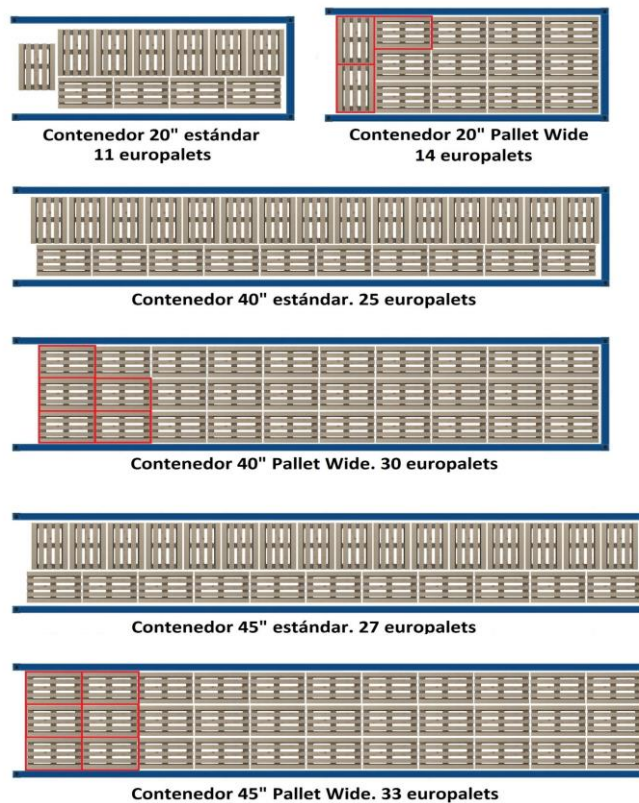
Dentro de estos contenedores de uso general / secos, al igual que pasa con otros tipos de contenedores, según sus características se dividen en varios tipos dentro de los cuales se encuentran varios subtipos y de ahí su nomenclatura en las propiedades del contenedor (Ilustración 2).

- Contenedor de uso general sin ventilación: apertura en un extremo o ambos (G0); con respiraderos pasivos en la parte superior del espacio de carga (G1); con abertura(s) en uno o ambos extremos más abertura(s) "completa(s) en uno o ambos lados (G2); abertura(s) en uno o ambos extremos más abertura(s) "parcial" en uno o ambos lados (G3); capacidades masivas(G9).
- Contenedor de uso general con ventilación: sistema no mecánico con ventilaciones en las partes inferior y superior del espacio de carga (V0); sistema de ventilación mecánica ubicada internamente (V2); sistema de ventilación mecánica ubicada externamente (V4).
- Contenedor seco a granel: no presurizado, tipo caja, cerrado (B0); no presurizado, tipo caja, hermético (B1); presurizado, descarga horizontal, presión de prueba 150 kPa, que equivale a 1,5 bar (B3); presurizado, descarga horizontal, presión de prueba 265 kPa (B4); presurizado, descarga de vuelco, presión de prueba 150 kPa (B5); presurizado, descarga de vuelco, presión de prueba 265 kPa (B6); con contenedor superior abierto con descarga inferior de longitud y anchura completa (B7); descarga delantera / anchura completa (B8); descarga lateral (B9).



Imagen 3: Contenedor estándar de 20’x8’x8’,6” (con respiraderos pasivos en la parte superior del espacio de carga) – Propia

Hoy, la mayoría de la mercancía mundial se desplaza en palets, y por ello, se ha estandarizado su transporte creando dos clases; el palet europeo o europalet y el palet americano, y a su vez creando también este tipo de contenedores de 20, 40 y 45 pies. Es una variante de los contenedores estándar y high cube, pero de mayor anchura, facilitando así la colocación de dos europalets a lo ancho o tres a lo largo, ganando espacio en el interior y permitiendo una mayor capacidad de carga.



© ICMARITIME SERVICES, S.L.U

Ilustración 3: Estiba de un palets - (ICMaritime, 2023)

5.2. High Cube

Son ideales para carga ligera o mercancía voluminosa, la cual no podría meterse en un contenedor estándar, ya que su principal característica es que tiene unos 30 centímetros más de altura respecto a los contenedores estándares, se fabrican normalmente con un tamaño de 20' o 40', pero existen otras medidas como de 45', tanto en acero y aluminio.



Imagen 4: Varios high cube de 40' – Propia

5.3. Jaula

Estos contenedores son plataformas con un marco de acero igual al de uno de carga general, pero la principal diferencia es que no posee ni mamparos laterales, ni paredes, ni techo. Yendo la carga protegida por unas barras móviles y rígidas en posición horizontal. Suele usarse entre otras cosas para material de construcción.

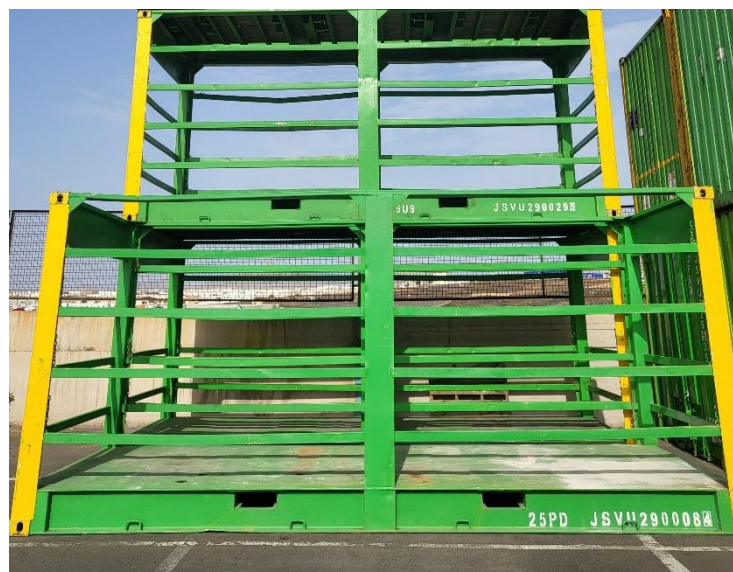


Imagen 5: Varias jaulas – Propia

5.4. Open Top

Estos contenedores cuentan con techo removible de lona en lugar de un techo sólido, tienen puertas en los extremos (como los contenedores cerrados) para dar flexibilidad a las operaciones de carga y descarga; ya que están diseñados especialmente para el transporte de cargas pesadas y de grandes dimensiones. A pesar de ir cubiertas, a la hora de transportar estas cargas hay que tener en cuenta que sean mercancías a las que no les afecte las condiciones meteorológicas para que no se deterioren. Generalmente la mercancía se carga por el techo, ya que su dimensión o altura hacen que no puedan pasar por la puerta del contenedor. Si se trata de una mercancía muy pesada, que no puede ser arrastrada, suele cargarse por el techo mediante una grúa preparada para ello.

Los contenedores sin techo, una vez cargados, no pueden apilarse, por ejemplo, en la bodega de un barco, ya que la mercancía sobrepasa la altura del contenedor; en estos casos debe transportarse siempre en la parte superior del mismo.

Pueden ser de 20' o de 40' y se fabrican en acero para resistir el peso de la mercancía. Aunque las dimensiones de estos contenedores, al igual que los demás, pueden cambiar dependiendo del fabricante siempre que cumpla unas normas de estandarización y homogeneización.



Imagen 6: Contenedor open top – Propia

5.5. Open Side

Tienen las mismas características y medidas que los contenedores dry van, con la peculiaridad que tiene acceso lateral pudiendo ser también double door, es decir, que se puede abrir por ambos lados.

Suelen ser utilizados en cargas de mayores dimensiones que no pueden ser cargadas por la puerta de un contenedor estándar.

Algunas de sus principales características son:

- Herméticos y muy robustos.
- No tienen ventilación ni refrigeración.
- Fabricados con acero corten para evitar corrosiones.
- Recubrimiento interior antihumedad.
- Suelos de madera /chapa marina.
- Puertas de dos hojas.
- Cuatro esquinas especiales que facilitan su trincaje.



Imagen 7: Contenedor open side – Propia

5.6. Flat Rack

Son los más apropiados para transporte de carga pesada y que necesitan una carga especial por sus dimensiones especiales. Existen dos modelos: con laterales abatibles y con los laterales fijos.

Los soportes planos tienen solamente lados en el lado corto del contenedor, de modo que la carga puede sobresalir en el lado del contenedor durante el transporte, y dependiendo de la carga se puede elegir uno de 20' o 40' cuyas dimensiones difieren solo en longitud; la anchura y altura son a menudo similares.

Cuando los contenedores son abiertos, sin ningún lateral extremo ni techo, se denominan plataformas, y son utilizadas normalmente para mercancías de grandes dimensiones y que no caben en otro tipo de contenedores.

Se debe tener en cuenta que para este tipo de contenedores el trincaje adecuado de las mercancías es de vital importancia, al igual que en las plataformas, ya que son las únicas medidas de seguridad con las que evitamos que la mercancía acabe dañada, además de estar preparada para viajar a la intemperie, ya que no es posible colocarle lonas como en los Open Top.

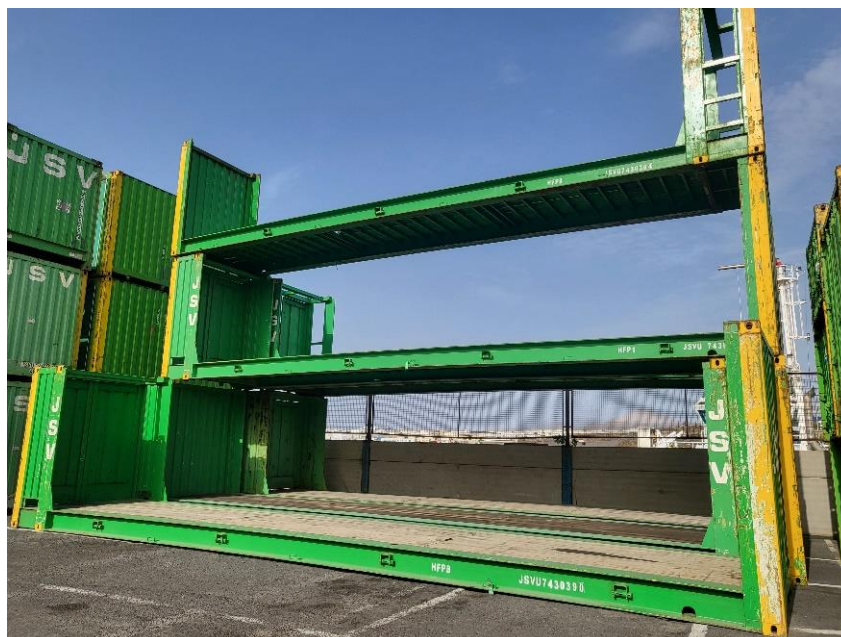


Imagen 8: Varios flat rack – Propia

5.7. Reefer

Está creado especialmente para el transporte de mercancías refrigeradas, congeladas o que necesitan un control de temperatura a través de una estructura aislada térmicamente e incorporada a una unidad de enfriamiento que se encarga de mantener constantemente la circulación del aire. El aire frío que circula por el contenedor proviene de un conducto especial ubicado en la parte inferior de la estructura, mientras que el aire caliente se recoge por una rejilla de la parte superior (donde también están los filtros de etileno, en caso de necesitarlos, para frutas que producen dicho etileno al madurar).

En los reefers es de especial importancia la correcta estiba de la mercancía para garantizar una buena regulación de la temperatura interior dejando un flujo de aire adecuado (al igual que, como veremos, pasa con el flujo de agua en un contenedor vivo), a pesar de que ya para este mismo fin, los suelos casi siempre son metálicos con unos surcos en forma de T. Además, en caso de necesitarlo, el contenedor puede dejar que entre el aire desde el exterior.

En la zona exterior y frontal se encuentra el compresor, motores y el panel de control desde donde se controlan las temperaturas, humedad y ventilación a la hora de transportar la mercancía. Estos contenedores también cuentan con una toma de corriente (normalmente trifásica) para alimentar la refrigeración autónoma del mismo, así como unos desagües para liberar exceso de agua producto de la condensación.

Las medidas y capacidad de carga pueden variar dependiendo del fabricante, pero normalmente son de 20 y 40 pies.

Hay varios tipos de contenedores reefer:

- Reefer estándar: son los más usados para las mercancías perecederas y mantienen temperaturas de entre -25°C a los +25°C.
- Reefer super freezer: su uso es para productos farmacéuticos y ciertos pescados congelados, están equipados con un potente motor y mayor aislamiento térmico.
- Reefer de atmósfera controlada: están equipados para regular los porcentajes de oxígeno, nitrógeno y etileno dentro del contenedor, paralizando así la respiración de las frutas y verduras consiguiendo que las mismas puedan permanecer mucho más tiempo en el contenedor.
- Reefer ventilado: empleados para el transporte de ciertos alimentos de temporada, ya que ofrecen una alta capacidad de ventilación en su interior.



Imagen 9: Varios reefers – Propia

5.8. Tank o cisterna

Estos contenedores consisten básicamente en un tanque / cisterna con recubrimiento aislante, dentro de un marco que se ajusta a las medidas de los estándares ISO (normalmente 20' o 40') y que permite el trincaje adecuado de la cisterna.

Pueden ser utilizados tanto para cargas líquidas a granel (zumo, leche, aceite, vino, etc.), como para mercancías peligrosas.

Contenedor IMO, es como se denomina a este tipo de contenedor cuando lleva en su interior líquidos o gases considerados como mercancías peligrosas en el Código IMDG, y debe llevar etiquetas en los cuatro costados en la que se indica el número IMO y la clase, que sirve para identificar el tipo de mercancía (peligrosidad) y sus características. Las 9 clases diferenciadas corresponderían a: explosivos, gases, líquidos inflamables, sólidos inflamables, combustibles y peróxidos orgánicos, tóxicos, material radioactivo, corrosivos y objetos peligrosos diversos.

El transporte marítimo de mercancía peligrosa está regulado por distintos organismos dependiendo de factores como el medio de transporte, el país de origen o el de destino.

A la hora del transporte de la mercancía en los contenedores IMO se debe tener en cuenta el Código IMDG, que establece la clasificación de las mercancías, su adecuado embalaje y preparación de manera que no suponga ningún riesgo a lo largo del trayecto, el correcto etiquetado, y la estiba y asegurado de la carga. Así pues, de no categorizarse y señalizarse correctamente y transportarse en este tipo de contenedores adecuados para ellas, estas mercancías podrían ocasionar numerosos accidentes durante su traslado.

Estos IMO tank, suelen llevar instalados numerosos equipos, siendo algunos de los más comunes: válvulas internas de fondo con limitador de caudal y apertura con palanca de retorno automático para conexiones a fase líquida y fase gas, llave con manómetro, válvula interna de seguridad de sobrepresión, armario porta válvulas, etc.

Para cumplir con todas las normativas aplicables, las cisternas de mercancías peligrosas deben ser sometidas a numerosos controles y pruebas, entre ellas: inspecciones según código de diseño, radiografiado de las soldaduras, prueba hidráulica, prueba de estanqueidad de válvulas, pruebas según ISO y CSC.

Los contenedores cisterna se clasifican principalmente en:

- Para líquidos no peligrosos: presión mínima 45 kPa (T0), presión mínima 150 kPa (T1), presión mínima 265 kPa (T2).
- Para líquidos peligrosos: presión mínima 150 kPa (T3), presión mínima 265 kPa (T4), presión mínima 400 kPa (T5), presión mínima 600 kPa (T6).
- Para gases: presión mínima 910 kPa (T7), presión mínima 2200 kPa (T8), presión mínima por decidir (T9).
- Contenedor de tanque presurizado para líquidos y gases: líquidos de mercancías no reguladas (K0); tanque de líquidos mercancías peligrosas \leq presión de 2,65 bar (K1); tanque de líquidos de mercancías peligrosas $>2,65$ bar y \leq presión de 10 bar (K2); tanque de líquidos mercancías peligrosas > 10 bar de alta presión (K3); tanque de líquidos mercancías no reguladas que requieren suministro de energía (K4); tanque de líquido para mercancías peligrosas ≤ 10 bar que requieren suministro de energía (K5); tanque de líquido para mercancías peligrosas de presión > 10 bar que requiere fuente de alimentación (K6); tanque criogénico (K7); tanque de gasolina (K8).



Imagen 10: Contenedores cisterna – Propia

Otro tipo de contenedores para transportar líquidos a granel son los Flexi tank, siendo una alternativa al contenedor cisterna. Su estructura consiste en un contenedor estándar, la mayoría de 20 pies, y en su interior se encuentra un depósito o bolsa flexible de polietileno de un único uso.

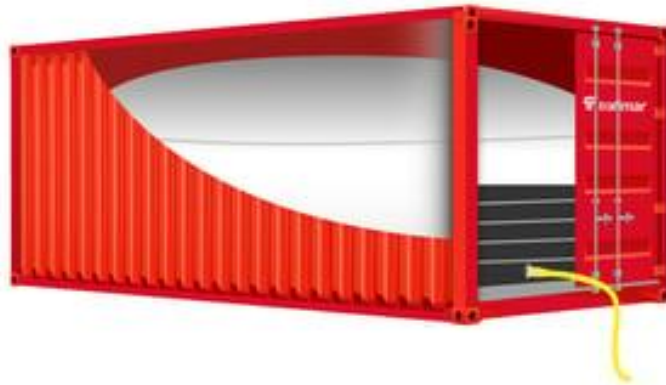


Imagen 11: Flexi tank – (DSV, 2023)

Visto esto, podemos entender que tanto las características y normativas de estas cisternas y flexi tanks como de los reefers, asentaron con los años las bases para la creación de los nuevos contenedores vivos, al ser algunas de sus principales complicaciones, el hecho de tener que estar refrigerado, contener un líquido que es en cierta forma contaminante* (al poder transportar al destino del contenedor microorganismos propios del ecosistema de origen, como ocurre con las aguas de lastre).

6. El contenedor vivo

Sobra decir los pros de consumir productos frescos, aunque si es de explicar y analizar la complejidad del transporte de seres vivos, y más si son acuáticos. Ya que para ello, es necesario tener en cuenta un gran número de factores, algunos de los cuales se detallaran en este apartado, desde los estudiados en relación al mejillón, la salinidad, oxígeno, temperatura, etc., hasta la tecnología que dicho contenedor conlleva, necesitando diseñar un medio de transporte de características acordes al producto acuático a transportar, teniendo en cuenta entre otras muchas cosas, la integridad del contenedor (equipo a prueba del movimiento continuo y en un ambiente corrosivo), su medio de carga y descarga, obligaciones aduaneras y fitosanitarias del producto, o el cumplimiento de todas las normativas vigentes para dicho transporte.

