



Facultade de Veterinaria

Traballo de  
Fin de Grao

Risco sanitario por consumo de marisco  
furtivo en Galicia

Riesgo sanitario por consumo de marisco  
furtivo en Galicia

Sanitary risk because of poached seafood  
consumption in Galicia

Andrea Riveiro Millán

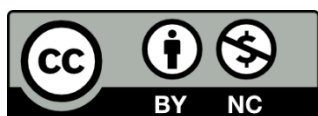
**Grao en Veterinaria**

Ano 2022

Modalidade do Traballo: Divulgación

# Licenza

Agás onde se faga constar explicitamente, esta obra pertence a Andrea Riveiro Millán e está baixo unha licenza de “Creative Commons Reconocimiento No Comercial 4.0 Internacional”.



## **RESUMO**

Neste traballo de divulgación reúnese información sobre os principais riscos sanitarios que comporta o consumo de marisco furtivo en Galicia. O furtivismo é unha práctica moi estendida nesta comunidade autónoma e trae consigo repercusións económicas, sociais e sanitarias, particularmente nunha zona xeográfica onde o sector pesqueiro é un dos grandes motores da economía. Preséntase una breve introdución ó fenómeno do furtivismo, e explícase cales son as principais condicións que permiten que esta sexa unha práctica tan común en Galicia. Para entender os perigos que implica o consumo de marisco furtivo, discútense a importancia do proceso de depuración dos moluscos bivalvos nos centros de depuración para reducir a carga bacteriana, e detállanse os requisitos sanitarios das lonxas e industrias de procesado e comercialización de marisco. Así mesmo, resúmense as principais intoxicacións alimentarias provocadas por axentes bacterianos, víricos, biotoxinas mariñas, metais pesados e compostos químicos orgánicos, que son de especial importancia sanitaria neste marisco que evade o control oficial. As especies de marisco que adoitan implicar un maior risco sanitario son os moluscos bivalvos, e a maior parte das intoxicacións alimentarias acostuman a estar provocadas por bacterias, virus e biotoxinas mariñas.

Palabras chave: furtivismo, depuración, marisco, Galicia, risco sanitario, intoxicación alimentaria.

## **RESUMEN**

En este trabajo de divulgación se reúne información sobre los principales riesgos sanitarios que conlleva el consumo de marisco furtivo en Galicia. El furtivismo es una práctica muy extendida en esta comunidad autónoma y trae consigo repercusiones económicas, sociales y sanitarias, particularmente en una zona geográfica en la que el sector pesquero es uno de los grandes motores de la economía. Se presenta una breve introducción al fenómeno del furtivismo y se explican cuáles son las principales condiciones que permiten que sea una práctica tan común en Galicia. Para entender los peligros que implica el consumo de marisco furtivo, se discute la importancia del proceso de depuración de los moluscos bivalvos en los centros de depuración para reducir la carga bacteriana, y se detallan los requisitos sanitarios de las lonjas e industrias de procesado y comercialización de marisco. Además, se resumen las principales intoxicaciones alimentarias provocadas por agentes bacterianos, víricos, biotoxinas marinas, metales pesados y compuestos químicos orgánicos, que son de especial importancia sanitaria en este marisco que evade el control oficial. Las especies de marisco que suelen implicar un mayor riesgo sanitario son los moluscos bivalvos, y la mayor

parte de las intoxicaciones alimentarias acostumbran a estar provocadas por bacterias, virus y biotoxinas marinas.

Palabras clave: furtivismo, depuración, marisco, Galicia, riesgo sanitario, intoxicación alimentaria.

## **SUMMARY**

This divulgative work gathers information on the main health risks associated with the consumption of poached seafood in Galicia. Poaching is a widespread practice in this autonomous community and implies economic, social and health repercussions, particularly in a geographical area where the fishing sector is one of the main drivers of the economy. A brief introduction to the phenomenon of poaching is presented and the main conditions that allow it to be such a common practice in Galicia are explained. To understand the dangers involved in the consumption of poached shellfish, the importance of the purification process of bivalve molluscs in purification centers to reduce the bacterial load is discussed, and the sanitary requirements of fish markets and shellfish processing and marketing industries are detailed. In addition, the main food intoxications caused by bacterial and viral agents, marine biotoxins, heavy metals and organic chemical compounds, which are of special sanitary importance in this shellfish that evades official control, are summarized. Bivalve mollusks are the shellfish species that usually pose the greatest health risk, and most food poisoning is usually caused by bacteria, viruses and marine biotoxins.

Keywords: poaching, purification, seafood, Galicia, health risk, food poisoning.

## ÍNDICE

RESUMO .....	3
RESUMEN .....	3
SUMMARY .....	4
ÍNDICE DE TÁBOAS.....	7
ÍNDICE DE IMAXES.....	8
ABREVIATURAS.....	9
1. INTERESE SOCIAL, EDUCATIVO OU DIVULGATIVO .....	10
1.1 POR QUÉ É TAN COMÚN O FURTIVISMO EN GALICIA?.....	11
1.2 QUÉ SE CONSIDERA MARISCO FURTIVO?.....	12
1.3 QUÉ TIPOS DE FURTIVOS EXISTEN?.....	12
2. INTRODUCCIÓN E OBXECTIVOS.....	14
3. EXPOSICIÓN DO TEMA.....	15
3.1 A DEPURACIÓN DOS MOLUSCOS BIVALVOS.....	15
3.1.1 Proceso de depuración natural.....	17
3.1.2 Proceso de depuración nos centros.....	18
3.2 REQUISITOS SANITARIOS DAS LONXAS E INDUSTRIAS DE MARISCO .....	22
PRINCIPAIS INTOXICACIÓNS ALIMENTARIAS POR CONSUMO DE MARISCO .....	23
3.3 .....	23
3.3.1 Intoxicacións por bacterias .....	24
3.3.1.1 <i>Vibrio parahaemolyticus</i> .....	25
3.3.1.2 <i>Listeria monocytogenes</i> .....	26
3.3.1.3 <i>Clostridium botulinum</i> .....	26
3.3.1.4 <i>Salmonella</i> spp.....	27
3.3.2 Intoxicacións por virus.....	28
3.3.2.1 <i>Norovirus (NoV)</i> .....	28
3.3.2.2 <i>Virus da hepatite A (HAV)</i> .....	29
3.3.2.3 <i>Virus da Hepatite E (HEV)</i> .....	30
3.3.2.4 <i>Sapovirus (SaV)</i> .....	30

3.3.2.5	<i>Aichivirus (AiV)</i> .....	30
3.3.2.6	<i>Normativa aplicable</i> .....	31
3.3.3	Intoxicacións por biotoxinas mariñas.....	31
3.3.3.1	<i>DSP (Diarrhetic Shellfish Poisoning)</i> .....	32
3.3.3.2	<i>ASP (Amnesic Shellfish Poisoning)</i> .....	34
3.3.3.3	<i>PSP (Paralytic Shellfish Poisoning)</i> .....	34
3.3.3.4	<i>Biotoxinas emerxentes</i> .....	35
3.3.3.5	<i>Normativa e recomendacións sobre límites máximos</i> .....	36
3.3.4	Intoxicacións por metais pesados .....	37
3.3.4.1	<i>Mercurio</i> .....	38
3.3.4.2	<i>Cadmio</i> .....	38
3.3.4.3	<i>Chumbo</i> .....	39
3.3.4.4	<i>Normativa sobre límites máximos</i> .....	39
3.3.5	Intoxicacións por químicos orgánicos .....	40
3.3.5.1	<i>Hidrocarburos policíclicos aromáticos</i> .....	40
3.3.5.2	<i>Policlorobifenilos</i> .....	40
3.3.5.3	<i>Dioxinas</i> .....	41
3.3.5.4	<i>Normativa sobre límites máximos</i> .....	41
4.	CONCLUSIÓN.....	42
5.	BIBLIOGRAFÍA.....	43

## ÍNDICE DE TÁBOAS

<i>Táboa 1. Criterios microbiolóxicos en función da zona de produción de moluscos bivalvos (Regulamento de Execución (UE) 2019/627).</i>	<i>16</i>
<i>Táboa 2. Comparación entre os métodos convencionais de tratamento de auga para os centros de depuración de moluscos (Elaborado a partir do traballo de Guimarães Filho et al., 2022).</i>	<i>20</i>
<i>Táboa 3. Límites máximos permitidos polo Regulamento CE 853/2004 e Regulamento de Execución (UE) 2019/627 para as principais biotoxinas mariñas implicadas nas intoxicacións por consumo de marisco en Europa.</i>	<i>36</i>
<i>Táboa 4. Límites máximos autorizados polo Regulamento (CE) 1881/2006 para os diferentes metais pesados nos moluscos bivalvos, moluscos cefalópodos, e crustáceos. As unidades exprésanse en mg/kg peso fresco.</i>	<i>39</i>
<i>Táboa 5. Límites máximos permitidos segundo o Regulamento (CE) 1881/2006 para os diferentes compostos químicos orgánicos nos moluscos bivalvos e produtos do mar (moluscos cefalópodos e crustáceos).</i>	<i>41</i>