Actualmente, como veremos, los productos acuáticos más transportados son los peces, llevándose normalmente vivos, o bien en contenedores de tipo tank / cisterna, parecido a si de un líquido a granel se tratase, pero llevando durante toda su travesía un control más exhaustivo del producto, ya que además de controlar la temperatura, deben tenerse en cuenta otros datos como los niveles de oxígeno del agua, la limpieza y sustitución de esta, etc.; o en bins / contenedores / cajas viveros normalmente isotérmicas plásticas de todos los tamaños (no más grandes que un palet), que es el método de almacenaje y transporte más usado para los crustáceos y el marisco.

6.1. La acuicultura en el mundo

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Ganadería (FAO, por sus siglas en inglés, y a la cual nos referiremos varias veces a lo largo del presente trabajo), prevé en uno de sus informes que en 2050 la población mundial aumentará hasta unos 9100 millones de personas, con el consiguiente aumento de la demanda de alimentación, la problemática de disponer de una oferta de recursos alimenticios limitados y su tan hablado agravamiento del cambio climático (FAO, 23).

Visto esto, varios investigadores publicaron en la revista "Nature" un estudio calculando que la producción mundial de alimentos de mar podría aumentar entre el 36% y 74% para 2050 utilizando prácticas de pesca sostenibles y la acuicultura (estos últimos años la venta de productos del mar ha crecido entre un 2% y un 4%, mientras que la media del conjunto de la alimentación no llega al 0,5%). Además, calculan que la acuicultura podría llegar a ser el 44% de toda la carne procedente del mar que se consuma, un cambio similar al ocurrido en tierra dejando de cazar y utilizando la agricultura y la ganadería. Para esto,

desde el Centro de Investigaciones Marinas de la Universidad de Vigo (CIM), participante en el estudio, afirman que para alcanzar los máximos niveles de sostenibilidad, la sociedad debe modificar sus hábitos, para cambiar la demanda alimenticia hacia especies marinas que generen unos impactos ambientales menores, como los bivalvos (más sostenibles todavía que otras acuiculturas que requieren de alimentos como harina y aceite de pescado), y ponen como ejemplo Galicia, donde ya se tiene una demanda más afín con estas características (y como veremos, también una oferta más orientada al futuro).

6.1.1. Los afloramientos como razón de vida

Tras numerosos estudios, se pudo establecer que el crecimiento de los mariscos (tanto crustáceos como moluscos), en su medio natural depende de la cantidad y calidad del alimento disponible junto con algunos factores como la temperatura. El crecimiento puede interpretarse como la conjunción de varios procesos fisiológicos tales como la filtración, ingestión, absorción y asimilación, todos relacionados con las características del alimento disponible, el cual, se encuentra en buena parte de las costas del mundo y como mostraré, también en grandes cantidades y rico en nutrientes en las rías gallegas gracias a las características oceanográficas de dichas costas, especialmente en las Rías Bajas, donde se produce el llamado afloramiento marino o costero.

Estos afloramientos, suelen estar asociados a importantes áreas de pesca en diversos lugares del mundo, tanto es así, que cerca del 90% de las zonas pesqueras están concentradas en el 2-3% del área total de los océanos, y se encuentran principalmente en estos afloramientos, en su mayoría en la costa oeste de los continentes, siendo los mayores en la costa noroeste de EEUU, en la costa sudoccidental y noroeste de África, en las costas de Perú y Chile (otro gran productor acuícola a nivel mundial), así como también en el noroeste peninsular y oeste de Irlanda.

6.1.2. Actualidad y previsión económica de los productos acuáticos

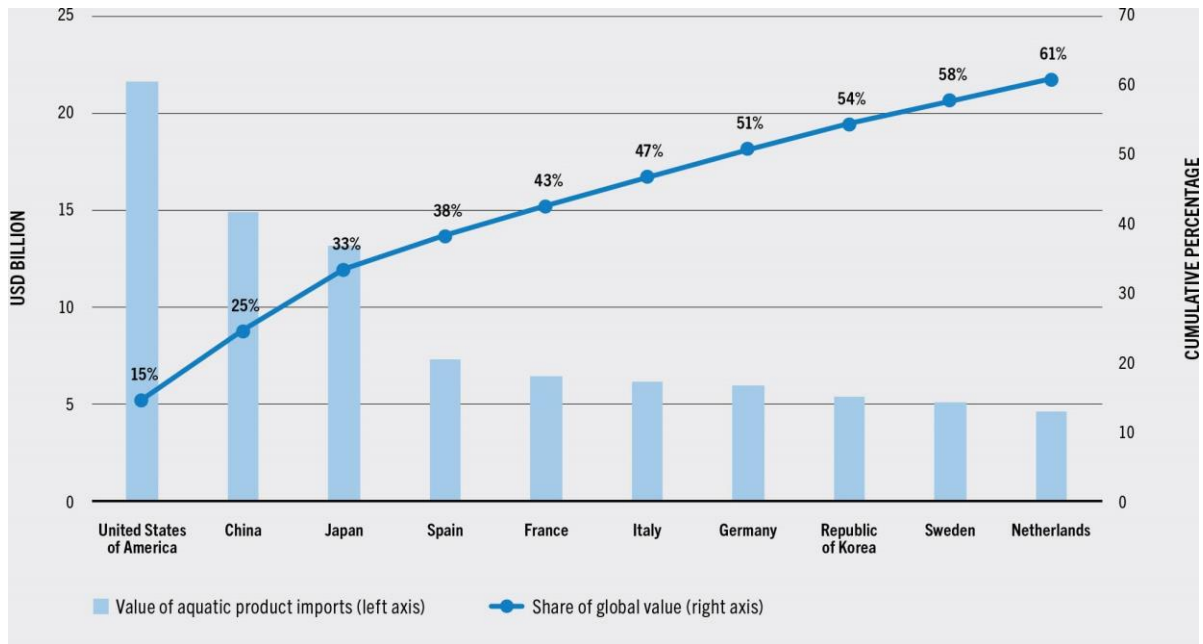
El crecimiento económico asociado a la globalización es en gran parte la razón de la expansión del comercio internacional de productos acuáticos, con ello, y las políticas comerciales liberales, entre otras cosas, los productores han podido acceder a mercados lejanos y los consumidores han diversificado sus opciones de alimentación más allá de las especies capturadas o cultivadas localmente. Además, el crecimiento de los ingresos y la

clase media en países de ingresos bajos y medios, han aumentado esta demanda agregada de productos acuáticos, generando importantes ingresos de exportación, empleo y valor añadido, así como contribuyendo a la seguridad alimentaria mundial con la participación de varios actores interrelacionados en el transporte marítimo, la elaboración, la venta al por mayor y al por menor.

La demanda ha crecido más rápido en países de ingresos no altos que en los de altos ingresos, pasando de importar en los años 80 los países ricos el 90% del valor mundial de los productos acuáticos, a importar el 75%, siendo el este y sudeste asiático donde más ha aumentado esta demanda interna de los países al expandirse rápidamente su clase media. A pesar de este incremento en la demanda de los países de ingresos no altos, la preferencia por especies de alto valor y productos de mayor valor agregado en países de ingresos altos hace que el promedio de las importaciones de estos países sea de 3,2 dólares por kg, siendo de 1,4 dólares por kg en los países restantes.

En los últimos años, las tasas de crecimiento del comercio de productos acuáticos se han desacelerado, a la par que lo ha hecho el comercio mundial en general, entrando ya en una fase en la que la mayoría de los productos acuáticos se comercializan en rutas bien establecidas entre socios comerciales a largo plazo, dejando pocas y limitadas oportunidades para nuevos mercados.

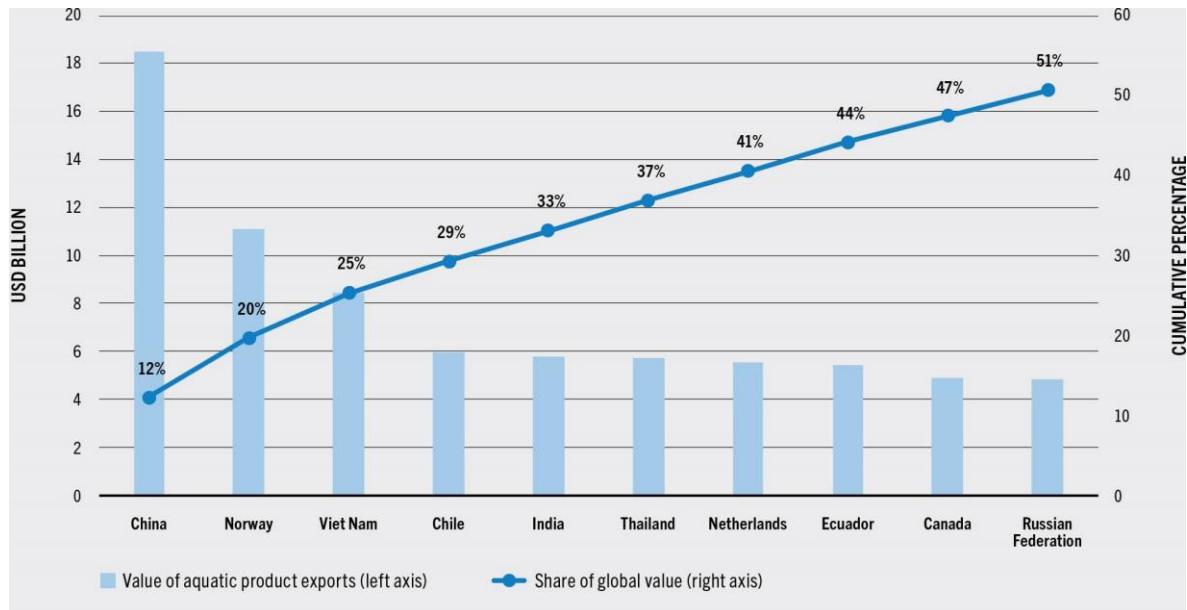
La UE representó en 2020 el 34% del valor mundial de las importaciones acuáticas, siendo EE. UU. el país con más importaciones de este tipo, aunque en términos de volumen (peso vivo), China es con diferencia el país que más importa, ya que lo hace también como materia prima para procesar y luego reexportar productos procesados o de valor agregado (como se puede apreciar en las Gráficas 1 y 2, gráficas de importaciones y exportaciones).



Gráfica 1: Principales importadores de productos acuáticos por valor en 2020 – (FAO, 23)

Algunos países de altos ingresos siguen siendo principales exportadores de productos acuáticos, como Noruega y Chile, pero así como en 1976 representaban el 71% del valor de las exportaciones mundiales, ahora representan menos del 50%, debido a que los países con ingresos no altos se han visto beneficiados, entre otras cosas, de la liberación del comercio, como China o incluso Viet Nam, en el caso del primero, pasando de representar el 1,6% de las exportaciones en 1976, al 12% en 2020, convirtiéndose en el mayor productor, exportador y procesador de productos acuáticos del mundo, siendo sus principales importadores Japón, EEUU y la República de Corea.

Noruega exportó 11 mil millones de dólares en productos acuáticos, siendo el mayor productor mundial de salmón y su principal cliente Europa. Viet Nam siendo el tercer mayor exportador se centra en la panga y el camarón cultivados. Chile, ha aprovechado sus costas con afloramientos marinos para convertirse en el segundo productor de salmónes, así como uno de los principales exportadores de mejillones. La UE es el mayor exportador en términos globales, pero siendo casi el 80% dentro de la propia Unión Europea.



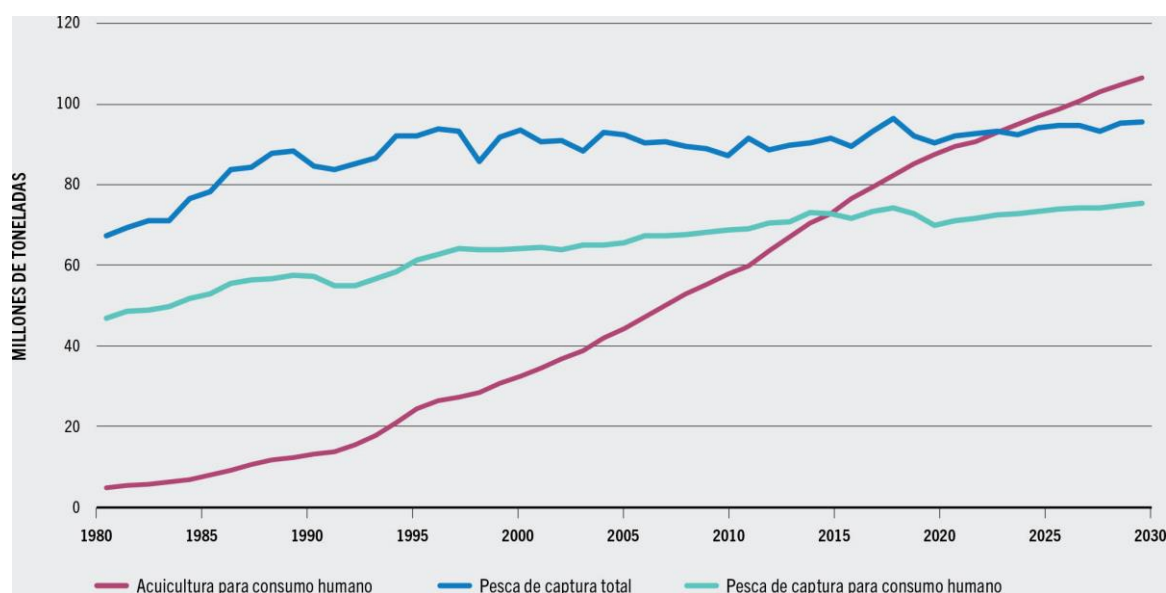
Gráfica 2: Principales exportadores de productos acuáticos por valor en 2020 – (FAO, 23)

El valor nominal de las exportaciones de productos acuáticos fue de casi 20 veces más en 2020 que en 1976, comparable a la expansión del comercio mundial de mercancías, que aumento a una tasa del 6,8% anual en términos nominales y del 3,7% en términos reales (OMC, 2023), mientras que el total de productos acuáticos exportados creció en un 2,9% anual.

A raíz de estudios basados en el análisis de los datos internacionales del estado mundial de la pesca y la acuicultura, la FAO concluía, entre otras, con las siguientes previsiones para 2030 (FAO, 23):

- Aumentarán la producción, el consumo y el comercio, aunque irá ralentizando su ritmo de crecimiento.
- La producción de captura crecerá levemente (al aumentar en zonas donde los recursos se gestionan de manera adecuada).
- La producción acuícola colmará la mayor parte de la brecha entre la oferta y la demanda (al aumentar su producción, aunque también se desacelerará).
- La oferta de alimentos acuáticos en general crecerá, pero disminuirá el consumo per cápita en África (principalmente en la África subsahariana).
- El comercio aumentará lentamente, pero manteniéndose estable la proporción de la producción que se exporta (al muchos países consumir abundantemente su propio producto, como China).
- Las nuevas reformas y políticas que aplicará China como continuación de sus planes quinquenales repercutirán a nivel mundial, cambiando precios, producción y consumo.

Tanto el sector de la pesca como el de la acuicultura aumentarán sus precios en valores nominales a lo largo de la próxima década, debido a por un lado la demanda, con la mejora de ingresos, el crecimiento demográfico y el aumento de precios de la carne; y por otro lado la oferta, con el débil aumento de la producción de pesca de captura, la ralentización del crecimiento de la producción acuícola y la presión de los costos de la energía, el aceite de pescado y los piensos, ya que estos repercutirán cambiando la producción hacia especies que requieran piensos más baratos, menor cantidad de ellos, o que directamente no necesiten ser alimentados por los productores, como en el caso de los moluscos. La ralentización del crecimiento de la producción China también aumentará los precios tanto allí, como en las estadísticas mundiales. Para 2030 se prevé el aumento del precio medio de los productos comercializados un 33%, de los productos de la acuicultura un 29% y del pescado capturado un 19% (sin incluir el que no se destina a usos alimentarios).



Gráfica 3: Producción mundial de la pesca de captura y la acuicultura, 1980-2030 - (FAO, 23)

Estas previsiones, son probables en los supuestos económicos, de políticas y ambientales conocidos actualmente, pero la variación de cualquier supuesto podría cambiarlas por completo. Las mayores incertidumbres a corto plazo para estas previsiones serían el COVID-19 (y sus ya tan conocidos efectos conexos negativos), así como la guerra entre la Federación de Rusia y Ucrania (lo que puede provocar repercusiones para la seguridad alimentaria, al afectar al comercio, precios, logística, producción, inversión, crecimiento económico y medios de vida).

6.1.3. Distribución de la acuicultura

En el mundo, ya existía la acuicultura, o más bien ostricultura desde el siglo V y IV a. C. en China (además de haber referencias del cultivo de carpas sobre el 3500 a. C), y como dio fe Aristóteles, también la había en la Grecia clásica; así como Séneca y Plinio dejaron constancia del sector en la antigua Roma.

La acuicultura marina, o maricultura, puede clasificarse entre las que utilizan especies que su cultivo tiene lugar en el mar durante todo el ciclo productivo, cuando las especies dependen de semillas silvestres procedentes del mar (como los mejillones), o las que se crían en tierra y están en el mar solo en la fase de crecimiento (como el salmón Atlántico), o incluso en agua dulce. Así como en la producción de especies que es necesario alimentar o las que no, la producción de estas últimas fue en 2020 de unos 24,3 millones de toneladas, de las cuales, 8,2 fueron peces de aleta alimentados por filtración y 16,2 invertebrados acuáticos (principalmente bivalvos). La producción acuícola total fue de 122,6 millones de toneladas en peso vivo en 2020, manteniendo su tendencia de crecimiento, de las cuales, 87,5 millones de toneladas pertenecen mayormente a animales acuáticos para el consumo humano, y el resto a algas tanto para uso alimentario como no alimentario, aunque 700 toneladas corresponden a conchas y perlas para su uso ornamental.

A escala continental, Chile es el principal productor de las Américas, China de Asia y Noruega de Europa, y todas ellas crecieron. En África se produjo una pequeña contracción al caer el crecimiento de su principal productor que es Egipto, y llevar Nigeria desde 2016 con una tendencia descendente; el resto registró un incremento del 14,5% que, aunque no han experimentado desarrollo en cuanto a especies no alimentadas, si se está acelerando el desarrollo de cultivo de moluscos a través de criaderos de propiedad internacional. El ritmo medio anual de crecimiento disminuyó del 9,5% entre 1990-2000, al 4,6% entre 2010-2020, siendo de 3,3% entre 2015-2020. Como se puede apreciar en la tabla, Asia domina desde hace décadas la producción acuícola mundial con el 91,6% de los animales acuáticos y algas en 2020, existiendo grandes diferencias entre sus países, ya que solo China ha tenido una producción acuícola en 2022 del 56,7% de los animales acuáticos y del 59,5% de las algas a nivel mundial (dominando así entre otras cosas el cultivo de especies de peces de aleta en jaulas junto con Chile y Noruega, que lo hacen aprovechando sus fiordos protegidos del mar abierto).

| Regiones y países seleccionados | 2010 | | | 2020 | | |
|--------------------------------------|--|-----------------|--------------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| | Animales | Algas | Todas las especies | Animales | Algas | Todas las especies |
| | <i>(miles de toneladas, peso vivo)</i> | | | | | |
| África | 1 286,1 | 138,3 | 1 424,4 | 2 250,2 | 104,1 | 2 354,3 |
| <i>(porcentaje mundial)</i> | <i>(2,23)</i> | <i>(0,69)</i> | <i>(1,83)</i> | <i>(2,57)</i> | <i>(0,30)</i> | <i>(1,92)</i> |
| Egipto | 919,6 | | 919,6 | 1 591,9 | | 1 591,9 |
| <i>(porcentaje en África)</i> | <i>(71,50)</i> | | <i>(64,56)</i> | <i>(70,74)</i> | | <i>(67,62)</i> |
| África septentrional, excepto Egipto | 10,1 | | 10,1 | 40,1 | 0,3 | 40,4 |
| <i>(porcentaje en África)</i> | <i>(0,78)</i> | | <i>(0,71)</i> | <i>(1,78)</i> | <i>(0,27)</i> | <i>(1,72)</i> |
| Nigeria | 200,5 | | 200,5 | 261,7 | | 261,7 |
| <i>(porcentaje en África)</i> | <i>(15,59)</i> | | <i>(14,08)</i> | <i>(11,63)</i> | | <i>(11,12)</i> |
| África subsahariana, excepto Nigeria | 155,9 | 138,3 | 294,2 | 356,5 | 103,8 | 460,3 |
| <i>(porcentaje en África)</i> | <i>(12,12)</i> | <i>(100,00)</i> | <i>(20,66)</i> | <i>(15,84)</i> | <i>(99,73)</i> | <i>(19,55)</i> |
| Américas | 2 514,6 | 12,9 | 2 527,6 | 4 375,2 | 25,3 | 4 400,5 |
| <i>(porcentaje mundial)</i> | <i>(4,35)</i> | <i>(0,06)</i> | <i>(3,24)</i> | <i>(5,00)</i> | <i>(0,07)</i> | <i>(3,59)</i> |
| Chile | 701,1 | 12,2 | 713,2 | 1 485,9 | 19,6 | 1 505,5 |
| <i>(porcentaje en las Américas)</i> | <i>(27,88)</i> | <i>(94,17)</i> | <i>(28,22)</i> | <i>(33,96)</i> | <i>(77,39)</i> | <i>(34,21)</i> |
| Resto de América Latina y el Caribe | 1 154,5 | 0,8 | 1 155,3 | 2 270,1 | 5,4 | 2 275,5 |
| <i>(porcentaje en las Américas)</i> | <i>(45,91)</i> | <i>(5,83)</i> | <i>(45,71)</i> | <i>(51,89)</i> | <i>(21,43)</i> | <i>(51,71)</i> |
| América del Norte | 659,0 | | 659,0 | 619,2 | 0,3 | 619,5 |
| <i>(porcentaje en las Américas)</i> | <i>(26,21)</i> | | <i>(26,07)</i> | <i>(14,15)</i> | <i>(1,19)</i> | <i>(14,08)</i> |
| Asia (excluido Chipre) | 51 228,8 | 20 008,2 | 71 237,0 | 77 377,0 | 34 916,3 | 112 293,3 |
| <i>(porcentaje mundial)</i> | <i>(88,70)</i> | <i>(99,18)</i> | <i>(91,41)</i> | <i>(88,43)</i> | <i>(99,54)</i> | <i>(91,61)</i> |
| China (continental) | 35 513,4 | 12 273,3 | 47 786,7 | 49 620,1 | 20 862,9 | 70 483,1 |
| <i>(porcentaje en Asia)</i> | <i>(69,32)</i> | <i>(61,34)</i> | <i>(67,08)</i> | <i>(64,13)</i> | <i>(59,75)</i> | <i>(62,77)</i> |
| India | 3 785,8 | 4,2 | 3 790,0 | 8 636,0 | 5,3 | 8 641,3 |
| <i>(porcentaje en Asia)</i> | <i>(7,39)</i> | <i>(0,02)</i> | <i>(5,32)</i> | <i>(11,16)</i> | <i>(0,02)</i> | <i>(7,70)</i> |
| Indonesia | 2 304,8 | 3 915,0 | 6 219,8 | 5 226,6 | 9 618,4 | 14 845,0 |
| <i>(porcentaje en Asia)</i> | <i>(4,50)</i> | <i>(19,57)</i> | <i>(8,73)</i> | <i>(6,75)</i> | <i>(27,55)</i> | <i>(13,22)</i> |
| Viet Nam | 2 683,1 | 18,2 | 2 701,3 | 4 600,8 | 13,9 | 4 614,7 |
| <i>(porcentaje en Asia)</i> | <i>(5,24)</i> | <i>(0,09)</i> | <i>(3,79)</i> | <i>(5,95)</i> | <i>(0,04)</i> | <i>(4,11)</i> |
| Bangladesh | 1 308,5 | | 1 308,5 | 2 583,9 | | 2 583,9 |
| <i>(porcentaje en Asia)</i> | <i>(2,55)</i> | | <i>(1,84)</i> | <i>(3,34)</i> | | <i>(2,30)</i> |
| Resto de Asia | 5 633,1 | 3 797,4 | 9 430,5 | 6 709,6 | 4 415,8 | 11 125,4 |
| <i>(porcentaje en Asia)</i> | <i>(11,00)</i> | <i>(18,98)</i> | <i>(13,24)</i> | <i>(8,67)</i> | <i>(12,65)</i> | <i>(9,91)</i> |
| Europa (incluido Chipre) | 2 537,3 | 2,1 | 2 539,4 | 3 270,0 | 21,8 | 3 291,7 |
| <i>(porcentaje mundial)</i> | <i>(4,39)</i> | <i>(0,01)</i> | <i>(3,26)</i> | <i>(3,74)</i> | <i>(0,06)</i> | <i>(2,69)</i> |
| Noruega | 1 019,8 | | 1 019,8 | 1 490,1 | 0,3 | 1 490,4 |
| <i>(percentage in Europe)</i> | <i>(40,19)</i> | | <i>(40,16)</i> | <i>(45,57)</i> | <i>(1,54)</i> | <i>(45,28)</i> |
| Unión Europea (27) | 1 072,1 | 1,4 | 1 073,5 | 1 093,8 | 0,5 | 1 094,3 |
| <i>(percentage in Europe)</i> | <i>(42,25)</i> | <i>(70,17)</i> | <i>(42,27)</i> | <i>(33,45)</i> | <i>(2,38)</i> | <i>(33,24)</i> |
| Resto de Europa | 445,5 | 0,6 | 446,1 | 686,1 | 20,9 | 707,0 |
| <i>(percentage in Europe)</i> | <i>(17,56)</i> | <i>(29,83)</i> | <i>(17,57)</i> | <i>(20,98)</i> | <i>(96,08)</i> | <i>(21,48)</i> |
| Oceanía | 189,7 | 12,8 | 202,5 | 228,5 | 10,1 | 238,6 |
| <i>(porcentaje mundial)</i> | <i>(0,33)</i> | <i>(0,06)</i> | <i>(0,26)</i> | <i>(0,26)</i> | <i>(0,03)</i> | <i>(0,19)</i> |
| MUNDO | 57 756,4 | 20 174,3 | 77 930,7 | 87 500,9 | 35 077,6 | 122 578,5 |

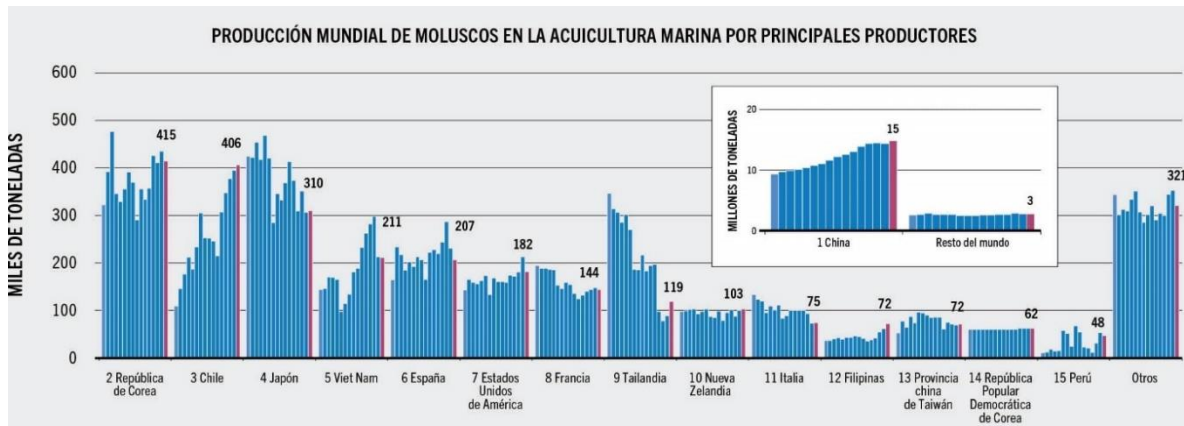
Tabla 1: Distribución de la producción acuícola por regiones y principales productores - (FAO, 23)

De las 494 especies reconocidas taxonómicamente cultivadas en el mundo, 313 son peces de aleta, 88 especies de moluscos, 49 especies de crustáceos, 31 especies de algas, 6 especies de invertebrados marinos, 3 especies de ranas, 2 especies de tortugas acuáticas y 2 especies de cianobacterias.

A pesar de que la media mundial de producción de bivalvos marinos con relación al total de producción acuática es de 18,4%, algunos países tienen un elevado porcentaje de su producción destinado a este cultivo, como Nueva Zelanda (86,9%), Francia (75,4%), España (74,8%), República de Corea (69,7%), Italia (61,6%) y Japón (51,8%)

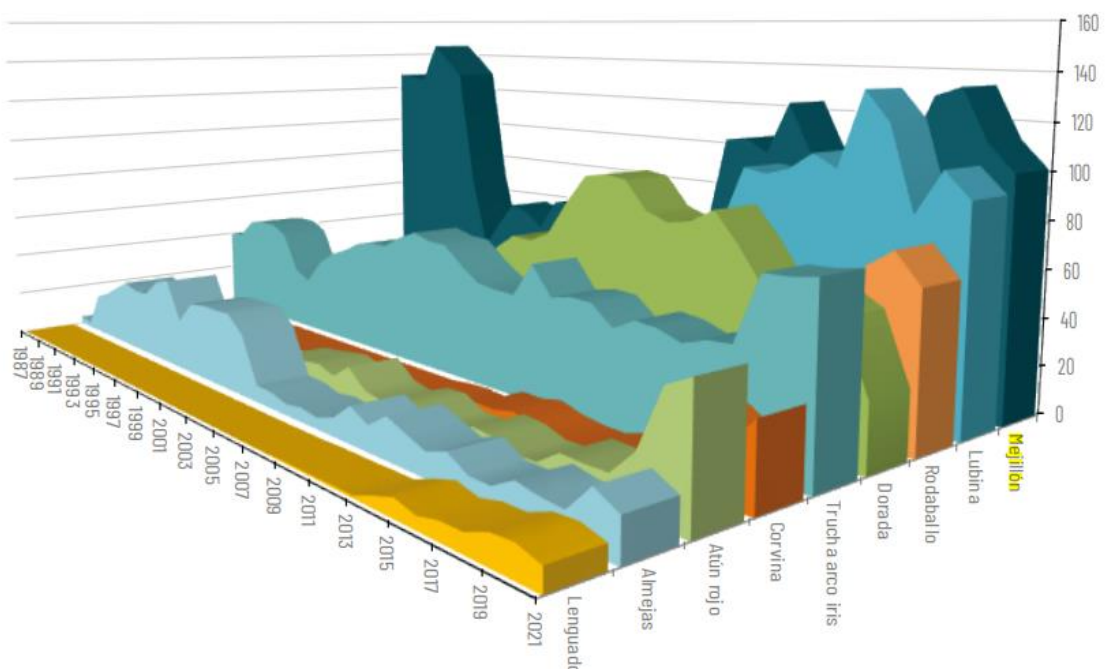
Las vieiras, almejas, ostras y mejillones son los moluscos bivalvos más comercializados internacionalmente. De los 17,7 millones de toneladas de moluscos producidas en 2020, principalmente bivalvos, la mayoría se cultivaron en China, varios países europeos y América del Norte, siendo estos también algunos de los que representan la mayor parte de la demanda de importaciones. La demanda se ha mantenido estable, viéndose beneficiados por la percepción positiva de los consumidores al considerarse parte de una alimentación saludable y sostenible. En 2020, las exportaciones mundiales de bivalvos alcanzaron los 4300 millones, casi el 3% del valor de las exportaciones mundiales de todos productos acuáticos. Sin embargo, en África la acuicultura de bivalvos sigue siendo insignificante (a pesar del aumento gracias a proyectos de la FAO de transferencia de tecnologías de cultivo, como de almejas en Yibuti o de mejillones en Marruecos).

El desarrollo de la acuicultura mundial de moluscos ha sido relativamente lento, principalmente por los estrictos requisitos sanitarios internacionales que exigen el control de las aguas y el cumplimiento de normas de inocuidad, las dificultades de acceso a las larvas por su complejidad y los estrictos requisitos en materia de bioseguridad en relación con los mercados de exportación.



Gráfica 4: Producción mundial de moluscos en la acuicultura marina por principales productores, 2005-2021 – (FAO, 23)

Según la Asociación Empresarial de Acuicultura Española (APROMAR), en 2021 la cosecha acuícola en España fue de 327.309 toneladas por un valor de primera venta de 629 millones de euros. Siendo el producto más relevante, con una enorme diferencia en cuanto a cantidades cosechadas, el mejillón con 255.303 Tm (el 62% destinado al mercado en fresco pasando de los productores a las depuradoras, y el 38% a la industria, o sea cocederos y conservas), seguido de la lubina con 23.924 Tm, la trucha arco iris con 15.357 Tm y la dorada con 9.632 Tm. A pesar de estas grandes diferencias de cultivo, en cuanto al valor, las cantidades finales no son tan dispares, como se puede apreciar en la gráfica de la Gráfica 5.



Gráfica 5: Evolución del valor de la cosecha de la acuicultura española, en millones de euros y por especies, en el periodo 1987-2021 - (Apromar, 2021)

6.1.4. Consumo demográfico de marisco fresco

En España, al igual que en la mayoría de los países del mundo, después de analizar entre otros, los datos del gobierno de los informes anuales de consumo de marisco, se puede resumir que consumes más marisco cuanto más dinero poseas (y en parte, cuanto más cerca vivas de él).

Siendo más explícitos, los que más marisco fresco consumen per cápita en España son los retirados (un 80% más que la media nacional, que es de unos 6-8 kg / persona / año aproximadamente, dependiendo del año), las parejas sin hijos, los adultos independientes y las parejas que tienen hijos de mediana edad o mayores, así como los mayores de 35 años. Fijándonos en la clase socioeconómica, la población de clase alta y media alta es la que mayor consumo per cápita tiene, siendo este nivel de consumo directamente proporcional a la clase social, y siendo también las parejas con hijos pequeños y los menores de 35 años siempre los que menos marisco consumen según las estadísticas anuales (obviamente, ambos grupos suelen ir más justos de dinero en comparación con las personas que se encuentran en otras etapas / con otro tipo de vida).

La cercanía, siempre ha sido un factor de consumo fundamental a lo largo de la historia en todo tipo de alimentos, y en parte lo continúa siendo, ya que por CCAA donde más se consume marisco fresco es el Principado de Asturias, Galicia y Cataluña, siendo la Comunidad Autónoma con menor consumo per cápita Canarias.

6.2. El mejillón

Uno de los grupos de mayor importancia y diversidad del reino animal, con más de 50.000 especies (la mayoría acuáticas), es el Phylum Mollusca; y dentro de Phylum, está la clase Bivalvia, que es la segunda clase con mayor número de especies, la forman básicamente especies que se encuentran encerradas entre dos conchas, como los mejillones y las ostras. En la subfamilia Mytilinae podemos encontrar dos especies de mejillón, que habitan el litoral rocoso en la zona intermareal y submareal, el género *Perna* (natural de regiones subtropicales y tropicales) y el género *Mytilus* (se da en latitudes templadas y boreales). Dentro del *Mytilus* se han descrito el *Mytilus galloprovincialis*, *Mytilus edulis*, *Mytilus chilensis*, *Mytilus californianus*, *Mytilus planulatus*, *Mytilus trossulus*, *Mytilus platensis* y *Mytilus unguiculatus*.

A lo largo de este apartado, nos referiremos constantemente al *Mytilus galloprovincialis*, principalmente porque como acabamos de ver es con diferencia el producto acuícola español más producido y exportado, además de aportar muchos factores favorables para su transporte, entre otros, como estudiaremos a continuación.

Consta de un aspecto en forma de hacha, puntiaguda y gruesa en el extremo anterior y ancha muy afilada (en función sobre todo de su lugar de crecimiento) en el lado posterior, exteriormente su color es negro azulado, marcado con líneas concéntricas (estrías de crecimiento), e internamente el manto (bolsa que recubre la masa corporal) es de color crema anaranjado (lo que lo diferencia de otros mariscos), más rojizas las hembras y más pálidos los machos, y en los bordes se encuentra una banda de color violeta oscuro; la parte interior de la concha tiene un aspecto nacarado de color gris azulado a violeta. Presenta una distribución natural que abarca principalmente todo el mar Mediterráneo y la costa atlántica oriental desde las islas británicas hasta la costa africana septentrional, aunque se puede encontrar, desde mi punto de vista, en medio mundo, al estar también en Sudáfrica, Chile, Australia, Japón, California, etc. A lo largo de la costa europea existen principalmente tres clases de *Mytilus*: el *M. galloprovincialis*, *M. edulis* y *M. trossulus*. Según la Global Invasive Species Database, el *M. galloprovincialis* forma parte de la lista de las 100 especies exóticas más invasoras, esto es debido, a su gran tolerancia a la variabilidad ambiental, adaptabilidad, resistencia a la exposición al aire y reproducción (se estima que cada hembra por puesta tiene unos 800.000 huevos).