## ÍNDICE DE IMAXES

<i>Imaxe 1. Anatomía interna dun molusco bivalvo. As frechas indican o sentido de circulación da auga e alimento desde o sifón inhalante ata o sifón exhalante (Reproducido do traballo de Camacho et al., 2008).</i>	18
<i>Imaxe 2. Esquema da circulación da auga desde a toma do exterior ata o final do procedemento de depuración dos bivalvos (Elaborado a partir do traballo de Consellería do Mar, s.d.).</i>	21
<i>Imaxe 3. Ostrea edulis ou ostra común (Reproducido do traballo de Arza Cuesta et al., 2014).</i>	25
<i>Imaxe 4. Mytilus galloprovincialis ou mexillón mediterráneo/galego (Reproducido do traballo de Arza Cuesta et al., 2014).</i>	27
<i>Imaxe 5. De esquerda a dereita: Ameixa fina (Ruditapes decussatus), Ameixa babosa (Venerupis pullastra), Ameixa xaponesa (Ruditapes philippinarum) e Ameixa rubia (Venerupis rhomboides) (Reproducido do traballo de Arza Cuesta et al., 2014).</i>	29
<i>Imaxe 6. Cerastoderma edule ou berberecho (Reproducido do traballo de Arza Cuesta et al., 2014).</i>	29
<i>Imaxe 7. Esquema da clasificación das biotoxinas mariñas segundo a súa natureza, así como o novo grupo de toxinas emerxentes en Europa (Elaborado a partir do traballo de Otero &amp; Silva, 2022).</i>	32
<i>Imaxe 8. Pecten maximus ou vieira (Reproducido do traballo de Arza Cuesta et al., 2014).</i>	33
<i>Imaxe 9. Ensis arcuatus ou navalla (Reproducido do traballo de Arza Cuesta et al., 2014).</i>	35
<i>Imaxe 10. Parapenaeus longirostris ou gamba branca (Reproducido do traballo de Arza Cuesta et al., 2014).</i>	38
<i>Imaxe 11. Loligo vulgaris ou lura. Cabeza con dez brazos, dous longos e oito curtos. Cor branca-rosada con apigarado pardo na zona dorsal (Reproducido do traballo de Arza Cuesta et al., 2014).</i>	39

## ABREVIATURAS

- **ANSES:** Axencia Francesa de Seguridade e Saúde Alimentaria, Ambiental e Ocupacional.
- **ASP:** *Amnesic Shellfish Poisoning* (Intoxicación amnésica por marisco).
- **AZAs:** azaspirácidos.
- **BHE:** Barreira Hemato-encefálica.
- **BoNT:** *Botulism Neurotoxin* (Neurotoxina Botulínica).
- **C.A:** Comunidade Autónoma.
- **CIs:** iminas cíclicas.
- **COPs:** Compostos Orgánicos Persistentes.
- **DA:** ácido domoico.
- **DAEC:** *E. coli* de adherencia difusa.
- **DSP:** *Diarrhetic Shellfish Poisoning* (Intoxicación diarreica por marisco).
- **EAEC:** *E. coli* enteroagregativa.
- **ECDC:** European Centre for Disease Prevention and Control (Centro Europeo para a Prevención e Control de Enfermidades).
- **EFSA:** *European Food Safety Agency* (Axencia de Seguridade Alimentaria Europea).
- **EHEC:** *E. coli* enterohemorráxica.
- **EIEC:** *E. coli* enteroinvasiva.
- **EPEC:** *E. coli* enteropatóxena.
- **ETEC:** *E. coli* enterotoxixénica.
- **FANs:** Floración de Algas Nocivas.
- **GYMs:** ximnomidinas.
- **HAPs:** Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos.
- **IGE:** Instituto Galego de Estatística.
- **INTECMAR:** Instituto Tecnolóxico para o Control do Medio Mariño de Galicia.
- **MS:** Materia seca.
- **NFRs:** *Novel Halogenated Flame Retardants* (Novos retardadores da chama haloxenados).
- **nmp:** número máis probable.
- **OA:** ácido ocadaico.
- **PBDEs:** Polibromodifenil éteres.
- **PCBs:** Policlorobifenilos.
- **PFCs:** Compostos Perfluorados.
- **PnTXs:** pinnatoxinas.
- **PTXs:** pectenotoxinas.
- **PSP:** *Paralytic Shellfish Poisoning* (Intoxicación paralítica por marisco).
- **SPXs:** espirólidos.
- **STXs:** saxitoninas.
- **UE:** Unión Europea.
- **UV:** ultravioleta.
- **YTXs:** iesotoxinas.

## 1. INTERESE SOCIAL, EDUCATIVO OU DIVULGATIVO

O sector pesqueiro é unha parte moi importante da economía de Galicia, unha Comunidade Autónoma con 1.195 km de liña de costa rodeada polo océano Atlántico e o mar Cantábrico (Gutiérrez, 2011), e con numerosos municipios costeiros nos cales a pesca e o marisqueo supoñen a actividade produtiva principal.

Para entender a importancia deste sector, cómpre dicir que durante o 2020 foron capturadas nos portos de Galicia un total de 252.184 toneladas de pesca fresca, incluídos moluscos e crustáceos, e conxelada, con un valor en primeira venda destes produtos de 453.643 miles de euros (Instituto Galego de Estatística, 2020). Durante o 2021, os produtos pesqueiros vendidos nas lonxas galegas supuxeron un beneficio de 424.955 miles de euros, sendo a ameixa xaponesa ou xapónica (*Ruditapes philippinarum*) o produto que aportou maior ganancia (27.401 miles de euros), seguida do polbo (*Octopus vulgaris*) (15.414 miles de euros) e do berberecho (*Cerastoderma edule*) (13.745 miles de euros) (IGE, 2021). Ademais, o sector pesqueiro xera múltiples postos de traballo en Galicia. Concretamente, no 2021 concedéronse 3.676 permisos de marisqueo a pé, dos cales 1.560 foron na provincia da Coruña, 33 na de Lugo e 2.083 en Pontevedra (IGE, 2021).

Por un lado, a vida mariñeira constitúe un dos piares económicos de Galicia. Por outro lado, desde o punto de vista social, as comunidades marisqueiras e pesqueiras presentan trazos de identidade colectiva e representan valores culturais (Ballesteros, 2018), o que nos permite contemplar a actividade mariñeira como un fenómeno con importancia a nivel socioeconómico. A relevancia disto reside na creación de relacións sociais internas que poden dificultar a xestión dos recursos mariños, tanto por parte da administración local coma dos propios integrantes das comunidades marisqueiras. Dentro das irregularidades na xestión deste capital destaca a práctica do furtivismo, que se define como o incumprimento voluntario das ordenacións marisqueiras e da lexislación relativa á pesca (Ballesteros e Rodríguez-Rodríguez, 2018).

O furtivismo marisqueiro é unha práctica que ten lugar en moitas partes do mundo, pero especialmente en Galicia trátase dun fenómeno endémico difícil de combater debido en gran parte aos incentivos primarios que favorecen a súa práctica.

## 1.1 POR QUÉ É TAN COMÚN O FURTIVISMO EN GALICIA?

Podemos definir unha serie de factores que actúan como condicionantes do furtivismo en Galicia, a varios niveis: os incentivos sociais, os incentivos económicos e os incentivos operativos e legais (Ballesteros e Rodríguez-Rodríguez, 2018).

Dentro dos **incentivos económicos**, un dos puntos máis importantes do furtivismo é a facilidade que presenta esta actividade para ser levada a cabo. Ademais de ser unha actividade accesible, xa que na maioría dos casos non é necesario material especializado nin formación técnica, o acceso aos puntos de marisco é sinxelo e rápido, como pode ser o caso dos bancos de mexillón situados a pé de praia. Ademais, existen múltiples vías de comercialización consolidadas para o marisco ilegal, dende a venda directa aos consumidores ata a creación de redes de mercado negro nas que se ven involucrados hostaleiros, depuradoras, parques de cultivo e mesmo lonxas (Ballesteros *et al.*, 2017).