Algunas de las denominaciones del mejillón son: *Mussel* (inglés), *Moule* (francés), *Miesmuschel* (alemán), *Cozza* o *Mitilo* (italiano), *Mexilhao* (portugués), *Mossel* (neerlandés), *Blasmusling* (danés), *Blaskjell* (noruego), *Mexillón Atlántico* (gallego), *Musclo* (catalán), *Clotxina* o *Clochina* (valenciano), *Muskullo* o *muskuilua* (euskera), *Mocejón* (Cántabro), etc.

6.2.1. Biología

En la actualidad, se podría decir que en Galicia se produce uno de los mejores mejillones del mundo gracias al ecosistema en el que se encuentra, como explicaré más adelante, y ahora es el propio mejillón el que nos ayuda también a mantener este ecosistema sano, o al menos a vigilar que lo siga estando, puesto que el mejillón es uno de los mayores filtradores de agua del océano, y por tanto un gran indicador ecológico. Tanto es así que ha sido utilizado a lo largo de los últimos años como especie indicadora de la contaminación en muchos lugares del mundo, al conseguir sobrevivir en zonas con poluciones por microorganismos y virus (salmonella, disentería, e incluso hepatitis), ser capaces de acumular petróleo y ciertos carbonos cancerígenos, numerosos metales pesados y hasta sustancias radiactivas y pesticidas. Con que, muchos biólogos marinos están realizando internacionalmente estudios para minimizar la contaminación marina a través del uso de los mejillones; pero no todo es bonito para el mejillón, ya que como todo héroe tiene su cryptonita, y en este caso es el detergente, uno de los productos altamente tóxicos para él.

Durante los últimos años se ha producido un incremento mundial en la frecuencia, intensidad y distribución geográfica de las floraciones de algas nocivas (HABs, del inglés Harmful Algal Blooms) y de las biotoxinas en la cadena alimentaria, para justificarlo se debe observar: la dispersión de especies a través de aguas de lastre, el calentamiento global que incrementa la temperatura del agua, la alteración de la circulación del agua por la construcción de puertos y playas artificiales, etc. En estas floraciones de microalgas nocivas están implicadas especies de fitoplancton productores de toxinas, y son las popularmente llamadas mareas rojas (aunque según su concentración, tipo de organismo productor y su profundidad pueden dar una coloración al agua azul, verde, parda o ser incolora).

Las toxinas marinas pueden clasificarse de diversas formas, aunque la más habitual es en base a los síntomas observados en humanos tras una intoxicación, encontrando cinco tipos:

- Intoxicación ciguatérica por consumo de pescado (CFP, ciguateric fish poisoning).
- Intoxicación neurotóxica por consumo de molusco (NSP, neurotoxic shellfish poisoning).
- Intoxicación amnésica por consumo de molusco (ASP, amnesic shellfish poisoning).
- Intoxicación paralizante por consumo de molusco (PSP, paralytic shellfish poisoning).
- Intoxicación diarreica por consumo de molusco (DSP, diarrhetic shellfish poisoning), siendo esta última la más común, provocando episodios de diarrea, náuseas, vómitos y dolor abdominal en las intoxicaciones agudas (los primeros registros de DSP son de Japón en 1976, encontrándose en España en 1978).

En el caso de Galicia, a fin de realizar un control sanitario que cumpla con las normativas alimenticias más estrictas, todos los días se realizan extracciones de mejillón en diferentes puntos de los múltiples polígonos de bateas y a diferentes profundidades, a fin de detectar las toxinas absorbidas por el mejillón y decidir si este y otros mariscos se encuentran aptos para el consumo humano en dicho momento, así pues, diversos polígonos de bateas se encuentran cerrados temporalmente (sin posibilidad de extracción para su venta) parte del año debido a estas toxinas que se encuentran en el mejillón, y que en los días sucesivos se irán eliminando mediante su propio proceso biológico, a medida que van bombeando y filtrando agua a través de sus branquias, donde están los cilios, que retienen el fitoplancton (y otras partículas) para llevarlo hacia su boca.

El encargado de asegurar la calidad y salud del mejillón gallego (mediante el exhaustivo control y cierre temporal de los polígonos bateiros), es INTECMAR, el Instituto Tecnológico para el Control del Medio Marino, creado a partir de la Ley 3/2004, del 7 de junio, dependiente de la Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos en la Comunidad Autónoma de Galicia. La finalidad de INTECMAR se basa en proporcionarle un cumplimiento formal a la legislación vigente sobre la producción de moluscos y otros organismos marinos, contribuyendo entre otras muchas cosas a conseguir unos productos de óptima calidad con absoluta garantía sanitaria y a la realización de estudios científico-técnicos para la correcta gestión de los recursos marinos.

El mejillón es un animal sésil (vive fijo a las rocas, al fondo en la zona de entre mareas, a las cuerdas, madera... sujetándose con unos ligamentos que él mismo produce denominado biso) y también es dioico (tiene sexos separados). Su proceso reproductivo se produce durante el desove (principalmente en primavera en Galicia), donde el macho suelta espermatozoides al agua que posteriormente la hembra absorbe mediante la función habitual de bombeo alimenticio, así se depositan en su interior (en la cavidad paleal) y fecundan los óvulos maduros. Tras la eclosión, de los huevos sale la larva (llamada veliger, por su forma de vela) que adquiere un hábito pelágico durante algunos días, y una vez desarrollados los filamentos del biso, se fija a cualquier objeto marino sólido y permanece así, prácticamente estático, toda su vida (MAPAMA, 2017).

Respecto a la filtración, he encontrado estudios y publicaciones que aseguran que un solo mejillón filtra hasta 25 litros de agua diarios, pero otros donde se habla de un filtrado de entre 5 y 8 litros a la hora a 20 litros a la hora, a simple vista estos datos no parecen concordar en absoluto, pero estas variaciones son debidas a numerosos factores intervinientes en dichos estudios, desde la propia biología del mejillón, ya que dependerá del tamaño de mejillón en cuestión y de su etapa reproductiva; hasta de la climatología del ecosistema en que se

encuentra, ya que dependerá de la cantidad de agua, salinidad y temperatura de la misma a la que estos mejillones estén expuestos.

Como ya dije, el *M. Galloprovincialis* posee una gran adaptabilidad, y aunque su temperatura óptima varía entre 10°/15° C y 20° C, donde se pueden ver las mayores tasas de crecimiento, al ser una especie euriterma, resiste valores amplios de temperatura, aguantando, por ejemplo, inviernos en Yugoslavia a 7° C y veranos en el Lago de Bizerte con 27° C de media estival.

La salinidad es un factor importante en los moluscos, y en el caso este mejillón, tolera bastante bien un amplio abanico de salinidades, dejando de alimentarse al sobrepasar los extremos de 19 y 43 por mil respectivamente (un rango amplio en comparación con otros mariscos), y desarrollándose óptimamente entre 27 y 34 por mil, manteniéndose en las rías Gallegas este factor aproximadamente a 35 por mil la mayor parte del año, “e se chove que chova”, pero que tampoco llueva mucho, ya que en momentos puntuales las fuertes lluvias provocan importantes descensos de esta salinidad que pueden matar a cualquier marisco de agua salada, principalmente en aguas superficiales y próximas a las desembocaduras de los ríos (Durán Neira, Acuña Castroviejo, & Santiago Caamaño, 1990).

Para el depurado y transporte del mejillón, se ha estudiado que la intensidad respiratoria de este molusco es máxima a temperaturas de 21-22° C (viendo ralentizada a mayor o menor temperatura), la concentración de oxígeno en el agua para estas temperaturas es de unos 50 ml/kg de mejillón por hora, y la respiración óptima es de 30-35 ml/ kg hora. El transporte para el comercializado en fresco suele realizarse en vehículos isotermos a temperaturas inferiores de 3°/5°C durante 2 días (se conservan mejor bajo un paño húmedo), y para congelado suele hacerse a -18°/-22°C, pudiendo permanecer así de 3 a 6 meses (Mercasa, 2023).

El tamaño varía según los científicos entre 3 cm y hasta 13 cm (o incluso hasta 15), pudiendo llegar a alcanzar los 7 cm de longitud en su primer año, dependiendo en gran parte del ecosistema en el que se críen, pero también de muchos factores como la profundidad (puesto que el sol favorece el fitoplancton); pero estos supuestos son solo en condiciones favorables. Puesto que, las mayores tasas de reclutamiento y crecimiento se dan en los estilizados mejillones que se encuentran en la zona submareal de las costas (o sumergidos mediante suspensión como en las rías), ya que en la parte alta intermareal o en zonas extremadamente expuestas al oleaje, el mejillón no se encuentra tanto tiempo en el agua, comiendo menos, y centrándose más en endurecer y engordar su concha para resistir la acción mecánica del mar, que en crecer y engordar su carne, así, el mejillón que se encuentra en estas rocas intermareales tiende a tener menor tamaño y una concha más gorda además

de globosa; o como dicen los productores en Galicia, que tienen las “medras” desgastadas, refiriéndose con esto a los filos de las conchas que se van alargando a medida que crece el mejillón, las ya citadas estrías de crecimiento, y que el mejillón de estas rocas tiene redondeadas por el efecto del oleaje (no suelen tener tamaños superiores a 6 cm).

| COMPOSICIÓN NUTRICIONAL | Por 100 g de porción comestible | Recomendaciones día-hombres | Recomendaciones día-mujeres |
|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Energía (Kcal) | 60 | 3.000 | 2.300 |
| Proteínas (g) | 10,8 | 54 | 41 |
| Lípidos totales (g) | 1,9 | 100-117 | 77-89 |
| AG saturados (g) | 0,41 | 23-27 | 18-20 |
| AG monoinsaturados (g) | 0,35 | 67 | 51 |
| AG poliinsaturados (g) | 0,52 | 17 | 13 |
| Omega-3 (g) | 0,259 | 3,3-6,6 | 2,6-5,1 |
| C18:2 Linoleico (Omega-6) (g) | 0,027 | 10 | 8 |
| Colesterol (mg/1000 kcal) | 58 | <300 | <230 |
| Hidratos de carbono (g) | 0 | 375-413 | 288-316 |
| Fibra (g) | 0 | >35 | >25 |
| Agua (g) | 87,3 | 2.500 | 2.000 |
| Calcio (mg) | 80 | 1.000 | 1.000 |
| Hierro (mg) | 4,5 | 10 | 18 |
| Yodo (µg) | 35 | 140 | 110 |
| Magnesio (mg) | 23 | 350 | 330 |
| Zinc (mg) | 1,8 | 15 | 15 |
| Sodio (mg) | 210 | <2.000 | <2.000 |
| Potasio (mg) | 92 | 3.500 | 3.500 |
| Fósforo (mg) | 236 | 700 | 700 |
| Selenio (µg) | 56 | 70 | 55 |
| Tiamina (mg) | 0,1 | 1,2 | 0,9 |
| Riboflavina (mg) | 0,14 | 1,8 | 1,4 |
| Equivalentes niacina (mg) | 3 | 20 | 15 |
| Vitamina B ₆ (mg) | 0,008 | 1,8 | 1,6 |
| Folatos (µg) | 33 | 400 | 400 |
| Vitamina B ₁₂ (µg) | 8 | 2 | 2 |
| Vitamina C (mg) | Tr | 60 | 60 |
| Vitamina A: Eq. Retinol (µg) | Tr | 1.000 | 800 |
| Vitamina D (µg) | Tr | 15 | 15 |
| Vitamina E (mg) | 0,9 | 12 | 12 |

Tabla 2: Composición del mejillón y recomendaciones de ingestas nutricionales / día para hombres y mujeres de 20 a 39 años con una actividad física moderada. - (MAPAMA, 2017)

6.2.2. Factores positivos

- Facilidad para el transporte gracias a su gran resistencia biológica a la temperatura, la salinidad, el aire, etc.
- Mejora la calidad de agua del océano gracias a su elevada capacidad de filtración, además eliminan el nitrógeno y el carbono del océano al absorberlo en sus viandas.
- Cultivo / crianza sostenible, ya que tiene un impacto ambiental mínimo, y más si lo comparamos con la carne de vaca, pollo o pescado que tienen una mayor huella ambiental.
- En su cultivo no se utilizan ni antibióticos, ni otros productos químicos.
- No necesita agua dulce, ni alimento externo.
- Los principales métodos de cultivo influyen positivamente en el ecosistema, creando un hábitat complejo de gran riqueza y abundancia de especies (como gran variedad de peces e invertebrados).
- Fácil reproducción, sin ayuda externa.
- Amplia variedad geográfica de implantación, ya que posee una gran tolerancia a la variabilidad ambiental, adaptabilidad y resistencia a la exposición al aire.
- Simultaneidad en policultivos como las ostras o la maricultura de algas.
- Crean más proteínas por unidad de área y menos contaminantes de nutrientes como nitrógeno y fósforo.
- Aportan gran cantidad de ácidos grasos Omega-3 (con todos sus beneficios, incluso antiinflamatorios, y muy necesarios para el cuerpo ya que no puede producirlos naturalmente).
- Ayudan a mantener o reducir el peso corporal al ser bajos en calorías y ricos en proteínas (que son más fáciles de digerir que las de carnes rojas o el pollo porque contienen menos tejido conectivo). Poseen menos del 5% de grasa total (que es menos de lo que se suele encontrar en los alimentos ricos en proteínas). La mayor parte de la grasa total es insaturada.
- Forman parte de una dieta saludable, estando considerados como un superalimento, al ser ricos en: hierro, magnesio, fósforo, selenio, calcio, zinc, vitaminas (A, B12, C, D, E..), etc. Con los beneficios nutricionales correspondientes, entre otros: favorece el funcionamiento de los tejidos musculares, es beneficioso para las funciones del sistema nervioso, corazón y cerebro, favorece el sistema circulatorio, protege contra enfermedades cardiovasculares, colabora en la renovación de las células sanguíneas, refuerza las defensas frente a microorganismos estimulando el sistema inmunológico, retarda el proceso de envejecimiento celular, ayuda a la conversión de ácidos grasos en energía y a mantener la reserva energética de los músculos, previene la fatiga o

anemia, saludable para la piel, el cabello y las uñas, mejora la formación y desarrollo de huesos, la secreción de leche materna y la división y metabolismo celular, favorece la comunicación entre las células cerebrales mejorando el rendimiento intelectual y la memoria, interviene en el desarrollo de los órganos reproductivos ayudando al funcionamiento de la glándula prostática, antioxidante natural, favorece la absorción de numerosas vitaminas y la síntesis de proteínas, colabora con el crecimiento, ayuda al mantenimiento de los sentidos de la vista, el gusto y el olfato, y quizás lo más importante, te hace feliz (al ser una fuente excelente de Vitamina B12, que es incluso usada en ciertos tratamientos antidepresivos).

- Versatilidad culinaria.
- Producto no solo de uso gastronómico, sino que también se aprovechan sus conchas para convertirlas en carbonato de calcio u óxido de calcio (químicos muy versátiles con amplias aplicaciones industriales), utilizándolas como suplemento de calcio en los piensos, abonos, artesanía e incluso como aislantes.
- Gran demanda actual y mayor en el futuro, al ser un mercado en expansión.
- Relativamente bajos costes de producción.

6.2.3. Diferentes metodologías de cultivo

A lo largo del mundo, existen varias metodologías de cultivo, principalmente en función de las condiciones costeras. Las más extendidas son:

- Las estacas o Bouchots, con origen Francés, que consiste en estacas de madera ancladas al fondo y se considera el método más antiguo, descubierto por Patrick Walton, un pescador irlandés naufragado en 1235 en la bahía de l'Aiguillon, en la costa noroeste de Francia, extendiéndose en la actualidad por la costa atlántica francesa y el canal de la Mancha.
- El cultivo de fondo, o método holandés, consiste en el cultivo de mejillón sobre fondos blandos, suele emplearse en países como Alemania, Holanda, Irlanda y Estados Unidos.
- El cultivo en Long lines, largos lineales de cuerdas flotantes, es de los más recientes, y es normalmente utilizado en zonas con inviernos difíciles o zonas más expuestas, soliendo utilizarse en países como Canadá, China, Chile, Grecia o Nueva Zelanda.
- El cultivo en suspensión se basa en cuerdas de cultivo suspendidas sobre estructuras de madera flotantes, las bateas.

6.3. Galicia y su Galloprovincialis

Antes de resumir brevemente el mundo del mejillón centrándonos en Galicia, me gustaría aclarar que la razón del éxito actual del mejillón gallego no es otra que la ubicación de su ecosistema, por ello, se considera a las rías como uno de los más importantes depósitos de fitoplancton del planeta y cuyas especiales condiciones de temperatura del agua y elevada producción primaria, hacen de ellas un paraje inmejorable para el desarrollo de marisco (FAO, 23).

6.3.1. El ecosistema marino ideal

En la Península Ibérica, el afloramiento marino, se produce con más intensidad entre el Norte de Portugal y principalmente Cabo Finisterre (Blanton et al., 1984; Castro et al., 1994), manifestándose aproximadamente desde el mes de abril hasta octubre (McClain et al., 1986; López-Jamar et al., 1992; Tilstone et al., 1994), ya que a finales de verano es cuando el viento del norte se debilita y el afloramiento llega a su fin, aunque el inicio de este varía año tras año debido a la meteorología, y también se ha encontrado este afloramiento en invierno (Álvarez et al., 2003), con que en todas las estaciones se producen surgencias de aguas marinas al tener el viento una gran variabilidad temporal y espacial (Torres et al., 2003). Existen gran cantidad de estudios hidrodinámicos, hidrográficos, biológicos y químicos en relación con los afloramientos, tanto en las Rías Bajas gallegas como a lo largo del mundo, ya que tienen un efecto directo sobre la distribución de la temperatura y la salinidad de las aguas, así como implicaciones biológicas muy significativas debido a los muchos nutrientes aportados (Prego & Bao, 1997; Prego et al., 1999; Blanton et al. 1987), y también el comportamiento del mejillón en función de estos nutrientes (como el estudiado por Tenore et al., ya en 1982 en la Ría de Arosa y en la Ría de Muros-Noia). Según Molina (1972), este efecto en Galicia se produce desde una profundidad de 500 m.