Os **incentivos sociais** do furtivismo son complexos e teñen a súa base na heteroxeneidade dos axentes furtivos que existen, dende turistas que practican o marisqueo ilegalmente para autoconsumo ata grupos profesionais e especializados que se dedican plenamente ao furtivismo. Consecuentemente, existe unha ambivalencia na aceptación social desta actividade, que vai dende o rechazo absoluto ata a tolerancia en certos casos. Ballesteros e Rodríguez-Rodríguez (2018) estudaron a relación entre o nivel social de tolerancia do furtivismo e os motivos polos cales se practica esta actividade a través de enquisas realizadas aos membros de 55 asociacións de pescadores de Galicia, atopando unha maior aceptación nos casos de mariscar por necesidade, seguidos polos casos de mariscar para autoconsumo. Ademais, estes autores determinaron que os membros pertencentes ás comunidades marisqueiras gozan dunha maior tolerancia como furtivos que aqueles que non pertencen ás mesmas.

Por último, os **incentivos operativos e legais** do marisqueo furtivo débense á dificultade de detección, control e sanción dos furtivos. A gran superficie de costa susceptible de ser mariscada, así como a falta de medios e axentes suficientes para a súa vixilancia efectiva, constitúen dous dos principais problemas. Ademais, os gardacostas e os gardapescas teñen moitas limitacións en canto ás súas competencias xa que non poden identificar, rexistrar, inmovilizar nin incautar os produtos furtivos, pois dependen doutros corpos de seguridade como a Garda Civil para levar a cabo estas accións (Ballesteros *et al.*, 2017). Así mesmo, o sistema de sanción semella ineficaz xa que o furtivismo castígase de forma económica, pero

os furtivos poden declararse insolventes, é dicir, incapaces de cumprir coa sanción monetaria, de modo que se volven impunes e non sofren as consecuencias.

## **1.2 QUÉ SE CONSIDERA MARISCO FURTIVO?**

Dentro da definición de marisco inclúese calquera invertebrado mariño comestible, especialmente os moluscos e crustáceos (Real Academia Española, s.d., definición 1). Podemos designar como marisco furtivo a calquera produto do marisqueo que non cumpre ca normativa de pesca vixente. Polo tanto, inclúese dentro desta definición ao marisco de especies en época de veda ou prohibidas, exemplares que non cumpren os tamaños mínimos, que non pasan pola lonxa, ou que son de orixe descoñecida, e a aquel marisco que supoña unha explotación do produto por riba das cotas permitidas (González Arias *et al.*, 2011).

Polo xeral, os moluscos bivalvos son as especies máis afectadas por esta práctica debido á facilidade de acceso e recolección (Gutiérrez, 2011). Porén, a tendencia ao furtivismo varía en función da zona costeira.

A costa de Lugo é a zona menos afectada polo furtivismo, pero hai unha clara predisposición á extracción do percebe sobre todo nas rías de Viveiro e Ribadeo, onde grupos de furtivos profesionalizados acceden á zona submareal e colectan os exemplares que garanten o ciclo reprodutivo do percebe e que polo tanto, son os máis grandes e os que proporcionan unha maior ganancia económica.

Na costa de Pontevedra as especies máis afectadas son a ameixa, o berberecho, a centola, as nécoras e a vieira, sendo os moluscos bivalvos os máis colectados na época estival debido á presenza turística.

Por último, na costa da Coruña as especies máis afectadas son o percebe (sobre todo na costa norte), a ameixa e a vieira. Destacan nesta costa os grupos organizados e profesionalizados de furtivos, especialmente en Carballo, Camariñas, Fisterra, Carnota, Noia e Ribeira (González Arias *et al.*, 2011).

## **1.3 QUÉ TIPOS DE FURTIVOS EXISTEN?**

González Arias *et al.*, (2011) e Gutiérrez (2011) definen seis tipos de furtivos en función das súas características, frecuencia, e modo de operar:

- Furtivo doméstico: son persoas que pertencen ás comunidades mariñeiras e son residentes de municipios costeiros. Xeralmente, practican o furtivismo para autoconsumo.
- Furtivo vacacional: son turistas que residen en municipios costeiros durante a época estival. Xeralmente, tamén teñen como finalidade o autoconsumo.

- Furtivo excluído socialmente ou con carencias económicas: son persoas que se atopan en situación de falta de integración social, habitualmente por psicopatoloxías aditivas ou por situación de desemprego. O marisco que extraen tamén adoita ser para autoconsumo ou ben para xerar ganancia económica.
- Furtivo recreativo: son persoas que posúen licenza de pesca recreativa, pero practican o furtivismo mediante a recolleita de especies prohibidas, exemplares que non cumpren co tamaño mínimo, ou que superan as súas cotas de captura. Normalmente esta actividade ten como fin o beneficio económico.
- Furtivo profesional: son persoas que practican o furtivismo de forma profesional, é dicir, que converten esta actividade no seu principal sustento económico. Ademais, polo xeral posúen equipos especializados para a extracción do marisco así como sistemas de vixilancia para evadir os controis das autoridades competentes.
- Furtivo legal: son aquelas persoas que posúen permiso de explotación marisqueira pero, do mesmo xeito que os furtivos recreativos, superan as cotas permitidas, colectan exemplares que non cumpren co tamaño mínimo, ou especies en época de veda.

Polo tanto, podemos concluír que o furtivismo é un problema difícil de erradicar en Galicia debido á súa complexidade, tanto pola heteroxeneidade de tipos de furtivo como polos incentivos primarios mencionados anteriormente.

## 2. INTRODUCCIÓN E OBXECTIVOS

A importancia do sector pesqueiro en Galicia, tanto a nivel económico como a nivel social, ten como consecuencia o elevado consumo de produtos do mar que están presentes na dieta dos galegos, de modo que este consumo sitúase moi por encima da media estatal dos últimos anos (Leis Trabazo *et al.*, 2019).

Como xa se mencionou anteriormente, o furtivismo é un problema endémico moi difícil de erradicar en Galicia por diversos factores. Ten repercusións a nivel económico, social e sanitario, xa que os produtos do mar furtivos non cumpren coa lexislación pertinente e non teñen a garantía sanitaria do marisco legalmente obtido.

O obxectivo deste traballo de divulgación é abordar a problemática sanitaria derivada do consumo de marisco furtivo para concienciar á poboación do risco que supón para a súa saúde. Polo tanto, os obxectivos específicos a conseguir son os seguintes:

- Definir e detallar o proceso de depuración dos moluscos bivalvos, así como a súa importancia para conseguir que os produtos sexan aptos para o consumo humano.
- Citar os principais requisitos e condicións sanitarias nas lonxas e industrias de procesado e almacenamento de marisco establecidos pola lexislación.
- Identificar as principais intoxicacións alimentarias derivadas do consumo de marisco e explicar os principais signos clínicos das mesmas.

### **3. EXPOSICIÓN DO TEMA**

#### **3.1 A DEPURACIÓN DOS MOLUSCOS BIVALVOS**

Dentro do filo dos moluscos (Mollusca), existen actualmente oito clases diferenciadas en función da súa anatomía e fisioloxía. Unha das características que diferencian as clases de moluscos é a capacidade para conseguir o alimento mediante o proceso de filtración. A clase máis importante tendo en conta esta característica é a dos bivalvos (Bivalvia), tamén coñecidos como lameliobranquios ou pelecípodos, xa que son na súa maioría moluscos filtradores (Smolowitz, 2021).

Mediante este mecanismo de filtración os bivalvos aliméntanse de fitoplancto e zooplancto, pero tamén absorben substancias como metais pesados, microorganismos, toxinas ou contaminantes químicos que se acumulan no seu organismo e poden supoñer un risco para a saúde dos consumidores.

Esta circunstancia é a orixe da necesidade de establecer un proceso ao que someter aos moluscos bivalvos polo cal se eliminan ou diminúan as concentracións de substancias prexudiciais, coñecido como depuración (Guimarães Filho *et al.*, 2022). Neste apartado profundizarase no proceso de depuración, así como nas posibles técnicas que se poden levar a cabo para conseguir que os moluscos bivalvos sexan aptos para o consumo humano. A importancia destes produtos radica no seu mecanismo de alimentación que implica a acumulación destas substancias danosas e ademais, o feito de que moitas especies de moluscos bivalvos consúmense crúas ou pouco cociñadas, o que aumenta o risco de transmisión de intoxicacións alimentarias.

A depuración pode levarse a cabo en centros de depuración ou en zonas de reinstalación. Os centros de depuración son establecementos nos que o proceso ten lugar en tanques con auga mariña limpa, mentres que as zonas de reinstalación son zonas mariñas delimitadas onde se leva a cabo a depuración dos bivalvos de xeito natural. En ambos casos, o procedemento consiste no mantemento dos moluscos bivalvos en auga mariña limpa durante un mínimo de tempo para reducir a cantidade de axentes patóxenos que poidan ter acumulados no seu organismo. No caso das zonas de reinstalación o período mínimo de tempo de depuración é de dous meses, mentres que nos centros de depuración o período mínimo será o necesario para cumprir cos criterios microbiolóxicos establecidos pola lexislación vixente (Regulamento CE 853/2004).

Porén, non todos os bivalvos colectados necesitan pasar por un proceso de depuración para ser aptos para o consumo humano. Para poder diferenciar entre os exemplares que precisan deste procedemento e os que non, existe un sistema de clasificación das zonas de produción. No marco europeo e a nivel estatal existen o Regulamento de Execución (UE) 2019/627 e o Real Decreto 1086/2020, respectivamente, onde se atopan diferenciadas as tres categorías existentes para as zonas de produción e reinstalación de moluscos bivalvos vivos, e os criterios microbiolóxicos que deben cumprir cada unha delas. Na táboa 1 amósase un resumo dos requisitos relativos ás distintas zonas de produción e reinstalación de moluscos bivalvos, establecidos polo Regulamento de Execución (UE) 2019/627.

Táboa 1. Criterios microbiolóxicos en función da zona de produción de moluscos bivalvos (Regulamento de Execución (UE) 2019/627).

Zona	Destino produtos	Criterio microbiolóxico (*)	Tipo de mostra
A	Consumo humano directo	80% <230 nmp <i>E. coli</i>	100 gramos de carne de molusco e líquido intervalvar
		20% <700 nmp <i>E. coli</i>	
B	Zona de reinstalación Centro de depuración	90% ≤ 4600 nmp <i>E. coli</i>	100 gramos de carne de molusco e líquido intervalvar
		10% ≤ 46000 nmp <i>E. coli</i>	
C	Zona de reinstalación Centro de depuración	≤ 460000 nmp <i>E. coli</i>	100 gramos de carne de molusco e líquido intervalvar

(\*) O criterio microbiolóxico é aplicable ás mostras recollidas durante o período de revisión ou avaliación da zona. O porcentaxe (%) fai referencia á proporción de mostras incluídas en cada criterio, é dicir, no caso da zona A o 80% das mostras deben ter un contido inferior a 230 nmp *E. coli*.

Para a clasificación das zonas de produción de moluscos bivalvos empréganse os niveis de *E. coli* no medio mariño. Esta bacteria, como a maioría das bacterias pertencentes á microbiota intestinal das persoas, non é patóxena, pero pode estar acompañada doutras como *Salmonella* spp. con maior risco para a saúde humana. A razón pola que se empregan os niveis de *E. coli* como indicador de contaminación e da presenza doutras bacterias é porque a resistencia desta bacteria no ambiente mariño é moi limitada, polo que a súa presenza pode indicar unha fonte de contaminación próxima no espazo e tempo (Instituto Tecnolóxico para o Control do Medio Mariño de Galicia [INTECMAR], s.d.-c).

Os moluscos bivalvos procedentes das zonas de produción tipo B e C, ademais da depuración en zonas de reinstalación ou en centros de depuración, poden ser enviados a un establecemento de transformación onde se levará a cabo un tratamento adecuado para

garantir a súa aptitude para o consumo humano (Regulamento CE 853/2004). Dentro dos tratamentos permitidos, existen:

- A esterilización en cubos pechados hermeticamente.
- Distintos tratamentos térmicos:
  - o Temperatura mínima de 90 °C no centro da carne do molusco durante mínimo 90 segundos.
  - o Temperatura entre 120-160 °C, presión entre 2-5 kg/cm<sup>2</sup>, durante 3-5 minutos. A continuación, separación das valvas e conxelación da carne de molusco a -20 °C.
  - o Cocción ao vapor baixo presión nun ambiente pechado que cumpra cos criterios de tempo e temperatura mencionados no primeiro apartado (90 °C durante mínimo 90 segundos).

Ademais dos criterios microbiolóxicos, existen unha serie de límites establecidos para as biotoxinas mariñas, os metais pesados e os compostos químicos, que serán explicados nos puntos correspondentes do apartado das intoxicacións alimentarias.

Para decidir a clasificación, apertura, peche ou reclasificación das zonas de produción, as autoridades competentes deben levar a cabo plans de mostraxe, que no caso de Galicia son responsabilidade do INTECMAR.

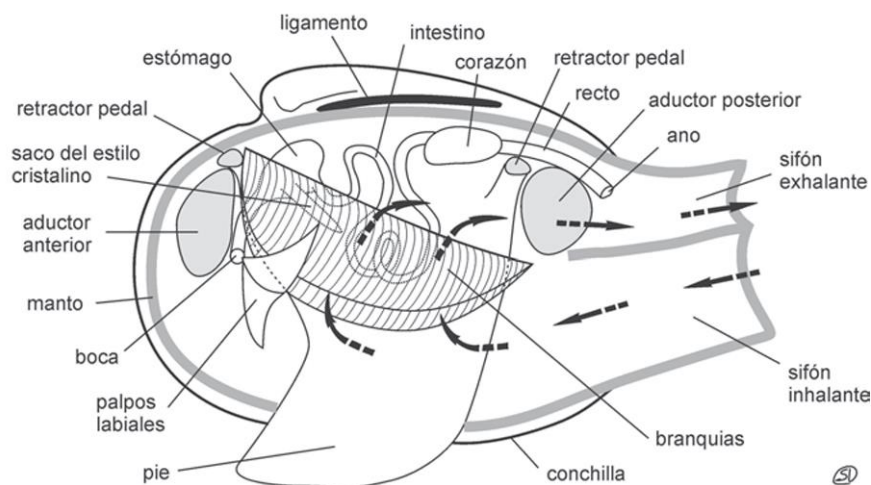
Segundo o establecido polo Regulamento de Execución (UE) 2019/627, a frecuencia dos plans de mostraxe será semanal durante a época de recolección dos moluscos bivalvos, pero é susceptible de variacións en función dos resultados.

### **3.1.1 *Proceso de depuración natural***

A depuración previa ao consumo é un proceso necesario nos casos de moluscos bivalvos pertencentes ás zonas de produción tipo B e C. Este proceso, como tal, é realizado de forma natural polos bivalvos e está relacionado cas súas funcións de dixestión e respiración. Nestas funcións interveñen distintas partes da anatomía dos bivalvos, como son os sifóns, as branquias e o aparello dixestivo.

A circulación da auga na maior parte dos bivalvos ten forma de “U”, de modo que a entrada corresponde á parte posterior ventral, onde se atopa o sifón inhalante, e a saída corresponde á parte posterior dorsal, onde se atopa o sifón exhalante. Dentro do organismo, a auga e as partículas incluídas pasan a través das branquias, onde se produce o intercambio de gases e a retención de partículas de pequeno tamaño. Tamén participan no proceso de alimentación a boca e o resto do aparello dixestivo, onde se producen como consecuencia final os refugallos. Tanto as partículas que son retidas polas branquias como os refugallos

do sistema dixestivo son eliminados ao exterior mediante o sifón exhalante (Consellería do Mar, s.d.).



Imaxe 1. Anatomía interna dun molusco bivalvo. As frechas indican o sentido de circulación da auga e alimento desde o sifón inhalante ata o sifón exhalante (Reproducido do traballo de Camacho et al, 2008).

En canto aos microorganismos, as especies máis grandes seguen o mesmo percorrido que a auga e as partículas. Porén, en función da especie de bivalvo, hai microorganismos que non son susceptibles de ser filtrados polo seu tamaño. Por exemplo, os microorganismos maiores de 6-7  $\mu$  non son filtrados polas voandeiras (*Chlamys opercularis*) (Consellería do Mar, s.d.).

As bacterias xogan un papel importante no equilibrio dinámico entre a concentración no organismo e no ambiente mariño. A relación entre estes dous espazos ten que ser igual a 1, é dicir, ten que haber a mesma concentración de bacterias dentro do organismo que no ambiente, de modo que se acada un equilibrio (Consellería do Mar, s.d.).

Polo tanto, cando a contaminación bacteriana do ambiente diminúe considerablemente, a concentración de bacterias dentro do molusco tamén diminuíra para acadar ese punto de equilibrio. Neste principio baséase o fenómeno de depuración levado a cabo nos centros de depuración ou nas zonas de reinstalación para converter o marisco bivalvo en apto para o consumo humano.