Los afloramientos son fenómenos complejos consecuencia de la rotación de la tierra (efecto de Coriolis), apareciendo en la costa oeste gallega cuando los vientos de componente Norte paralelos a la costa desplazan la masa de agua superficial de las rías hacia el océano, permitiendo dicha elevación o afloramiento del agua subsuperficial oceánica (perteneciente tanto a aguas del este del Atlántico norte, ENACW; como al agua de la corriente que va hacia el polo, Poleward Current; la primera fluyendo en dirección norte-sur y la segunda sur-norte a unos 200 m de profundidad, convergiendo ambas en Finisterre), el volumen de estas aguas subsuperficiales es obviamente igual al agua superficial desplazada (upwelling). Se calcula que sobre el 60% del agua que entra en las rías durante el afloramiento pertenece a ENACW,

situada entre 100 y 400 m de la superficie, más fría y salina que la habitual en la rías; este ascenso del agua noratlántica, se ve ayudado también por una masa de agua con elevada salinidad procedente del Mar Mediterráneo (MW) que fluye a unos 1200 m de profundidad adosada al talud continental (lo que crea una mezcla de ENACW y MW entre los 400 y 1000 m) y a la Labrador Sea Water que encontrándose a 1900 m entra formando una cuña horizontal en dirección contraria entre la NADW (la North Atlantic Deep Water que se encuentra sobre los 3800 m) y la MW (Álvarez Fernández, 2005).

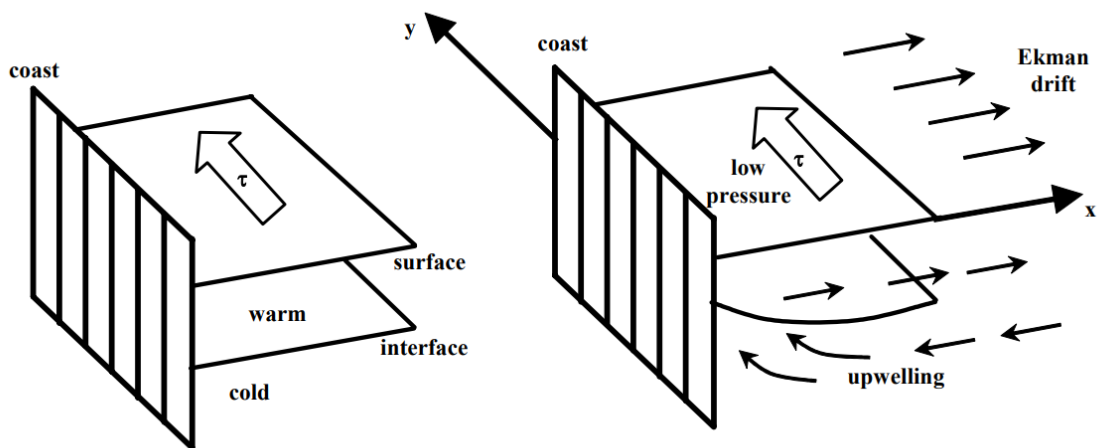


Ilustración 4: Desarrollo de un afloramiento costero - (Walsh, 1976)

El efecto contrario al upwelling se produce con los vientos de componente Sur, cuando se hunde el agua costera superficial y es reemplazada por agua superficial oceánica, un agua cálida y salada de origen subtropical (downwelling).

Así pues, el afloramiento se produce con los vientos dominantes del norte, cuando el anticiclón de las Azores se sitúa en el centro del Atlántico Norte al mismo tiempo que se debilita la borrasca de Islandia; mientras que el resto del año, cuando el anticiclón de las Azores se desplaza hacia el norte de África y se refuerza la borrasca de Islandia, los vientos son de componente sur y se produce el downwelling (y la transición de downwelling a upwelling).

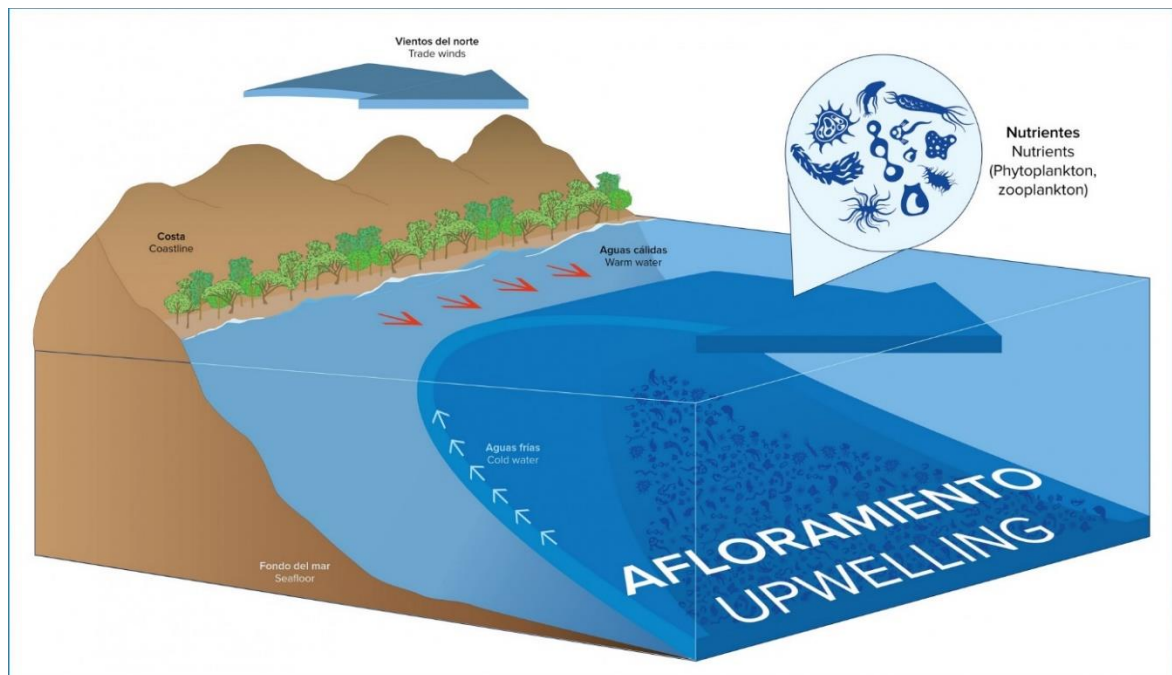


Ilustración 5: Ascenso de nutrientes en un afloramiento - (Dicyt, 2023)

La orientación de las Rías Baixas es de noreste-suroeste (lo que proporciona puertos naturalmente refugiados), cada ría se encuentra separada de la siguiente por un bloque geológico elevado basculado hacia el norte, mientras que la costa es baja por la existencia de una plataforma litoral que desciende con suavidad hasta penetrar en el mar. Esta geografía viene dada por los cambios ocurridos a mediados del terciario cuando se inició la elevación del macizo gallego, rejuveneciéndose las montañas hercinianas y hundiéndose los cauces de los ríos; a finales de dicha era, se produjo el movimiento contrario, sumergiendo parte de la masa del macizo gallego y haciendo que penetrara el mar en los valles fluviales litorales originando las rías y sus bahías con forma de V (se distingue de los fiordos escandinavos en que estos tienen un perfil glaciar en U), siendo más anchas (hasta unos 17 km) y profundas (hasta unos 70 m) hacia la parte externa, de esta forma y con sus correspondientes islas, mejoran el intercambio de materia con la plataforma continental (Fernández Reiriz, Pérez Camacho, & Pérez Corbacho, 2004).

Esta hidrodinámica de las rías, favorece todo afloramiento marino, de forma que cualquier mínima surgencia de agua marina en la plataforma (upwelling), incorpora dicho afloramiento al interior de las rías debido al efecto de la circulación estuárica positiva, añadiendo así la fría agua cargada de nutrientes del fondo oceánico para el fitoplancton (aumentando así la producción primaria, y por tanto, el zooplancton y las especies de la zona); mientras que durante el downwelling, bloquean la salida de fitoplancton, favorecen la acumulación de materia orgánica dentro de dichas rías y permiten la reintroducción en ellas del material exportado a la plataforma durante los episodios previos de afloramiento.

En 2017, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) a través del Instituto de Investigaciones Marinas (IIM), tras un estudio reveló que la afloración de la ría de Vigo es una de las muy pocas zonas en el mundo donde se responde de forma tan dinámica y bien a los afloramientos costeros (CSIC, 2023).

CARACTERÍSTICAS DE LAS RÍAS DONDE SE REALIZA EL CULTIVO DE MEJILLÓN

| RÍA | VIGO | PONTEVEDRA | AROUSA | MUROS - NOIA | AREAS - BETANZOS |
|------------------------------|--------------------|------------|--------------|--------------|------------------|
| Longitud en Kms. | 33 | 23 | 26 | 12 | 19 |
| Superficie en Kms. | 175 | 145 | 230 | 120 | 72 |
| Volumen en m ³ | 3.100 | 3.240 | 4.300 | 2.700 | 750 |
| Profundidad máxima en metros | 42 | 40 | 65 | 46 | 40 |
| Río | Oitavén Lagares | Lérez | Ulla Umia | Tambre | Eume Mandeo |

Tabla 3: Características de las Rías - (Mexillon de Galicia, 2023)

Visto como la geografía y meteorología de las rías gallegas ayudan a los afloramientos, y recordando los datos ya vistos relativos a la salinidad habitual en las rías, la salinidad óptima y la soportable para el mejillón, se puede concluir con un dato importante para el sector: los embalses deben abrirse por ley exclusivamente en épocas de vientos de componente norte o noreste, además de abrirlos progresivamente, limitando la cantidad de agua que pueden desaguar, y prioritariamente en el momento de la pleamar empezando la marea a bajar, y siendo mareas vivas. Con ello, se evitaría la muerte del marisco por baja o incluso nula salinidad en el agua (cosa que ocurre en años de abundantes lluvias donde los embalses se ven obligados* a descargar agua dulce al mar, “encerrándola” en la rías si estamos en downwelling), ya que el agua dulce procedente del embalse al pesar menos que la salada se encontrará en una capa más superficial fluyendo sobre el agua de mayor salinidad de las rías, y será empujada durante el upwelling por el viento del norte hacia el océano surgiendo el afloramiento del agua oceánica más salada.

6.3.2. Historia del mejillón gallego

La razón de que el mejillón al igual que el resto del marisco gallego sea considerado por muchos un bocado celestial, dice la cultura popular, a veces la más sabia, que es por su historia. Y es que cuando Dios creó el mundo, llegó por último a Galicia, al fin del mundo, se sentó a descansar en el monte de Santa Tegra apoyando la mano en la costa y formando con sus dedos las maravillosas Rías Baixas. Quizás por eso, o no, con pocos productos españoles hoy en día se puede presumir de ser uno de los mayores productores, consumidores y exportadores del mundo.

En España se estima que el cultivo de mejillón comenzó en la provincia de Tarragona en 1901, pasando sobre 1909 a Barcelona y más tarde a Galicia. Aunque el consumo de mejillón, entre otros mariscos, en Galicia se remonta a la Edad de Bronce en las antiguas villas del siglo VIII y IV a. C. donde se encontraron grandes depósitos de conchas de diversos mariscos (aunque se cree que es posible que se consumiesen moluscos ya en el Paleolítico Inferior), depósitos similares a los que también dejaron en Galicia los poblados romanos en el siglo I d. C.; estos recursos marinos serían posteriormente consumidos tanto por los nobles y el clero (el molusco que más les gustaba eran las ostras) como por el pueblo, usándose también para el abono de la agricultura y como cebo para la pesca, e incluso 'exportando' los mariscos como el mejillón (extraído de las rocas de las Rías), al Reino de Asturias y al Reino de Castilla, o en escabeche para la corte de los Austrias en el S. XVIII.

Algunos de los principales precursores del mejillón en Galicia fueron D. Manuel Trigo y D. Alfonso Ozores Saavedra, este último comenzó a intentar criar mejillones en la Ría de Arosa sobre estacas clavadas en las orillas durante la dura época de la postguerra española, tal como se hacía en Francia, pero fracasó en su intento. En 1945, D. Alfonso probó con un método que había visto en el puerto de Barcelona y que no solo demostró un crecimiento positivo del mejillón, sino que sentaría las bases para la evolución del mejillón en la costa gallega a lo largo de la historia; este consistía en un artilugio flotante con forma de cubo de madera, con una parrilla de listones encima, del cual se suspendían cuerdas de esparto alquitranadas con unos palillos fijados a ellas donde se encontraban sujetos los mejillones después de ser encordados. En 1946 había inscritas en la Comandancia Militar de Marina de Villagarcía ya 10 bateas, estas tenían 125 m² útiles que soportaban 400 cuerdas de 5 metros de largo, destinándose dicha producción de fresco al mercado de Barcelona y a la conservera Pompeans S.A., con una cotización media inferior a las 3 pts./Kg.

Fruto del éxito visto en 1946, durante 1949 se iniciaron los fondeos en la ría de Vigo, extendiéndose con rapidez la construcción y fondeo de numerosas bateas por las rías gallegas, existiendo ya en 1954 fondeos de bateas en Cambados, El Grove, Bueu, Redondela

y la Puebla del Caramiñal, instalándose también en 1954 en la ría de Sada y en 1956 en la ría de Muros, existiendo ya entonces 401 bateas (de las cuales 114 estaban inscritas legalmente). Sería en 1961 cuando se legislaría por primera vez una reglamentación para la explotación de dichas bateas, y otorgándose autorizaciones de fondeaderos de bateas hasta 1982, produciéndose en esta época de los 80 una reordenación espacial y administrativa del sector con una gran incidencia en la mejora en la productividad de las bateas, con ya más de 3000 bateas inscritas a finales de esta década.

Durante todos estos años, se sucedieron todo tipo de modificaciones, desde estructurales hasta metodológicas, con determinados avances tecnológicos, las primeras citadas pasan de la antigua utilización de cascos de barcos como soporte para los emparrillados de madera, a múltiples prototipos posteriores de bateas no solo de madera, sino experimentales de hierro o plástico, así como numerosas modificaciones de los cajones de madera (flotadores), que se recubrieron de cemento para alargar su duración antes de comenzar a hacerse metálicos y de fibra, o el remplazo de las cuerdas de esparto por las de nylon; respecto a los avances tecnológicos, se produjo una mecanización importante sobre los años 80 y posteriores, con el invento de la máquina desdobladora de mejillón A-1 de Jacobo Aguín y la creación de la red tubular para el encordado del mejillón, así como con la ampliación de los barcos, modernas grúas, poleas, cestos, etc.

Es de vital importancia citar la aparente ausencia de la moderna ciencia de la ingeniería en este sector, puesto que, la mayoría de los cambios y mejoras en el sector han sido posibles gracias a la propia experiencia de los productores mejilloneros, al tratar de mejorar su negocio a base de mucho trabajo y no tanto dinero, saliendo numerosas veces perjudicados quedándose múltiples diseños fallidos por el camino. Un famoso ejemplo se produjo en 1964, cuando se botó en la ría de Arosa la primera gran batea metálica dispuesta a desafiar los duros temporales, desgraciadamente la rigidez de la estructura transmitía demasiado el impacto del oleaje a las cuerdas de mejillón, produciendo enormes pérdidas de producción, además de verse rápidamente deteriorada por la oxidación; tal que esta, otros modelos mucho más actuales de materiales como el poliéster, fibra de vidrio o plástico, han sido víctimas de intentos fallidos, terminando muchas de ellas teniendo que ser reflotadas del fondo de las rías o retorciéndose hasta romper por el mal tiempo y el peso de las cuerdas de mejillón. A pesar de ello, el sector sigue y seguirá innovando, tropezando y mejorando gracias a la creatividad y experiencia de ya muchas décadas de cambio, un ejemplo de muchos, son las nuevas bateas de Formex creadas esta última década, de las cuales ya se han instalado más de 50 unidades y que aparentemente están dando un buen resultado estando formadas por un compuesto cementicio avanzado reforzado con fibras (en teoría más resistentes, con mayor

durabilidad, sin absorción de agua, ni efectos propios de los microorganismos como le ocurre a la madera, no necesita pinturas para protegerla y se puede limpiar con agua a presión), pero su resultado final solo se podrá ver con el paso de los años, como con las demás innovaciones.

La Organización de Productores Mejilloneros de Galicia creada en diciembre de 1986 (Opomega, 2023), con la integración como Estado Miembro en la CEE (Comunidad Económica Europea), fue la pionera a nivel estatal entre las organizaciones de productores de acuicultura, habiendo sido ya los primeros intentos de organizarse de forma colectiva en 1979 cuando se creó la Federación de Productores de Mejillón de Galicia. El Consejo Regulador del Mejillón de Galicia comenzó su constitución en 1989 e inició sus trabajos en 1994, consiguiendo el reconocimiento de “Producto Gallego de Calidad” y convirtiéndose así en el primer producto del mar en obtenerlo ya que solo se otorgaba a productos agrícolas y ganaderos. En 2007 se consigue inscribir en el registro de la Unión Europea la Denominación de Origen Protegida pasando a ser el primer producto de mar de todo Europa en obtener este distintivo, y siendo aún hoy en España la única DOP de un producto de mar; el Consejo Regulador entre otras cosas es el encargado de la gestión y control de la DOP.

A lo largo de los años, numerosos centros de investigación comenzaron a colaborar con el sector, como El Instituto Español de Oceanografía, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, el Instituto de Investigaciones Pesqueras, las universidades gallegas, el Instituto Galego de Formación en Acuicultura o la creación en el 2000 del Departamento de I+D por parte del Consello Regulador do Mexillón de Galicia.

En la actualidad, la Xunta de Galicia publica que existen unos 4957 establecimientos acuícolas, entre viveros (bateas, jaulas y líneas de cultivo), piscifactorías continentales, parques de cultivos marinos, granjas marinas y criaderos. De estas, 3515 son bateas para el cultivo de moluscos, y de las cuales: 3337 están dedicadas al mejillón, 107 al cultivo de ostras y 71 el colectivo mixto entre mejillones y ostras, presentando la ría de Arosa casi el 70% del total (Xunta, 2023). Siendo Galicia, y por tanto España, en el tercer productor de mejillón del mundo después de China y Chile.

6.3.3. Legislación

Respecto a la legislación relativa al ámbito de la acuicultura y del mejillón, son muchas las normativas vigentes actuales, haciéndose inviable la explicación individual de todas ellas (BOE, 2023), por lo que citaré algunos ejemplos de las principales, relacionadas con las Normativas de Galicia, la Normativa Europea sobre DOP y de la Normativa DOP Mejillón de Galicia.