### 3.1.2 *Proceso de depuración nos centros*

A depuración é, polo tanto, unha técnica de purificación que se leva a cabo nos centros de depuración para reducir a carga microbiana nos moluscos bivalvos, baseada no mecanismo de filtración natural dos mesmos.

Os centros de depuración deben cumprir unha serie de criterios que están definidos no Regulamento (CE) 853/2004, entre os cales podemos citar:

- Os centros deben estar situados lonxe de zonas susceptibles de inundacións polo cambio das mareas ou as escorras de auga de zonas próximas.
- As superficies dos centros deben ser de materiais que permitan unha fácil limpeza e a evacuación completa da auga. Ademais, deben ser resistentes e impermeables.
- Os moluscos deben ser lavados con auga limpa antes de iniciar o proceso de depuración. Ademais, deben estar vivos en todo momento, incluído ao rematar o procedemento.
- Os diferentes lotes de moluscos poden ser depurados simultaneamente nun mesmo tanque, porén, deben ser da mesma especie e a duración do procedemento será a do lote que necesite o tempo máis prolongado.
- É obrigatorio que os moluscos bivalvos poidan abrir as valvas durante o proceso de depuración, de modo que a cantidade de moluscos por tanque non debe superar a capacidade máxima.
- Está prohibida a presenza de peixes, crustáceos ou outras especies mariñas nos tanques de depuración de bivalvos.

Existen dous tipos de sistemas de depuración en función da circulación da auga: o sistema aberto, no cal hai aporte continuo de auga, e o sistema pechado, o máis común, onde se emprega auga en constante recirculación e se definen intervalos regulares para realizar a renovación da mesma (Guimarães Filho *et al.*, 2022).

Independentemente de se se trata dun sistema aberto ou pechado, a auga de mar empregada debe ser tratada para considerala limpa. Existen métodos químicos, físicos e biolóxicos para a purificación da auga. Recentemente, comezaron a estudarse novos métodos de tratamento que mostran resultados prometedores e vantaxes fronte aos métodos tradicionais, como por exemplo a combinación de temperatura con presións hidrostáticas altas, a  $\gamma$ -radiación, o emprego de péptidos antimicrobianos, ou a combinación de  $\text{Fe}^{3+}$  e radiación UV (Martinez-Albores *et al.*, 2020). Porén, estes métodos aínda non foron probados a nivel comercial, onde permanecen establecidos os métodos tradicionais como a cloración, a ozonización e a radiación UV. A continuación, describiranse os tres métodos tradicionais para a depuración de bivalvos:

- O método de cloración foi o primeiro empregado para a purificación da auga, e a pesar de ser o máis accesible en canto a custos operacionais, ten múltiples desvantaxes como a longa duración do tratamento (30-60 minutos), o emprego de químicos tóxicos, e o risco de produción de axentes mutáxenos secundarios ou carcinoxénicos (Barile *et al.*, 2009), así como a posibilidade de alterar a aparencia e o sabor dos moluscos (Guimarães Filho *et al.*, 2022).
- A ozonización baséase no poder oxidante do ozono para eliminar os microorganismos patóxenos, pero este principio implica a principal desvantaxe desta técnica: a oxidación dos moluscos. Por isto, a auga debe airearse en fervenzas antes de ser empregada nos tanques de bivalvos (Consellería do Mar, s.d.).
- A radiación UV actúa a nivel dos ácidos nucleicos dos microorganismos, provocando a ruptura da parede celular e a morte das células. A principal vantaxe é que non xera residuos tóxicos nin químicos como nos outros métodos, pero o inconveniente é que algúns microorganismos, baixo certas condicións, poden reparar o dano celular e reactivarse, polo que é importante que o sistema conte con filtros para eliminar as partículas suspendidas que limitan a eficacia do tratamento ao dificultar a penetración dos raios UV (Barile *et al.*, 2009).

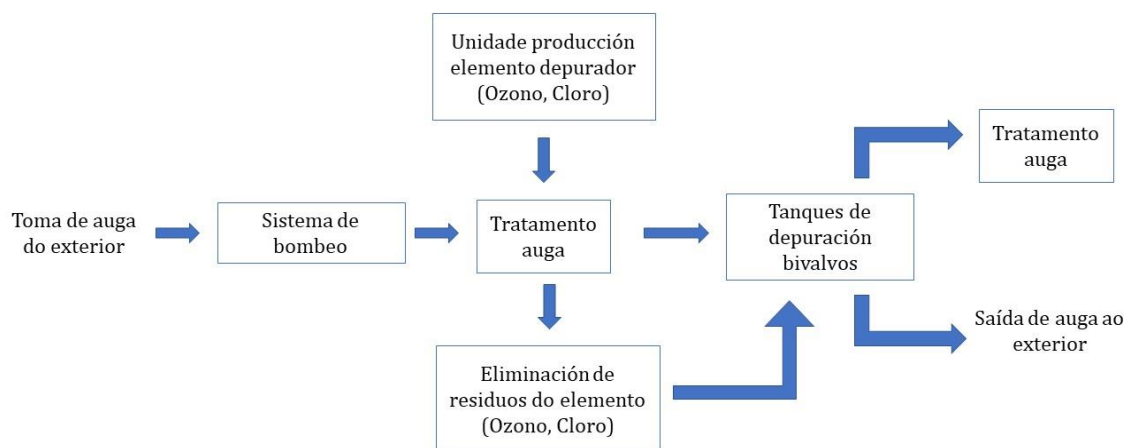
Na táboa 2 preséntase unha comparación das principais características dos tres métodos convencionais de purificación da auga nos centros de depuración de moluscos:

*Táboa 2. Comparación entre os métodos convencionais de tratamento de auga para os centros de depuración de moluscos (Elaborado a partir do traballo de Guimarães Filho et al., 2022).*

<b>Características</b>	<b>Método</b>		
	Cloración	Ozonización	Radiación UV
<b>Residuos tóxicos</b>	Si	Si	Non
<b>Duración tratamento</b>	30-60'	10-20'	1-5"
<b>Efecto nos bivalvos</b>	Irritante	Oxidante	Ningún
<b>Custo mantemento</b>	Medio	Elevado	Baixo
<b>Necesidade de auga transparente</b>	Baixa	Media	Elevada

Unha vez que a auga de mar está tratada, engádesse aos tanques de depuración de moluscos onde o mecanismo de filtración natural dos mesmos actúa para reducir a contaminación microbiana.

No seguinte esquema (Imaxe 2) podemos ver como é a circulación da auga en función do método de purificación empregado (ozono, cloro ou UV) e en función de se se trata dun sistema aberto ou pechado.



Imaxe 2. Esquema da circulación da auga desde a toma do exterior ata o final do procedemento de depuración dos bivalvos (Elaborado a partir do traballo de Consellería do Mar, s.d.).

No caso dos métodos onde se xeran residuos, a cloración e a ozonización, é necesaria unha unidade de produción do elemento depurador, así como unha unidade de eliminación dos residuos, antes de incorporar esta auga aos tanques de bivalvos. No caso da radiación UV, unicamente é necesaria unha instalación para o tratamento da auga e posteriormente pasa aos tanques de bivalvos ao non xerar residuos.

Unha vez rematado o proceso de depuración dos moluscos bivalvos, a auga sae directamente ao exterior no caso dos sistemas abertos, pero no caso dos sistemas pechados volve á unidade de tratamento de auga.

Existen unha serie de factores que inflúen neste proceso, como a salinidade, a temperatura da auga, o contido en osíxeno disolto, a turbidez e a concentración de fitoplancto (Guimarães Filho *et al.*, 2022). No caso dos moluscos das costas de Galicia, as condicións óptimas son unha temperatura de entre 14-18 °C, unha cantidade mínima de 5.5 mg/L de osíxeno disolto, unha salinidade maior ao 30‰, e unha lixeira turbidez (Consellería do Mar, s.d.).

A depuración dos moluscos bivalvos é un proceso efectivo para a diminución da carga microbiana, especialmente das bacterias fecais. Non obstante, a eficacia para a eliminación de virus, biotoxinas mariñas, metais pesados ou químicos orgánicos non está demostrada (Guimarães Filho *et al.*, 2022; Martínez-Albores *et al.*, 2020). Aínda así, a depuración é un

procedemento necesario que reduce considerablemente o risco sanitario por contaminación bacteriana. A maior parte do marisco furtivo non pasa por un proceso de depuración nin é extraído de zonas clasificadas como tipo A, polo que o risco sanitario ao consumir produtos furtivos aumenta considerablemente. Os mexillóns e as ameixas son as especies que máis risco presentan xa que son alimentos que adoitan consumirse tras un cociñado leve, así como as ostras que adoitan consumirse crúas (Sanjit Singh e Nagalakshimi, 2013).