- Ley 6/2009, de 11 de diciembre, de modificación de la Ley 11/2008, de 3 de diciembre, de pesca de Galicia.
- Decreto 174/2002, de 10 de mayo, por el que se modifica el Reglamento de viveros de cultivos marinos en aguas de Galicia, aprobado por Decreto 406/1996, de 7 de noviembre.
- Ley 2/2005, de 18 de febrero, la promoción y defensa de la calidad alimentaria gallega.
- Decreto 4/2007, de 1/18 que regula las denominaciones geográficas de calidad y CR.
- Reglamento (UE) 1151/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de noviembre de 2012 sobre los regímenes de calidad de los productos agrícolas y los productos alimenticios.
- Reglamento de Ejecución (UE) 668/2014, de la Comisión de 18 de junio 2014 por el que se establecen las normas de desarrollo del Reglamento (UE) 1151/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre los regímenes de calidad de los productos agrícolas y productos alimenticios.
- Reglamento (UE) 2017/625 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de marzo de 2017, sobre los controles y otras actividades oficiales efectuados para garantizar la aplicación de la legislación sobre alimentos y piensos, las normas sobre salud y bienestar de los animales, fitosanidad y productos fitosanitarios.
- Orden APA/798/2022, de 5 de agosto, por la que se publican las nuevas relaciones de zonas de producción de moluscos y otros invertebrados marinos en el litoral español.
- Comunicación de la Comisión – Directrices para el etiquetado de los productos alimenticios que utilizan como ingredientes denominaciones de origen protegidas (DOP) e indicaciones geográficas protegidas (IGP). (Diario Oficial de la Unión Europea C 341/3 de 16.12.2010).

- Publicación de una solicitud con respecto al artículo 6, párrafo 2, del Reglamento (CE) 510/2006 sobre la protección de las indicaciones geográficas y de las denominaciones de origen de los productos agrícolas y alimenticios (2006 / C 320/07). (Diario Oficial de la Unión Europea 320/12 C, 28.12.2006)
- Reglamento (CE) nº 1050/2007 de la Comisión – Registro de DOP Mejillón de Galicia en el registro de denominaciones de origen protegidas de la UE.
- Orden de 17 de octubre de 2000, se aprueba el Reglamento de la Denominación de Origen del Mejillón de Galicia y de su Consejo Regulador.
- Orden de 2 de abril de 2009, para llamar elecciones y dictar normas para la renovación del Consejo Regulador del Mejillón de Galicia DOP.
- Orden del 27 de febrero el año 2015 se nombra al presidente y el vicepresidente del Consejo Regulador de la DOP Mejillón de Galicia presidente y vicepresidente del Consejo Regulador.

6.3.4. La batea y su proceso productivo

La bateas actuales, con su diseño autóctono, presenta el mejor rendimiento conocido, hechas de madera de eucalipto formando un emparrillado de madera, con bigas principales (hacen de base para el resto de la batea, estando sujetas a los flotadores), las vigas transversales (colocadas perpendicularmente sobre a las principales, formando la estructura principal), los aleros (ayudan al atraque y desembarque en la batea, colocadas en los costados de la batea, paralelas a las principales), la sobrequilla (desde donde se cuelga la cadena, colocada en la crujía de la batea, en la misma dirección y altura que los aleros). Pueden tener solo una cadena y un muerto, en la proa de la batea, o dos cadenas, como la mayoría actualmente, con sus respectivos muertos de unas 20 Ton cada uno (la más pesada a proa). Los flotadores, que pueden ser un total de 4 o 6, suelen ser de hierro con fibra de vidrio, hoy existen modelos con tapa de apertura del flotador para poder lastrarlo y aumentar el calado de la batea respetando siempre una cámara de aire que proporciona la flotabilidad (entre otras cosas, suele deslastrarse para prolongar la vida útil de las vigas principales y lastrarse para reducir los impactos de la mar en invierno, para la captura de cría en las vigas o incluso para adrizarla). La superficie máxima de la batea es de 550 m², siendo su lado mayor de 27 m. Con un total de 500 cuerdas de 12 m de largo, sumando un total de 6000 m de cuerda por batea (Xunta, 2023).

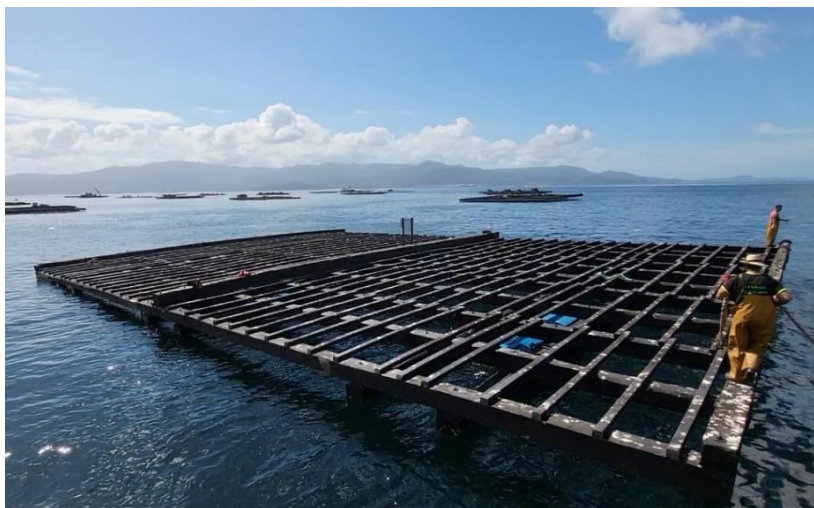


Imagen 12: Batea de acuicultura del mejillón – Propia

Actualmente los barcos utilizados suelen ser de poco calado y bastante manga respecto a su eslora (de entre 15 y 25 metros), con la acomodación normalmente a proa y una grúa a popa, debido a la necesidad de disponer de una cubierta principal amplia y despejada para poder trabajar cómodamente con el mejillón sobre ella.

- **Recolección de semilla y encordado**

El primer proceso a realizar por los cultivadores de mejillón y factor clave para su producción es la obtención de semilla, consiguiéndola en el propio medio natural, bien sea mediante el rascado de las rocas del litoral, o mediante la captación de larvas en las propias bateas; en este último caso, para conseguir la cría del mejillón se colocan cuerdas vacías y limpias, llamadas colectores, estos tienen que seguir la normativa específica vigente, como por ejemplo, que no midan más de 5 metros de largo desde la superficie (aunque esta medida puede variar), o estar marcadas con color rojo; además, la cría se encuentra fijada otras muchas veces a los tanques de flotabilidad de la batea y a las propias vigas de la misma. La adhesión de las larvas al sustrato es un proceso muy variable que, según varios estudios, esta influenciado por la variabilidad en la época y magnitud reproductiva de los moluscos, retrasos en la metamorfosis, y factores climatológicos como las condiciones hidrodinámicas, la temperatura y la disponibilidad de alimento. Por todo ello, existen unos periodos determinados del año en los que se permite legalmente ir a recolectar la cría del mejillón a las rocas (aproximadamente entre diciembre y abril) y en los que se pueden tener colocados los colectores en las bateas (aproximadamente 100 cuerdas, de abril a septiembre), correspondiendo con la época de desove / reproducción del mejillón y los afloramientos en primavera), aunque no entraré en detalles legales de las fechas ya que ambos procesos

suelen tener variaciones muchos años en función principalmente de la disponibilidad de esta cría, fruto de los factores citados anteriormente.

El proceso extractivo de la semilla silvestre de las rocas se realiza en ciertas zonas establecidas legalmente para dicho fin, y al igual que ocurre en el resto de los mariscos, solo pueden extraerla los productores de mejillón y sus trabajadores, pero aún con ello, la cría siempre ha sido un bien preciado debido a los varios factores ya citados que influyen en ella (de ahí que existan los colectores), y cada año por desgracia es más escasa.

Los principales factores que afectan actualmente a la escasez de semilla, además de las obvias propias de la meteorología, son tres, el primero, es que cada año existe un mayor porcentaje de venta de mejillón pequeño en vez de grande (a muchos productores les compensa económicamente al no tener que esperar a que el mejillón crezca para vender dicha cosecha siendo pequeña la diferencia de precio entre los tamaños), lo que influye tanto en que dichas cosechas al pasar menos tiempo en el mar tienen una menor cantidad de periodos reproductivos, resumiéndose en menos cría en las piedras, como en que dichos productores necesitan recolectar casi el doble* de cría que los que esperan a que el mejillón crezca, así, antes o después, desde mi punto de vista creo que esto no tardará en ser de alguna forma regulado (aunque parte del sector no esté de acuerdo con esta medida por ser más rentable el método* de vender el mejillón pequeño, en busca del bien común tanto para la economía del sector como de la salud* del ecosistema, igual que como ya explicamos, en su día se reguló el número total de concesiones y dimensiones de las bateas o el número total de cuerdas), aunque también es posible que este problema se solucione indirectamente sin regulaciones / normativas si se realiza la tan necesaria unión del sector y/o la subida general de precios del mejillón, aprovechando para aumentar la ínfima diferencia de precio del grande respecto al pequeño (véase tabla 4), asegurando así la continuidad del sector y evitando el aumento progresivo de la problemática de la falta de semillas. El segundo factor de la escasez, es la modificación por parte de la administración de las zonas de recolección de la cría, adjudicando muchas a la recolección de percebe (aunque en muchas nunca ha habido percebe), a raíz de las quejas de los percebeiros, aunque esta no es ni de lejos una solución, ya que si ambos sectores han podido coexistir durante décadas pueden seguir haciéndolo, y si hubiese mejilloneros que cogen / perjudican el percebe o viceversa, bastaría con aumentar los controles y/o las sanciones, creadas a este fin para que ni furtivos ni ningún sector pueda perjudicar a otro. Y la tercera razón, no por ello menos relevante que las anteriores, es la necesidad de rerecolección de la cría, ya que una vez extraída del litoral y colocada en las cuerdas, se pierde y es necesaria una nueva recolección, los motivos de pérdida de la misma pueden ser varios, y algunos como los climatológicos no tienen solución y el sector siempre tendrá que soportarlos, otros como la existencia de múltiples depredadores como las estrellas

de mar o las cornetas conviven en mayor o menor medida en cierta armonía con el ecosistema gallego, pero actualmente existe otro que está afectando muy negativamente a buena parte las costas gallegas, y cada año más, el aumento nunca visto de la población de otro depredador del mejillón pequeño, las panchas / sargos, que con el aumento de temperatura del agua (y el upwelling y el desove) en primavera-verano, con toda la cría ya recolectada del litoral por el sector y con las cuerdas colectoras aún colocadas, acuden en grandes bancos que pueden comer la cría de polígonos de bateas enteros, lo que no solo perjudica al sector teniendo de realizar otra recolección, sino que alimenta y multiplica dichos depredadores, con que de seguir sin tomar medidas, tales como la autorización a la colocación de redes rodeando las bateas o las cuerdas de cría, hecho que científicamente no perjudica al ecosistema pero si lo favorece, en pocos años todos los polígonos bateiros tendrán un grave problema que quizás ya sea tarde para solucionar.

Algunos estudiados, suelen diferenciar los procesos de recolección de la semilla y el de encordado de la misma, por ser dos procesos diferenciados, el primero consistente en ir a extraer el pequeño mejillón con una rasqueta al habitualmente furioso intermareal rocoso de Galicia (parecido a como lo hacen los famosos percebeiros, considerado por muchos, uno de los trabajos más peligrosos del mundo), o mediante la colocación de las cuerdas colectoras ya citadas; y el segundo proceso consistente en la colocación de dicha cría del mejillón en las cuerdas de las bateas donde luego se dejará crecer hasta su desdoblado; pero la realidad es que todo el sector gallego suele hablar de un único proceso de “puesta de cría en la batea”, la razón fundamental es que, cada uno de ellos dentro de sus bateas siempre diferencian entre 3 tipos de cuerdas de cultivo, siendo estas de cría, de desdoble o de venta, y además de esto, otra razón fundamental de englobar la recolección de cría con el encordado, es que ambos procesos van íntimamente ligados ya que la cría obtenida es encordarla en la batea el mismo día que se recoge del litoral, o ya como tarde al día siguiente de la recogida.

Respecto al proceso de encordado o siembra, la cría recolectada se envuelve en la cuerda donde se dejará crecer, sea a mano, o a máquina mediante la encordadora diseñada a tal efecto (normalmente si la cría no es muy pequeña, para tener un menor número de unidades de mejillón por metro y no poner en exceso), quedando esta cría sujeta a la cuerda mediante una fina red biodegradable, que desaparecerá progresivamente con el paso de los días quedando ya el mejillón agarrado a la cuerda mediante su biso.

Por lo general, la cría colocada suele tener un tamaño de 1 o 2 cm (ICEX, 2023), pudiendo variar en función de la disponibilidad y necesidad de ella, de esta forma, si la cría recogida es por ejemplo pequeña, de 1 cm aproximadamente, necesitarás recolectar en las rocas y transportar hasta el barco la mitad de peso / volumen en cría que para obtener la misma cantidad de individuos si estos fuesen de 2 cm; por otra parte, cuanto mayor tamaño tenga la cría recogida y encordada, menos tiempo tardará en alcanzar su tamaño de desdoble y lógicamente de venta. Se estima que el peso medio de las cuerdas encordadas es de unos 14 Kg por cuerda, pero es una cifra enormemente relativa por lo ya expuesto.



Imagen 13: Trabajadores del sector recolectando semilla silvestre en las rocas – Propia

- **Desdoblado**

Después de que la cría encordada en el anterior proceso se encuentre colgando en las cuerdas durante 4 a 6 meses, tendrá un tamaño aproximado de 4 hasta 6 cm, dependiendo este tiempo y tamaño de numerosos factores, desde la necesidad del productor de realizar la desdoblada por los beneficios que conlleva hacerlo, hasta por el propio ritmo de crecimiento del mejillón, que además de los muchos motivos ya expuestos, variará principalmente según la ubicación de la batea dentro del polígono mejillonero y la posición de las cuerdas del mejillón en cuestión dentro de la batea, ya que lógicamente tiene un mayor crecimiento donde más pueda alimentarse, por ejemplo, las cuerdas que estén en la proa o incluso la popa de la batea crecerán más rápido que las del centro.

Este proceso se realiza con la finalidad de reducir la densidad de población de cada cuerda de mejillón, facilitando así el crecimiento óptimo de los mismos y evitando el desplome / desprendimiento de las cuerdas de mejillón por su excesivo peso (al no poder soportar los mejillones que están agarrados a la cuerda, el peso de todos los que tiene agarrados a los primeros), además permite a los productores ver el estado del mejillón y mejorarlo dentro de lo posible, ya que puede haber cuerdas de mejillón que fruto de las condiciones meteorológicas de los últimos meses se encuentren medio vacías o desplomadas, así como encontrar la presencia de depredadores que se alimentan del mejillón tales como las estrellas de mar y las cornetas.

Una vez que el mejillón de desdoble, que habrá sido extraído de sus respectivas cuerdas y colocado en otras mediante la encordadora, los productores calculan cuantas cuerdas de desdoble han conseguido por cada cuerda de cría encordada hace unos meses tras la recolección de la semilla, concluyendo que si todo ha ido relativamente como debería, habría de dos a tres nuevas cuerdas de cultivo listas para su posterior crecimiento por cada cuerda de cría que hemos desdoblado (dependiendo obviamente de la cantidad de cría que se colocase en las cuerdas durante el primer proceso de encordado).

- **Cosecha / Venta**

Tras transcurrir un largo periodo de crecimiento y engorde de entre 8 a 14 meses, los mejillones desdoblados alcanzarán su tamaño de comercialización de entre 7 a 10 cm y son cosechados por los productores para su venta, vendiéndose en función de la demanda de las depuradoras, cocederos o conserveras la mayor parte del año, aunque no se suele vender después del desove del mejillón por bajar considerablemente su rendimiento (relación entre el tamaño / peso de la concha y su vianda interior).

Según la forma de venta, variará el proceso de cosecha, de cualquier forma las cuerdas de mejillón se suben a bordo mediante un gran cesto colocado en la grúa y se extrae el mejillón de dichas cuerdas, al igual que cuando se realiza el proceso de desdoble, pero esta vez, si el mejillón va destinado a su venta para fábrica (normalmente en verano, aunque es una venta que se realiza a lo largo de todo el año), se colocará en la cubierta a granel para una vez en el muelle ser pasado a un camión también a granel y transportado hasta ella, por lo contrario, si la venta es para fresco (normalmente entre otoño e invierno), una vez el mejillón extraído de las cuerdas se encuentra a bordo, se limpia con agua de mar para quitar de la concha algunos organismos vivos, fango y conchas vacías, hecho esto, se clasifica por tamaños y se coloca en sacos plásticos que finalmente serán descargados en pales en un camión para ser transportados a los centros expedidores.

Por desgracia, hoy, varios factores pueden poner en peligro las cosechas / productividad, como son las ya citadas proliferaciones de algas nocivas, los depredadores, las ciclogénesis, el agua dulce de la lluvia / los embalses, la contaminación industrial o la falta de semilla. Con que el sector no puede permitirse mantenerse estático y ser un simple observador, sino que debe continuar estudiando las mejores formas de solucionar las problemáticas a las que están expuestas.

El transporte de mejillón a granel en el barco, así como durante la travesía entre los productores y sus clientes suele ser de pocas horas, puesto que el mejillón debe llegar en condiciones óptimas a las fábricas / depuradoras / cocederos, y al viajar en camiones convencionales sin agua ni refrigeración de ningún tipo, lógicamente el mejillón no solo deja de alimentarse, sino que también va liberando el agua ya filtrada que tiene su interior y aumentando su temperatura. Además, la temperatura se eleva principalmente en las unidades que viajan en el centro la carga al estar cargada a granel, factor relevante y a considerar importante a la hora de un transporte por contenedor de larga distancia.