### **3.2 REQUISITOS SANITARIOS DAS LONXAS E INDUSTRIAS DE MARISCO**

Existen unha serie de condicións sanitarias para a manipulación do marisco tras a súa recollida e ata a súa venda en centros de comercialización autorizados que se atopan descritas no Regulamento (CE) 853/2004. No caso do marisco furtivo moitos destes requisitos non se cumpren, ben porque non chegan ás lonxas e industrias ou ben porque estes non se teñen en conta nas mesmas, aumentando así o risco sanitario derivado do seu consumo. Neste apartado citaranse os principais requisitos sanitarios das lonxas e industrias de procesado e comercialización de marisco recollidos no regulamento anteriormente mencionado, así como os criterios para a manipulación do marisco.

- As técnicas de recolección e manipulación de moluscos bivalvos non deben producir contaminación nin ser prexudiciais para as cunchas e tecidos dos produtos. As pezas capturadas deben estar protexidas adecuadamente de vibracións, aplastamentos e temperaturas extremas.
- Os medios de transporte deben dispoñer dun sistema de desaugadoiro eficaz e manter as condicións de temperatura adecuadas en función do produto que se estea a transportar, así como asegurar a supervivencia dos moluscos bivalvos, xa que estes deben ser postos á venda vivos.
- Os moluscos bivalvos vivos deben posuír as características organolépticas adecuadas que garanten a súa frescura e viabilidade, como por exemplo a limpeza da cuncha.
- En canto aos envases e embalaxes, as ostras deben ser envasadas e embaladas ca cuncha cóncava cara abaixo, ademais os envases de moluscos bivalvos vivos deben permanecer pechados ata a venda final ao consumidor.
- O etiquetado do marisco debe cumprir cos requisitos establecidos na lexislación, como por exemplo a identificación da especie e a data de embalaxe. As especies etiquetadas como outra especie de forma errónea e voluntaria tamén se consideran marisco furtivo, e trátase dunha práctica común que constitúe un fraude a nivel comercial e sanitario.

- Os buques empregados para a recolección e captura de marisco, así como a súa manipulación e transformación, deben evitar a contaminación dos produtos por augas residuais, carburante, fume e outras substancias prexudiciais. Ademais, as superficies que entren en contacto co marisco deben estar feitas de materiais apropiados resistentes á corrosión e fáciles de limpar, así como o equipo e materiais empregados na manipulación do marisco.
- As zonas dos buques empregadas para o almacenamento dos produtos da pesca deben estar limpas e en bo estado. Ademais, o marisco debe protexerse da contaminación e do sol dende o momento de embarque.
- Durante a exposición e almacenamento do marisco nas lonxas, non se empregarán os locais para outros fins distintos á comercialización dos produtos nin se permitirá a entrada de animais nin vehículos que emitan gases prexudiciais.
- O marisco debe manterse con xeo en instalacións adecuadas cando non se distribúan, transformen ou expidan inmediatamente despois da súa chegada a un establecemento autorizado en terra firme.
- Nas industrias onde se leve a cabo a transformación de crustáceos e moluscos débese empregar auga potable para operacións como a cocción. Tamén debe realizarse a separación das valvas e o pelado dos produtos de forma hixiénica evitando a contaminación do produto. Os operadores deben prestar atención ao lavado das mans durante a manipulación dos produtos.

Os produtos resultantes do marisqueo furtivo non adoitan cumprir cas condicións de hixiene, manipulación, almacenamento e transporte. As industrias e lonxas de marisco acostuman a cumprir estes requisitos xa que son establecementos que están suxeitos ás inspeccións de sanidade. Non obstante, os furtivos que recollen o marisco nas propias praias e adicanse a vendelo polas casas ou establecementos sen pasar polas lonxas ou industrias non teñen en conta as condicións de temperatura e hixiene mencionadas anteriormente, o que pode favorecer o crecemento de bacterias, a transmisión de virus e o deterioro do produto. Incluso o marisco que chega ás lonxas para ser posto á venda pode tratarse de marisco furtivo por non ser recollido das zonas de produción autorizadas, o que supón tamén un perigo para a saúde pública a pesar de ser vendido nun centro autorizado para a comercialización (Ballesteros *et al.*, 2017).

### **3.3 PRINCIPAIS INTOXICACIÓNS ALIMENTARIAS POR CONSUMO DE MARISCO**

No informe da Axencia de Seguridade Alimentaria Europea [EFSA] e o Centro Europeo para a Prevención e Control de Enfermidades [ECDC] (2021) sobre as zoonoses no ano 2019, púxose de manifesto a importancia do marisco, e especialmente dos crustáceos e moluscos, nos gromos de enfermidades de transmisión alimentaria producidos por alimentos de orixe

animal. Nese ano, os gromos de intoxicación alimentaria por alimentos desta orixe na UE experimentaron un aumento do 101,3% con respecto ao 2018, e supuxeron a principal causa de intoxicación alimentaria por consumo de produtos de orixe animal.

Deste modo, reportáronse en total 193 gromos de intoxicación alimentaria no ano 2019 producidos por consumo de marisco, peixe e demais produtos da pesca, cun total de 1610 casos (EFSA e ECDC, 2021).

No caso de España, no ano 2020 os alimentos de orixe animal que implicaron o maior número de alertas ou notificacións alimentarias foron os peixes e derivados, cun total de 67 alertas, seguidos polas carnes e derivados con 54, e moluscos bivalvos con 29 alertas informadas. Ademais, en canto ás notificacións por alimentos con orixe nacional, Galicia sitúase como a segunda C.A con máis notificacións desta índole (26), unicamente por detrás de Cataluña (36) (Axencia Española de Seguridade Alimentaria e Nutrición [AESAN], 2021). Podemos clasificar as intoxicacións alimentarias relacionadas co consumo de marisco furtivo en cinco tipos segundo os microorganismos ou compostos implicados: bacterias, virus, biotoxinas mariñas, metais pesados, e químicos orgánicos. Neste apartado abordaranse as principais intoxicacións alimentarias causadas pola presenza destes axentes no marisco en Galicia, asumindo que o marisco furtivo presenta un maior risco sanitario por non cumprir coas condicións explicadas sobre a depuración e demais procesos da cadea alimentaria.

### **3.3.1 Intoxicacións por bacterias**

Dentro das bacterias que poden supoñer un risco sanitario ligado ao marisco furtivo atopamos as propias do ambiente mariño (*Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio vulnificus*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum* e *Aeromonas hydrophila*), as introducidas por contaminación fecal (*Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Shigella* spp., *Campylobacter* spp., e *Yersinia enterocolitica*) e as introducidas posteriormente nalgunha etapa da manipulación do marisco (*Bacillus cereus*, *L. monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* e *Clostridium perfringens*) (Frerk, 2000).

O marisco pode estar contaminado polas bacterias presentes de forma natural no ambiente mariño mencionadas anteriormente, porén, só a proliferación destas nos propios produtos pode considerarse como un risco sanitario. A gravidade das enfermidades causadas por estes microorganismos pode clasificarse en elevada (no caso das infeccións provocadas por *C. botulinum*, por exemplo) ou baixa (no caso das causadas por *Salmonella* spp. con cadros gastrointestinais) (Frerk, 2000). A continuación, detállanse os cadros clínicos producidos polas bacterias máis frecuentemente asociadas a intoxicacións alimentarias en Galicia, así como as especies de marisco máis comunmente contaminadas.

### 3.3.1.1 *Vibrio parahaemolyticus*

Esta bacteria é característica de zonas tropicais e subtropicais, de modo que Galicia constitúe unha excepción na súa distribución ao ser considerada un punto quente de infeccións por *V. Parahaemolyticus*. A principal razón para o cambio na distribución epidemiolóxica deste microorganismo é o aumento da temperatura da superficie mariña nas costas galegas (Lozano-León *et al.*, 2003).

Os gromos de intoxicación alimentaria causados por este microorganismo están claramente asociados ao consumo de peixe e marisco contaminados ou crús. Tamén é posible a transmisión por contaminación cruzada. Factores como a temperatura da auga e o transporte ou o almacenamento en condicións inadecuadas de refrixeración, como as que se dan no caso do marisco furtivo, constitúen elementos favorecedores para a proliferación da bacteria (Rodríguez Castro, 2012).

O período de incubación da enfermidade é de entre 4 e 96 horas, cun tempo medio de 15 horas. Existen dous tipos de cadro clínico derivados da transmisión por consumo de marisco: o intestinal e o septicémico. (Rodríguez Castro, 2012).