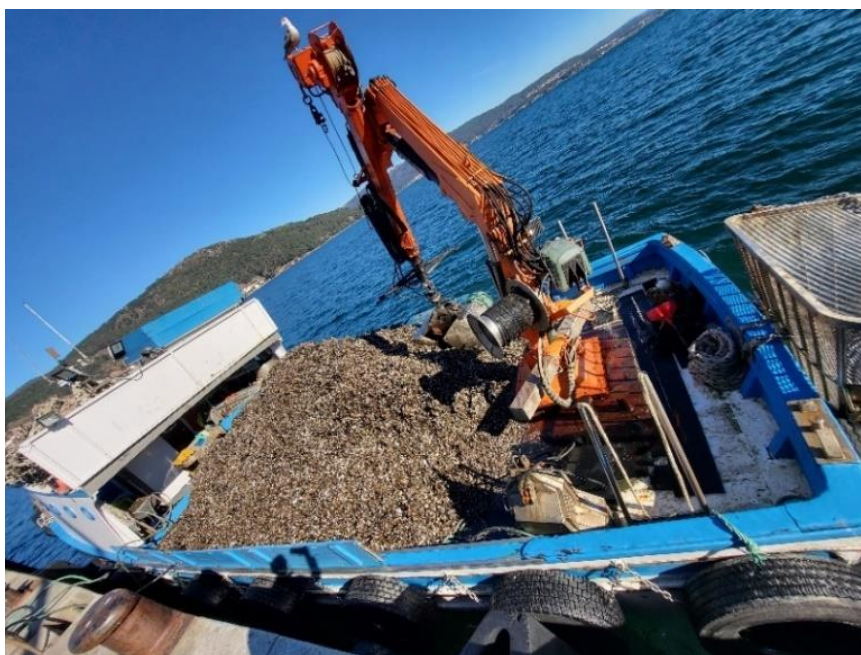


Imagen 14: Barco acuícola cargado de mejillón para su venta a fábrica – Propia

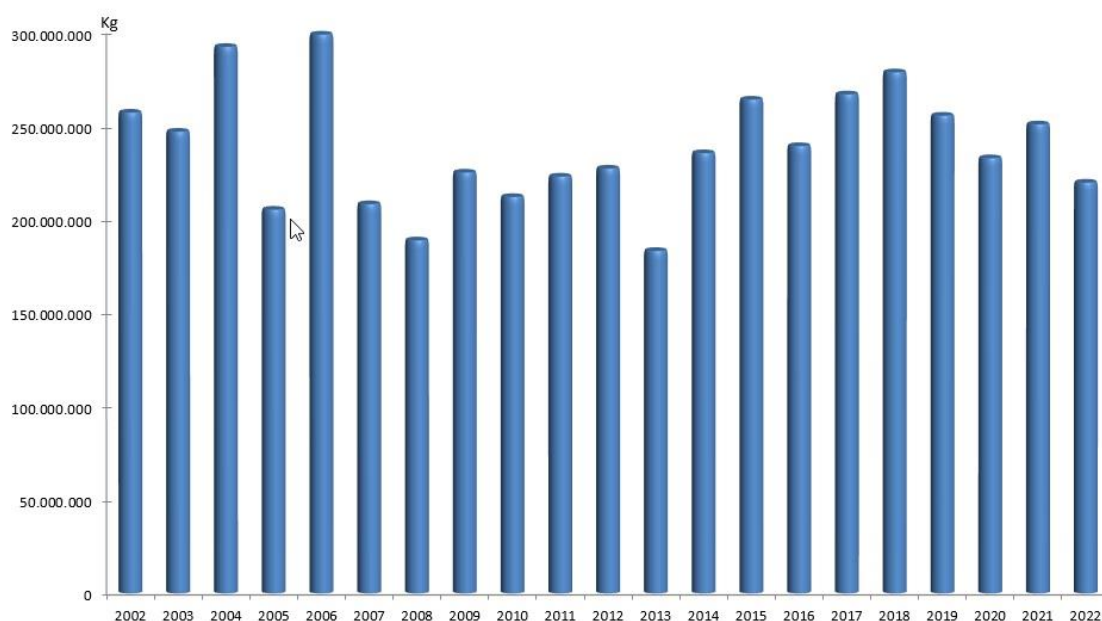
6.3.5. Competitividad económica

Respecto a la competitividad en cuanto a la relación calidad-precio de venta, se podría fácilmente decir que es inigualable*, habiendo ya explicado la competitividad del mejillón viendo los factores positivos del mismo (que obviamente no poseen otros alimentos / productos / sectores), la competitividad respectiva a la calidad de la producción en Galicia (gracias su ecosistema dado por una geografía única), así como a la amplia experiencia del sector y a ser el único producto marino de España con DOP, y todo con las dificultades económicas de producirse en un país del primer mundo.

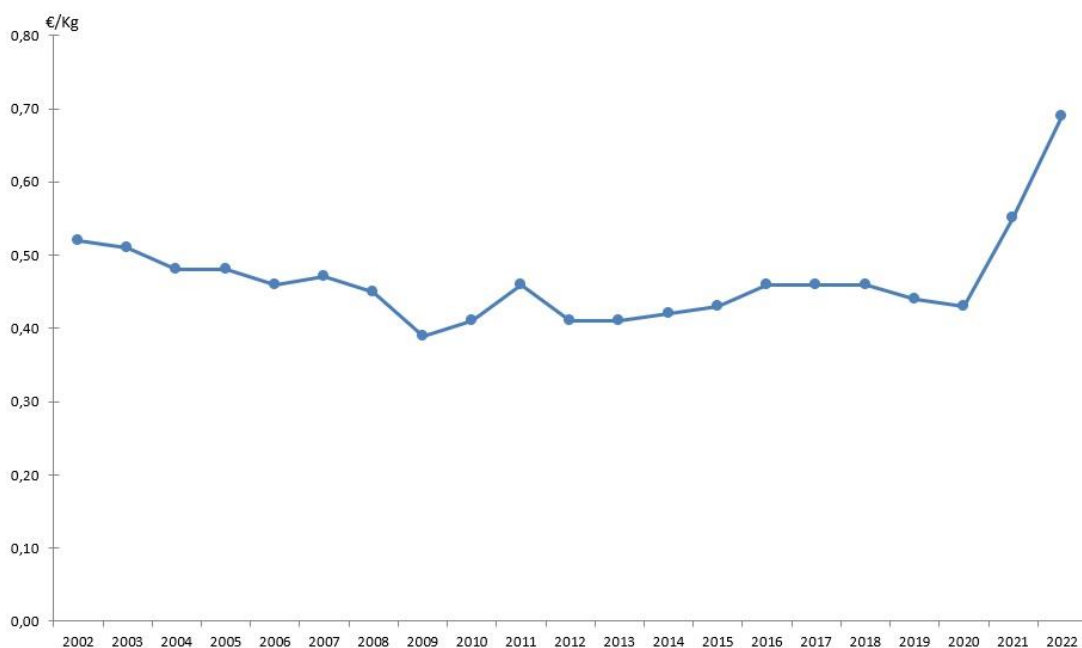
Una explicación rápida del elevado nivel de competitividad de precios de venta actuales, o una buena razón para que el sector primario eleve los precios actuales del mejillón gallego (como ha hecho OPMEGA en 2021, aunque haya sido un aumento ínfimo), es la sencilla comparativa entre los precios de venta del mejillón, que se han mantenido completamente estáticos (como se puede apreciar en la Gráfica 7) y la subida de absolutamente cualquier tipo de gastos empresariales a lo largo de los años, tanto los costes empresariales iniciales, como los sucesivos, sean directos, indirectos, fijos o variables: (García Álvarez, García Erquiaga, Miranda Torrado, Pais Lima, & San Martín Campos, 2000)

- Construcción de la batea y su mantenimiento (grúas y astilleros, contratación de barcos de apoyo, madera, fabricación de los tanques de flotación, cadenas, muertos de hormigón, clavos, cavillas, abarcones, pintura, rodillos y alargaderas...).
- Construcción de barco y su mantenimiento (el material de construcción sea madera, fibra o hierro, motorización, sistemas de navegación, sistemas de comunicación, servicio de varado, pinturas, lavados, mecánica, electricidad, salvamento, combustibles, aceites, hidráulicas...).
- Maquinaria de trabajo (la grúa, máquina de encordado, máquina desgranadora, tolvas y cintas, parrillas clasificadoras, cesto, cuchara...).
- Útiles de trabajo (capachos, cubos, palas, horquillas, raspas / rasquetas, herramientas de todo tipo como martillos, alicates, patas de cabra...).
- La embarcación auxiliar con su respectivo equipamiento y mantenimiento, remolque para dicha embarcación.
- Indumentaria de trabajo (multitud de EPIs, ropa de agua, neopreno...).
- Productos degradables durante el proceso productivo (cuerdas de cultivo, rabizas, red e hilo de encordar, red de mejilla, palillos, cabos, cables de acero, sacos...).
- Trámites administrativos (impuestos, tasas portuarias, alquileres, gestorías, asociaciones, muestreos, seguros...).
- Costos de personal y compra de mejilla (si fuese necesario).

Si partimos de la base de que nos encontramos en un mercado guiado por la ley de la oferta y la demanda, y sabemos que, la oferta de mejillón se ha mantenido (en Galicia) sin casi aumentar en las últimas décadas (como se puede apreciar en la Gráfica 7), la demanda ha aumentado ligeramente (se estima un déficit de producción respecto al consumo de mejillón en EU, al ser uno de los productos de mar más consumidos, de más de unas 100.000 o 150.000 toneladas (Eurostat, 2023)) y los precios de la totalidad de los productos y servicios no han dejado de aumentar, llegamos a la conclusión de que todos estos años el sector primario se ha visto perjudicado económicamente en beneficio de otros, ya que como cualquiera puede ver, los precios de venta finales del mejillón a los consumidores si han aumentado (al igual que en los demás alimentos).



Gráfica 6: Producción del mejillón en Galicia los últimos 20 años - (Pesca de Galicia, 2023)



Gráfica 7: Precio medio anual del mejillón en Galicia los últimos 20 años - (Pesca de Galicia, 2023)

| | kg | % | Euros | % | Euros/kg |
|------------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|-------------|
| Fresco | 160.572.324 | 73,09% | 113.351.484 | 75,12% | 0,71 |
| Grande | 15.700.504 | 7,15% | 13.089.116 | 8,67% | 0,83 |
| Mediano | 35.498.528 | 16,16% | 26.324.479 | 17,45% | 0,74 |
| Pequeno | 109.373.292 | 49,78% | 73.937.888 | 49,00% | 0,68 |
| Industria | 59.126.528 | 26,91% | 37.542.850 | 24,88% | 0,63 |
| TOTAL | 219.698.852 | 100,00% | 150.894.333 | 100,00% | 0,69 |

Tabla 4: Datos generales de la venta del mejillón por destinos en 2022 - (Pesca de Galicia, 2023)

Lo positivo, es un producto que de inicio es altamente competitivo en relación calidad / precio, y a la hora de venderlo al público también en comparación al resto de Europa haciendo viable su exportación, aunque todavía podría serlo mucho más (o los productores lucrarse más de trabajo subiendo los precios).

Lo negativo, ¿los culpables? Desde mi humilde punto de vista, el primero, es el propio sector del mejillón / bateiros, por la ignorancia mostrada al ser incapaz de unirse ni en la búsqueda de su propio beneficio económico común, siendo muchas más las ventajas que las desventajas de un sector unido, ya que no solo incrementarían mucho más sus beneficios encontrándose todos asociados, sino que también realizarían enormes inversiones tanto en su sector como en sectores intermediarios de la cadena, en Investigación y Desarrollo, así como en promoción del producto, y mejorarían su capacidad competitiva para hacer frente a los nuevos retos presentes en el mercado mundial, que son las bases para mantener rentables en el futuro unos negocios actualmente estancados que año tras año pierden poder adquisitivo, pero solo lo harán cuando dejen de verse como rivales y se den cuenta de que el enemigo no está en casa sino fuera. El segundo son los intermediarios, como depuradoras, cocederos, conserveras y supermercados entre otros, los / las cuales han visto incrementadas sus ganancias estas últimas décadas por la simple razón de que aunque también han aumentado sus gastos en general, no lo ha hecho su gasto principal que es la materia prima en cuestión, lucrándose excesivamente gracias al sector primario (al haber aumentado año tras año sus precios de venta finales), ya sabemos que siempre el sector primario es el más perjudicado, a pesar de ser la base de todo, pero de bueno no puede ser tonto, siendo claros y dando datos, el precio medio anual de venta al público de mejillón fresco en España para su consumo en los hogares en 2022, según lo publicado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, fue de 3,42 euros / kg (6,96 euros / kg el congelado), mientras que el precio medio del mejillón al sector / en primera venta fue de 0,71 euros / kg el fresco (0,63 euros / kg el de industria), después de todo lo invertido, ya no solo en dinero, sino sobre todo también en tiempo y por tanto riesgos, como hemos visto, de pérdida del producto y sus beneficios. El tercero es Europa y España, igual que pasa en otros sectores en este país, que luego acallan* desde las instituciones regalando 4 migajas / subvenciones (como en todo, buscando dividir las opiniones de la población / sector y debilitarlo, impidiendo que luche unido por su beneficio común, pasando estas instituciones a ojos de muchos a ser los buenos gracias a estas ayudas* públicas, consiguiendo votos para mantenerse en el poder mientras uno a uno la mayoría de los sectores primarios se ven con la soga al cuello), ya que la política abierta de Europa y España en cuanto a sus importaciones (obviamente necesaria al haber ciertas cosas que no tenemos en la EU y si necesitamos), perjudica enormemente la venta de mejillón al existir una fuerte competitividad extranjera en cuanto a los precios, parecido a lo que le

ocurrió / ocurre al sector de la pesca o incluso los lácteos (lo que también impide en parte el aumento de los precios del sector mejillonero gallego actuales, aunque como ya dije, estos precios si aumentaron en su venta final al consumidor), y a pesar del aumento de la demanda general al haber permitido aumentar la oferta extranjera. Razón similar a por la cual tantos miles de empresas cerraron en España y Europa, eso sí, abrieron y crecieron en China, entre otros; misma triste falta de proteccionismo por parte de los Estados que permitió que uno de los mayores países históricamente navieros como España redujese su flota mercante año tras año hasta perderla prácticamente por completo, y de seguir así, en pocos años solo quedarán matriculados en España / Canarias barcos pertenecientes a instituciones gubernamentales; y misma degradación legislativa errónea de la globalización, por la cual a fin de abaratarle unos céntimos al consumidor los productos provenientes de la otra punta del globo, las condiciones de los marinos a bordo se han visto tan perjudicadas estas últimas décadas.

Según publicaba la Unión Europea en uno de los informes ya de 2018, aseguraba que los precios “medios de primera venta” en Europa entre los organismos acuáticos eran muy dispares, comparando los aproximadamente 14 euros / kg del atún, con la ostra japonesa a unos 4,04 euros / kg, con la almeja japonesa a unos 4,72 euros / kg, o con entre 0,85 - 1 euros / kg que costaba el mejillón en 2020. Por otra parte, el mismo informe explica que 7 de cada 10 toneladas del mejillón consumido en Europa lo produce España, es decir, las Rías Gallegas (ya que es el principal productor de moluscos de EU, seguido de Francia con las ostras e Italia con las almejas). Mientras que en el último informe de APROMAR, los productos acuáticos procedentes de la acuicultura con mayor consumo per cápita en la UE son el salmón, seguido del mejillón, el camarón, el langostino y la trucha. Partiendo de estos datos, y sabiendo que el precio del mejillón de Galicia en 2018 tenía una media que no llegaba a 0,50 euros / kg en su primera venta, es fácil entender que el precio de la primera venta del mejillón en el resto de Europa tiene que ser muy superior al gallego para que la media general de la primera venta en la EU alcance 1 euro / kg, un ejemplo de esto se ve claramente en Francia que a pesar de aportar cerca del 10% de la producción europea (siendo el tercero que más aporta después de Italia) y España más del 50% del total, estas producciones equivalen al 24% del valor total del mejillón en Francia y al 34% en España, es decir, que Francia tiene un 20% de la producción de España pero su facturación supone el 75% del valor logrado por España. Precios que, como ya hemos visto, son aún al precio francés baratos en comparación con el resto de los mariscos; y mariscos que, como también hemos visto, consumen principalmente gente a la cual no le influye económicamente pagar un precio elevado por los alimentos, ya que pertenecen a la clase media-alta.

6.4. Tipos de contenedores vivos

A pesar de todas las dificultades presentes en este tipo de contenedor vivo para el transporte de marisco y crustáceos, más complejas que la del transporte únicamente de pescado que viaja en unos contenedores muy similares a las cisternas de las que ya hablamos, algunas grandes empresas, que cuentan con el capital suficiente como para poder permitirse inversiones innovadoras y competitivas de cierto riesgo, y a fin de dar una oferta a las actuales y futuras demandas, están creando estos últimos años gracias a grandes avances en el campo de la biología y la tecnología, contenedores perfectamente aptos para el transporte y exportación de todo tipo de productos acuáticos, los cuales hasta ahora no podían ser transportados vivos largas distancias sin ser mediante un transporte demasiado caro y contaminante.

Algunos ejemplos de estos modernos contenedores podemos encontrarlos en las principales compañías del transporte marítimo, como en la Maersk o CMA-CGM, compitiendo en hacer posible el transporte de mariscos vivos por barco, recorriendo la larga distancia entre los grupos de producción y los mercados de productos del mar frescos, sin las limitaciones de tiempo de la mortalidad tradicional del producto y el costo de los sistemas de transporte por carretera y aire ya existentes, al combinar un sistema de transporte con un sistema de almacenamiento utilizando los mismos tanques y contenedores en toda la cadena de suministro.

En el caso de Maersk, se asoció con Aqualife A/S y consiguieron patentar y mostrar ya en 2010 una nueva tecnología, que llevaban desarrollando desde 2004, para el transporte de langostas dentro de 20 tanques de agua en contenedores marítimos refrigerados, que aireando el agua y reduciendo su temperatura a 1 o 2º C hacía que las langostas quedasen inactivas durante el viaje de Halifax a Rotterdam; siendo hoy ya posible transportar también moluscos en estos contenedores de 40' con prefijo MALU, como se hace con los mejillones producidos en el Limfjord danés, cargados desde el barco al punto de reunión, los mejillones se limpian y los tanques se llenan inmediatamente después del atraque, a continuación se colocan en el contenedor marítimo, y el sistema de tuberías de los contenedores se conecta a la estación de acoplamiento acondicionando los mismos, eliminando la materia orgánica del agua y enfriando el mejillón para hacerlo hibernar, hecho esto, el contenedor ya estaría listo para el transporte, siendo los tanques alimentados por el sistema de compresor de aire del reefer pudiendo soportar un viaje de hasta 30 días (Aqualife, 2023).

Aquaviva, aunque pueda parecer el nombre del contenedor vivo de Aqualife y Maersk, es el de su competidor directo CMA-CGM, que en colaboración con la tecnología INNOPURE de EMIG (empresa especializada en sistemas de filtración de agua para el sector marisquero)

crearon este contenedor que probaron en 2014 y 2015. Este, al llenarse de agua, es capaz de filtrarla y mantener una temperatura constante replicando el hábitat natural de la langosta desde el buque pesquero hasta el cliente. El agua se filtra continuamente sin el uso de ningún elemento químico con un sistema mecánico, biológico y natural transportando el marisco en condiciones óptimas, ya que no solo se mantiene con vida, sino que minimiza su estrés, y una vez descargado, el agua usada se trata y se devuelve al mar (CMA-CGM, 2023). Ya se han creado varias versiones del Aquaviva que mejoran a la primera, añadiendo una puerta interior de vidrio para inspeccionar el marisco, nuevos dispositivos de drenaje, dándole mayor robustez al contenedor, etc.