- O cadro intestinal é o máis común, caracterízase por diarrea, cólico, náuseas, vómitos, febre e cefaleas. Nos casos máis graves pode desenvolverse unha síndrome disentérica, con feces sanguinolentas e elevada febre. Xeralmente, o cadro é autolimitante e o período de recuperación de entre 1 e 7 días.
- O cadro septicémico acontece cando as bacterias chegan ao torrente sanguíneo. Inclúe síntomas como febre, hipotensión, alteración do estado xeral, calafríos e ocasionalmente vómitos, náuseas, diarrea e dor abdominal. É pouco frecuente e máis común en individuos que presentan algunha patoloxía crónica como diabetes ou neoplasias.

As ostras (*Ostrea edulis*, imaxe 3) adoitan estar implicadas na maioría dos gromos de intoxicacións alimentarias producidas por *V. Parahaemolyticus*. Lozano-León *et. al* (2013) describen un total de 84 casos entre 1997 e 2000 en Galicia asociados ao consumo de ostras.



Imaxe 3. *Ostrea edulis* ou ostra común (Reproducido do traballo de Arza Cuesta *et al.*, 2014).

### 3.3.1.2 *Listeria monocytogenes*

Este microorganismo está amplamente distribuído no ambiente mariño debido á súa presenza nas augas costeiras, na superficie externa e en certas vísceras dos peixes (intestinos, revestimento de estómago e branquias). Porén, polo xeral a parte muscular dos peixes está libre do microorganismo a non ser que se contamine pola migración dende o aparato gastrointestinal ou por contaminación cruzada. O marisco, especialmente os moluscos e os crustáceos, tamén son unha fonte de *L. monocytogenes*. Non obstante, a infección por este microorganismo non supón un risco importante mentres os produtos pasen por un proceso de cociñado adecuado antes do seu consumo (Jami *et al.*, 2014).

A bacteria tamén se illou en comidas preparadas como salmón afumado, peixe fermentado e ceviches. A contaminación destes produtos débese a certas características do microorganismo como a capacidade de tolerar as temperaturas de refrixeración por períodos de tempo longos (Jami *et al.*, 2014). Parece ser que o contorno de procesamento e manipulación dos alimentos é a principal fonte de contaminación de *L. monocytogenes* antes da súa compra, preparación e consumo (Jami *et al.*, 2014).

As toxiinfeccións por este microorganismo poden causar septicemia en neonatos, meninxite e gastroenterite (Frerk, 2000). O período de incubación no caso da gastroenterite adoita ser de entre 18 e 24 horas (Butt *et al.*, 2004).

### 3.3.1.3 *Clostridium botulinum*

Trátase dunha bacteria formadora de esporas que crece en condicións anaerobias, e a súa importancia nos alimentos radica en que as esporas sobreviven ás temperaturas normais de cociñado. O mecanismo patóxico desta bacteria é a acción dunha neurotoxina (BoNT) sobre o sistema nervioso central (Frerk, 2000).

A bacteria é ubicua en ambientes mariños e illouse en augas, sedimentos oceánicos, tracto intestinal de peixes e vísceras de marisco. A síndrome que produce coñécese como botulismo e está comunmente asociada aos alimentos en conserva en mal estado, pero tamén pode ter a súa orixe en peixes afumados, salgados ou mariñados (Frerk, 2000).

O período de incubación é de entre 12 e 36-48 horas tras a ingestión dos alimentos contaminados. A presentación máis común é o botulismo, que se debe ao bloqueio colinérxico por parte da BoNT, e neste caso os signos clínicos comprenden disartria, disfaxia, boca e gorxa seca ou dorida e alteracións visuais. Nos casos máis graves, poden producirse alteracións no sistema respiratorio tales como disfunción respiratoria ou pneumonía por aspiración.

As persoas afectadas tamén poden sufrir un cadro gastrointestinal, con signos clínicos como náuseas, vómitos, dor abdominal e diarrea. Xeralmente, estes síntomas preceden ou acompañan ao cadro neurolóxico (Lonati *et al.*, 2020).

### 3.3.1.4 *Salmonella* spp

*Salmonella* trátase dun dos axentes causantes de enfermidades de transmisión alimentaria máis importantes nos países desenvolvidos. A principal fonte de transmisión son os alimentos de orixe animal como o marisco, o consumo de marisco cru presenta un risco alto de contaminación por esta bacteria. As especies de marisco que adoitan estar máis contaminadas son os mexillóns (*Mytilus galloprovincialis*, imaxe 4) e as ostras (*Ostrea edulis*), seguidas das ameixas (as especies de *Ruditapes* e *Venerupis*) e berberechos (*Cerastoderma edule*) (Martinez-Urtaza et al., 2003).



Imaxe 4. *Mytilus galloprovincialis* ou mexillón mediterráneo/galego (Reproducido do traballo de Arza Cuesta et al., 2014).

As infeccións por esta bacteria nas persoas coñécense como salmoneloses e os serotipos máis frecuentemente asociados son *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serotipo Enteritidis e *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serotipo Typhimurium (Butt et al., 2004).

- *Salmonella enterica* serotipo Enteritidis: provoca unha síndrome gastrointestinal tras un período de incubación de 8-72 horas. Os síntomas comprenden diarrea non sanguinolenta, dor abdominal, febre e dores musculares. Trátase dunha síndrome autolimitante que se resolve tras varios días. Esta forma é a máis frecuente nos países desenvolvidos.
- *Salmonella enterica* serotipo Typhimurium: provoca unha síndrome sistémica con síntomas como febre elevada, dor abdominal persistente durante a segunda semana, diarrea acuosa e bacteriemia durante a primeira semana. O período de incubación é de entre 8-28 días.

O Regulamento (CE) 2073/2005 establece que non debe existir presenza de *Salmonella* spp. en 25 gramos de mostra de moluscos ou crustáceos para poder realizar a súa extracción e comercialización.

### 3.3.1.5 *Escherichia coli*

Esta bacteria atópase de forma natural no tracto gastrointestinal das persoas e animais, polo que a súa presenza nos alimentos considérase como un indicador de contaminación fecal. O marisco pode resultar contaminado por *E. coli* debido á falta de hixiene durante a súa manipulación ou ben por atoparse en augas contaminadas. As principais cepas que poden

resultar patóxenas para as persoas causando unha síndrome gastrointestinal son: ETEC (*E. coli* enterotoxixénica), EPEC (*E. coli* enteropatóxena), EIEC (*E. coli* enteroinvasiva), EHEC (*E. coli* enterohemorráxica), EAEC (*E. coli* enteroagregativa) e DAEC (*E. coli* de adherencia difusa) (Jeyakumari *et al.*, 2021).

Como xa se mencionou anteriormente, para a clasificación das zonas de produción de moluscos bivalvos empréganse os niveis de *E. coli* no medio mariño xa que a resistencia deste microorganismo no ambiente mariño é moi limitada, polo que a súa presenza pode indicar unha fonte de contaminación próxima no espazo e tempo doutras bacterias como *Salmonella* spp. (INTECMAR, s.d.-c). Os límites establecidos para esta bacteria polo Regulamento de Execución (UE) 2019/627 están detallados na táboa 1.

Polo tanto, podemos concluír que a presenza de bacterias no marisco furtivo supón un risco sanitario para os consumidores incluso cando o marisco é recollido de zonas de produción autorizadas, xa que os límites establecidos para a extracción dos moluscos e crustáceos teñen en conta unicamente os niveis de *E. coli* e *Salmonella* spp., pero non aseguran a ausencia das outras bacterias potencialmente patóxenas. Ademais, durante a manipulación e transporte do marisco furtivo pode producirse a contaminación con bacterias como *L. monocytogenes* ou *C. botulinum* debido ás malas condicións de hixiene e almacenamento dos produtos.

### **3.3.2 Intoxicacións por virus**

Dentro dos axentes víricos presentes nas costas de Galicia que poden causar enfermidades nas persoas por transmisión a través dos alimentos están os norovirus (NoV), o virus da hepatite A (HAV), o virus da hepatite E (HEV), o sapovirus (SaV) e o aichivirus (AiV). Os máis importantes desde o punto de vista da seguridade alimentaria son o NoV e o HAV, xa que son os causantes da maioría de gromos de intoxicación alimentaria por consumo de marisco (Farré Rovira *et al.*, 2011; Manso e Romalde, 2013).