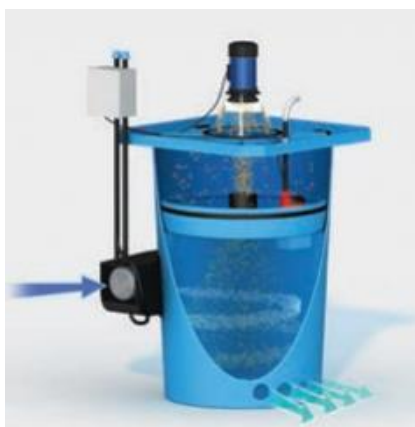


Imagen 15: Sistema de filtrado y recirculación de agua en el contenedor Aquaviva - (CMA-CGM, 2023)

La base mecánica del sistema de filtrado en el interior del contenedor es de cierta forma similar al de una moderna planta de tratado de agua de lastre, donde resumiendo, el agua es enviada mediante una bomba desde el sitio en cuestión hacia el sistema de filtrado, haciéndola pasar por una serie de filtros para luego ser tratada mediante unas lámparas de luz ultravioleta, lo que evita la propagación de los microorganismos existentes en el agua, haciendo posible su descarga en cualquier parte del mundo sin riesgo de contaminación.

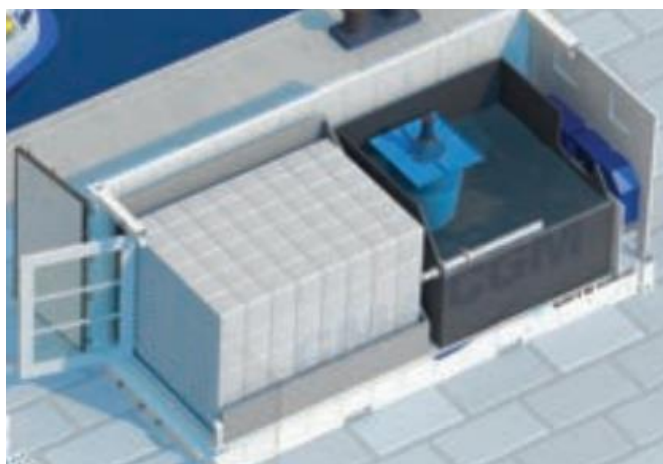


Imagen 16: Contenedor Aquaviva - (CMA-CGM, 2023)

El futuro de estos y otros tipos de contenedores vivos se prevé que sea de continua innovación por la creciente tendencia mundial de intentar minimizar la huella de carbono, ya que el transporte marítimo está considerado el menos contaminante del mundo al permitir transportar enormes cantidades de mercancía en un mismo medio de transporte, para hacerse una idea, cada kg de langosta transportado en avión produce 3960 g de CO₂ mientras que transportado por mar en un contenedor Aquaviva solo se producen 406 g / kg.



Ilustración 6: Cadena de suministro de un contenedor de marisco vivo - (CMA-CGM, 2023)

Actualmente, estos modelos de contenedores vivos no son muy utilizados a nivel mundial por muchas razones, la principal es que todavía se encuentran en desarrollo, sumado al desconocimiento de estos nuevos métodos de transporte por parte de los sectores productivos y su cadenas logísticas, siendo utilizados principalmente para crustáceos y mariscos de elevado valor como las langostas o las ostras, pero que en un futuro cercano se extenderán, previsiblemente al resto de moluscos como el mejillón, como ya vimos, entre otras cosas fruto de la creciente necesidad de un mayor acceso a alimentos sostenibles en un mundo superpoblado.

7. Mercado actual

Más de 10 millones de contenedores llenos de mercancía de todo tipo circulan cada día a través del transporte marítimo, viéndose este mayoritariamente beneficiado gracias a las ganancias que estos movimientos generan.

A lo largo de los años el comercio marítimo ha pasado por distintas fases; siendo las principales caídas de las últimas décadas en la crisis del 2009 y en 2020 por el COVID, en 2021 consiguió recuperarse del mal año anterior con un crecimiento aproximado del 3,2%. Según las previsiones de la UNCTAD, en 2022 el crecimiento del comercio marítimo fue de 1,4%, y del 2023 al 2027 aumentará anualmente un 2,1%. Durante años, el sector que más creció fue el comercio de contenedores, que en 2022 fue de 1,2% pero que en 2023 remontó al 1,9%. La volatilidad que ha sufrido este mercado los últimos años se debe principalmente a la pandemia, aunque los motivos de la desaceleración del crecimiento presente y previsible a corto plazo, también son fruto del debilitamiento de la economía de muchos países, así como al aumento de la inflación y el desmesurado costo de la vida; viéndose además afectado por huelgas en diferentes puertos del mundo, junto a catastróficos fenómenos meteorológicos, que han dado lugar a dificultades para las cadenas mundiales de suministro y la logística, y por ende al comercio marítimo.

Entre 2016 y 2019 la congestión portuaria había varado en los puertos al 32% de la capacidad mundial de portacontenedores, proporción que a mediados de 2022 aumentaría al 37%. Pero la mala racha del 2020 y 2021 no termina, puesto que se formó el mayor bloqueo logístico mundial de los últimos años, donde los puertos estaban totalmente congestionados y tenían dificultades para responder a la demanda, siendo el transporte de contenedores el más perjudicado debido a retrasos como sucedió en las rutas entre el Lejano Oriente y América del Norte, donde entre el primer trimestre de 2020 y el último trimestre del 2021 los retrasos pasaron de 2 a 12 días y con ello la media de tiempo de los portacontenedores en puertos aumentó un 13,7%, por lo que muchos países en desarrollo se encontraron con retrasos en la llegada de los buques y con escasez de contenedores.

En 2021 los fletes del transporte en contenedores llegaron a niveles históricos, disparándose en la mayoría de las rutas, como por ejemplo en la ruta de China a América del Sur que en 2019 se aproximaron a los 2.000 \$, pero en 2021 pasaron los 10.000 \$; cuadruplicándose respecto a los niveles prepandémicos y dando cabida a que los fletes al contado del transporte en contenedores aumentaran las rutas, incluidas las dirigidas a regiones en desarrollo. Pero a principios de 2022 los fletes empezaron a disminuir en varias rutas, pasando a desplomarse a mediados de año, tendencia que continuará mientras el comercio de mercancías se va normalizando y aparecen nuevos buques; aunque esta

disminución y su volatilidad dependerán también de la entrada en vigor de las medidas de la Organización Marítima Internacional (OMI) relativas al índice de eficiencia energética aplicable a los buques existentes (EEXI) y a los indicadores de intensidad de carbono (CII), que probablemente disminuirán la capacidad de transporte debido a las lentas velocidades de navegación impuestas para el ahorro de combustible.

Tras declararse la guerra en Ucrania, el sector de los contenedores se ha visto afectado, ya que 9 de cada 10 compañías internacionales han suspendido su actividad en el mar negro, y otras muchas directamente han abandonado el mercado ruso. La debilitación de estas conexiones ha afectado a la logística del mundo y ha aumentado la congestión de los puertos en Europa. La UNCTAD no descarta que en un futuro la guerra haga aumentar los daños colaterales que sufren los contenedores, ya que un aumento del conflicto perjudicará en profundidad el crecimiento de la economía mundial restándole poder adquisitivo a los consumidores, lo que reducirá la demanda (Unidas, 2022).

El exceso de capacidad en los contenedores ha hecho que los transportistas marítimos emprendieran iniciativas de integración vertical e invirtieran en las operaciones de terminales y en diversos servicios logísticos, y colaboraran en consorcios y alianzas, dando lugar a que entre 1996 y 2022 las navieras más importantes ampliaran su participación en el sector de los contenedores, pasando del 48% al 91%. Gracias a la integración vertical, las cuatro principales empresas de transporte de contenedores, que ya controlan más de la mitad de la capacidad mundial, ofrecen sus propios servicios de terminal, situando a los transportistas y sus alianzas en una buena posición respecto al resto de mercados.

El sector del transporte marítimo de contenedores tendrá que hacer frente a la caída del 4% de la demanda para el 2023 y muy probablemente para el 2024, debido a que la congestión de los puertos continuará siendo un asunto sin resolver, el aumento de la flota de los buques sube muy escalonadamente y la inflación junto a la paralización de la economía mundial presenta una situación de fragilidad para las empresas (Fitch, 2023).

Ante este panorama de subidas y bajadas que atraviesa el sector marítimo, todos los elementos que lo componen no tienen más alternativas que seguir el ritmo de los cambios, ya que por motivos políticos y económicos es muy poco probable la vuelta a la normalidad que estaban acostumbrados. A grandes rasgos, vemos como las partes interesadas del sector han empezado con un plan de reorganización y reorientación de sus planes y estrategias dándole prioridad a la relación con sus clientes, la gestión de riesgos, la resiliencia y la digitalización encontrando nuevos modelos de negocio y utilizando las tecnologías digitales más avanzadas.

En España, según Puertos del Estado, cerca del 60% de las exportaciones y del 85% de las importaciones se realizan por vía marítima, representando el 53% del comercio exterior español en la UE y el 96% con terceros países. Siendo Algeciras, Valencia y Barcelona puertos clave para el transporte internacional, y en particular de contenedores, gracias a su estratégica ubicación geográfica para el intercambio entre China / Asia y España / Europa.

En Galicia, analizando los puertos según los tipos de tráfico en las distintas terminales, encontramos que en las Rías Bajas (Vigo, Villagarcía de Arosa y Marín), se encuentran los de mayor tráfico de contenedores y mercancía en general (principalmente del automovilismo y productos pesqueros), comparado con sus tráficos de graneles sólidos o líquidos.

Aunque a mi parecer, esta tendencia puede llegar a cambiar en los próximos años si finalmente la Maersk (mayor compañía del mundo junto con MSC de transporte de contenedores) que cuenta con más de 700 buques, desarrolla parte de su proyecto para producir metanol verde a partir de hidrógeno renovable para su flota en el puerto exterior de Punta Langosteira en A Coruña, convirtiendo dicho puerto en un hub de este tipo de biocombustibles, aumentando con ello, las rutas de flujo de contenedores existentes actualmente al tener que dichos buques repostar en este puerto. Lo que también podría favorecer el uso su contenedor vivo de Aqualife, al aumentar exponencialmente la conectividad de uno de los mejores ecosistemas marisqueros del mundo con la amplia red logística para el transporte que posee Maersk.

8. Conclusiones

Los contenedores no han dejado de evolucionar en todos los sentidos en las últimas décadas después de la estandarización, así como hemos podido observar que el consumo y transporte de mariscos, ha sido ampliamente estudiado a lo largo de la historia, encontrándose hoy dicho transporte a las puertas de un futuro aparentemente prometedor.

Después de haberlo estudiado, podemos ver la relevancia de la acuicultura a nivel mundial, así como que el transporte de productos acuáticos siempre ha presentado cierta complejidad logística, y que el interés económico ha influido en el avance prioritario del transporte tanto de materias primas a granel como de productos manufacturados terrestres entre otros, dejando más olvidados otros sectores de menor valor, entre otras cosas por su menor demanda, como puede ser el de los mariscos. A pesar de ello, en los últimos años han surgido multitud de nuevos avances tecnológicos e ingeniosas invenciones que han facilitado la logística para el transporte de cualquier tipo de producto, incluidos los acuáticos, haciendo que puedan ser llevados vivos desde su vendedor hasta su demandante en cualquier parte del mundo. A través de los distintos análisis, se aprecia que el sector marisquero y en particular el del mejillón en Galicia, es socialmente rentable tanto para su producción, aún subiendo los precios actuales, como para su consumo en todos los niveles sociales, medioambientalmente amigable y energéticamente beneficioso para nuestro organismo. Siendo la contenerización un gran apoyo a futuro para la comercialización mundial de cualquier marisco fresco, asegurando la calidad de los productos al consumidor final.

Así pues, gracias al estudio realizado para dar forma a este trabajo, se da respuesta entre otros, a los objetivos, mostrando a todos los públicos, los principales aspectos relativos a la contenerización, así como a la acuicultura del mejillón, dando a conocer su exportación a través de los contenedores, fomentando así el transporte sostenible y motivando futuras investigaciones para la creación de nuevos modelos similares a estos u otros tipos de contenedores. Podemos concluir, con todo, que fruto del aumento de la contaminación, la población y la consiguiente falta de alimentos, es necesaria una mayor y continua inversión en la Investigación y Desarrollo de este tipo de contenedores para el transporte de marisco vivo, ya que para la creación de estos nuevos modelos aquí expuestos, así como para los futuros diseños o la modernización de los mismos, son necesarios minuciosos estudios científico-tecnológicos donde se deben tratar y profundizar todas las temáticas presentadas a lo largo de este trabajo, puesto que para una óptima funcionalidad de estos contenedores, hay que tener en cuenta todos los ámbitos biológicos del marisco a transportar, dando especial importancia al complejo estudio de la estructura del contenedor y la amplia clasificación de los contenedores, además de los ámbitos legales y la viabilidad socioeconómica.

9. Bibliografía

García Álvarez, Ó., García Erquiaga, E., Miranda Torrado, F., Pais Lima, M., & San Martín Campos, C. (2000). *La contribución de la actividad mejillonera al desarrollo local de Galicia*. SIPSA GRAPHICS, 34-61.

Durán Neira, C., Acuña Castroviejo, R., & Santiago Caamaño, J. (1990). *El mejillón. Biología, cultivo y comercialización*. La Coruña: Fundación Caixa Galicia, 19-96.

Fernández Reiriz, M. J., Pérez Camacho, A., & Pérez Corbacho, E. (2004). *Bateeiros, mar, mejillón. Una perspectiva bioeconómica*. Fundación Caixa Galicia, 20-60.

Blanton, J. O., Atkinson, L. P., Castillejo, F. and Montero, A. L. (1984). Coastal upwelling of the Rías Bajas, Galicia, northwest Spain, I; hydrographic studies, *Rapp.P.V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer.* 183, 179–190

Castro, C. G., Pérez, F. F., Álvarez-Salgado, X. A., Roson, G. and Ríos, A. F. (1994). Hydrography conditions associated with the relaxation of a upwelling event off the Galician coast (NW Spain), *Journal of Geophysical Research* 99, 5135-5147

McClain, C. R., Chao, S., Atkinson, L. P., Blanton, J. O. and Castillejo, F. (1986). Wind driven upwelling in the vicinity of Cape Finisterre, Spain, *Journal of Geophysical Research* 91, 8470- 8486.

López-Jamar E., Cal, R. M., González, G., Hanson, R. B., Rey, J., Santiago, G. and Tenore, K. R. (1992). Upwelling and outwelling effects on the benthic regime of the continental shelf off Galicia, NW Spain, *Journal of Marine Research* 50, 465-488.

Tilstone, G. H., Figueras, F. G. and Fraga, F. (1994). Upwelling-downwelling sequences in the generation of red tides in a coastal upwelling system, *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 112, 241-253.

Álvarez, I., deCastro, M., Prego, R. and Gómez-Gesteira, M. (2003a). Hydrographic characterization of a winter-upwelling event in the Ria of Pontevedra (NW Spain), *Estuarine Coastal and Shelf Science* 56, 869- 876.

Torres, R., Barton, D., Miller, P. and Fanjul, E. (2003). Spatial patterns of wind and sea surface temperature in the Galician upwelling region, *Journal of Geophysical Research* 108, 3130- 3143, doi:10.1029/2002JC001361.

Prego, R. and Bao, R. (1997). Upwelling influence on the Galician coast: silicate in shelf water and underlying surface sediments, *Continental Shelf Research* 17, 307-318.

Prego, R., Barciela, C. and Varela, M. (1999). Nutrient dynamics in the Galician coastal area (northwestern Iberian Peninsula): Do the Rías Bajas receive more nutrient salts than the Rías Altas?, *Continental Shelf Research* 19, 317-334.

Blanton J.O., Tenore, K. R., Castillejo, F., Atkinson, L. P., Schwing, F. B. and Lavin, A. (1987). The relationship of upwelling to mussel production in the Rias on the western coast of Spain, *Journal of Marine Research* 45, 497-511.

Tenore K.R., Boyer, L. F., Cal, R. M., Corral, J., García-Fernández, C., González, N., González-Gurriaran, E., Hanson, R. B., Iglesias, J., Krom, M., López-Jamar, E., McClain, J., Pamatmat, M. M., Pérez, A., Rhoads, D. C., de Santiago, G., Tietjen, J. M., Westrich, J. and Windom, H. L. (1982). Coastal upwelling in the Rias Bajas, NW Spain: Contrasting the benthic regimes of the Rias de Arosa and de Muros, *Journal of Marine Research* 40, 701-772.

Molina R. (1972). Contribution to the study of the upwelling off the North-West coast of the Iberian Peninsula, *Boletín Instituto Español Oceanografía* 152.

Walsh, D. H. (1976). *The ecology of the seas*

Álvarez Fernández, M. I. (2005). *Hidrografía e hidrodinámica de los estuarios gallegos bajo la influencia de forzamientos externos.*

MAPAMA. (2017). *El mercado del mejillón en España.*

Apromar. (2021). *La acuicultura en España.*

Unidas, N. (2022). *Informe sobre el transporte marítimo.*

10. Webgrafía

OMC. (03 de 2023). Obtenido de www.wto.org

Dicyt. (03 de 2023). Obtenido de www.dicyt.com

FAO. (03 de 23). Obtenido de www.fao.org

Mexillon de Galicia. (03 de 2023). Obtenido de www.mexillondeg Galicia.org

BOE. (03 de 2023). Obtenido de www.boe.es

Mercasa. (03 de 2023). Obtenido de www.mercasa.es

Apromar. (03 de 2023). Obtenido de www.apromar.es

Opmega. (04 de 2023). Obtenido de www.opmega.com

Pesca de Galicia. (04 de 2023). Obtenido de www.pescadegalicia.gal

Xunta. (04 de 2023). Obtenido de www.xunta.gal

ICEX. (04 de 2023). Obtenido de www.icex.es

Eurostat. (04 de 2023). Obtenido de ec.europa.eu/eurostat

CSIC. (04 de 2023). Obtenido de www.iim.csic.es

DSV. (05 de 2023). Obtenido de www.dsv.com

ICMaritime. (05 de 2023). Obtenido de www.icmaritime.es

Precintia. (05 de 2023). Obtenido de www.precintia.com

UKPandi. (05 de 2023). Obtenido de www.ukpandi.com

Fitch. (05 de 2023). Obtenido de www.fitchratings.com

Aqualife. (05 de 2023). Obtenido de www.aqualife.nu

CMA-CGM. (05 de 2023). Obtenido de www.cma-cgm.com