#### **3.3.2.1 Norovirus (NoV)**

Este microorganismo é o axente causal de gastroenterite máis común a nivel mundial. A transmisión é orofecal e pode ser por inxestión de alimentos ou auga, por fómites ou ben de persoa a persoa. Esta forma de transmisión resulta importante se temos en conta que os furtivos poden actuar como transmisores asintomáticos do virus. Os individuos infectados polo virus, tanto sintomáticos como asintomáticos, eliminan o microorganismo ao ambiente polo que funcionan como unha fonte de infección. Ademais, a transmisión do virus pode comezar ata 3-14 horas antes do comezo dos síntomas (Hardstaff *et al.*, 2018; Butt *et al.*, 2004).

O período de incubación é de 24-48 horas e o cadro clínico caracterízase por vómitos, diarrea acuosa, dor abdominal, dor de cabeza, mialxia e lixeira febre. Polo xeral, os síntomas duran entre 2 e 4 días en individuos sans, mentres que este período pode alongarse en individuos inmunodeprimidos (Prato *et al.*, 2004; Hardstaff *et al.*, 2018). As especies de marisco máis relacionadas coa intoxicación por este microorganismo son as ostras (*Ostrea edulis*), mexillóns (*Mytilus galloprovincialis*), ameixas (especies de *Ruditapes* e *Venerupis*, imaxe 5) e berberechos (*Cerastoderma edule*) (Butt *et al.*, 2004).



Imaxe 5. De esquerda a dereita: Ameixa fina (*Ruditapes decussatus*), Ameixa babosa (*Venerupis pullastra*), Ameixa xaponesa (*Ruditapes philippinarum*) e Ameixa rubia (*Venerupis rhomboides*) (Reproducido do traballo de Arza Cuesta *et al.*, 2014).

#### 3.3.2.2 Virus da hepatite A (HAV)

A infección por este virus é a infección por consumo de marisco máis severa, causando unha enfermidade debilitante e incluso, en ocasións, a morte. A vía de transmisión, igual que no caso do norovirus, é a oral-fecal, e as fontes de infección son os alimentos e auga contaminados (Manso e Romalde, 2013).

O período de incubación é de entre 3 e 6 semanas e os principais síntomas son fatiga, mialxias, anorexia, náuseas e molestia abdominal. Algúns pacientes poden desenvolver ictericia e urina escura, así como fallo hepático fulminante nos casos máis graves. A enfermidade adoita ser autolimitante e resólvese pasadas 4-6 semanas. As especies de marisco máis relacionadas coa intoxicación por este microorganismo son as ostras (*Ostrea edulis*) e berberechos (*Cerastoderma edule*, imaxe 6) (Butt *et al.*, 2004).



Imaxe 6. *Cerastoderma edule* ou berberecho (Reproducido do traballo de Arza Cuesta *et al.*, 2014).

Manso e Romalde (2013) realizaron un estudo na Ría do Burgo, na Coruña, sobre a correlación entre a prevalencia do NoV e HAV e a calidade da auga nas diferentes zonas de produción da ría. Do total de 89 mostras de moluscos recollidas en zonas de produción tipo B e C, o 18,5% presentaban niveis elevados de HAV e o 49,4% presentaban niveis elevados de NoV. Ademais, o resultado do estudo estatístico mostrou que non existe unha correlación

entre o número de mostras positivas a estes virus e a calidade da auga medida pola clasificación das zonas de produción de moluscos en base aos niveis de *E. coli* na ría. Tendo en conta os resultados deste estudo, podemos concluír que os estudos sanitarios para a clasificación das zonas de produción dos moluscos deberían incluír a análise virolóxica dos principais virus implicados nos gromos de intoxicación alimentaria.

#### 3.3.2.3 *Virus da Hepatite E (HEV)*

A vía de transmisión deste virus é a fecal-oral, e as posibles vías de transmisión son por consumo de auga ou alimentos contaminados e por contacto con animais infectados. Os individuos infectados poden ser asintomáticos ou sintomáticos e o período de incubación é de entre 15 e 60 días. O cadro clínico comprende síntomas como perda de apetito, malestar, náuseas, urina escura, ictericia, vómitos, artralgia e dor abdominal (Said *et al.*, 2009).

O papel do marisco como posible fonte de infección do HEV é unha hipótese que leva sendo estudada durante varios anos. O traballo de Rivadulla *et al.* (2019) sobre a prevalencia do HEV nas zonas de produción tipo B e C de moluscos das rías galegas, mostrou a presenza do virus no 29,4% das mostras tomadas na ría de Vigo e no 20% das mostras tomadas na ría de Ares-Betanzos, reforzando a hipótese do papel dos moluscos como posibles transmisores da enfermidade.

#### 3.3.2.4 *Sapovirus (SaV)*

Este virus é un axente causal recoñecido dos gromos e casos esporádicos de gastroenterite humana. O estudo realizado por Varela *et al.* (2019) suxire que se trata do segundo axente causal de cadros de gastroenterite en España, por detrás do NoV. A transmisión, igual que o resto dos enterovirus, é por vía fecal-oral.

O período de incubación é de entre menos de 24 horas ata 4 días e pode haber transmisión incluso varias semanas tras o final do cadro sintomático. Os individuos presentan diarrea aguda e vómitos como síntomas principais, ademais de dor abdominal, calafríos e dores de cabeza (Varela *et al.*, 2019).

Varela *et al.* (2019) realizaron un estudo sobre a prevalencia do SaV na ría do Burgo tomando 80 mostras de mexillóns de zonas de produción tipo B e C. Todas as zonas analizadas amosaron contaminación polo virus e o 37,5% das mostras tomadas resultaron positivas ao mesmo. Os resultados obtidos indican que o marisco contaminado pode funcionar como unha fonte de infección na transmisión do SaV.

#### 3.3.2.5 *Aichivirus (AiV)*

Trátase dun enterovirus subestimado debido á súa patoxénese, que causa un maior número de infeccións subclínicas que de cadros clínicos. A transmisión, como no resto dos casos, é vía oro-fecal e os principais síntomas nas manifestacións clínicas da infección son a diarrea, a dor abdominal, náuseas, vómitos e febre. O seu papel como axente patóxeno non está

totalmente claro. Algúns autores cren que actúa en conxunto con outros enterovirus e que non ten poder como patóxeno por si mesmo; porén, outros autores cren que é un patóxeno suficientemente virulento como para causar infeccións gastrointestinais de forma autónoma e existen varios estudos que amosan unha elevada proporción de AiV monoinfeccións (Rivadulla e Romalde, 2020).

A prevalencia deste virus na costa de Galicia é moito menor que a do resto dos enterovirus citados anteriormente. O primeiro estudo que detectou a presenza do AiV en zonas autorizadas de produción de moluscos foi realizado por Rivadulla *et al.*, (2016), onde se detectou unha prevalencia do 6,02% dun total de 249 mostras de moluscos.

- Na ría de Ares-Betanzos a prevalencia era de 11.1%, a máis alta de tódalas rías mostradas.
- Na ría do Burgo a prevalencia era de 3,7%.
- Na ría de Vigo a prevalencia era de 2,56%.

A pesar de estar demostrada a presenza do AiV na costa galega, son necesarios estudos clínicos para determinar o papel do microorganismo como axente causal dos cadros gastrointestinais por consumo de marisco.

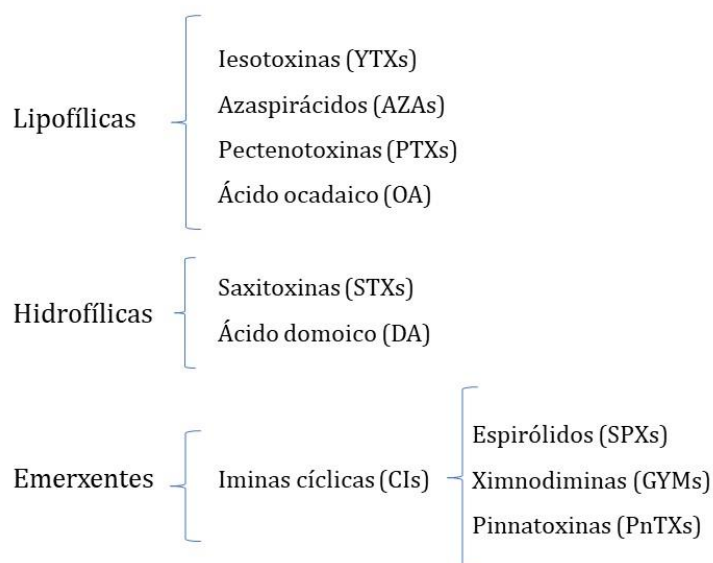
#### *3.3.2.6 Normativa aplicable*

Actualmente non existe ningunha normativa nin límites máximos establecidos pola lexislación para a presenza dos virus no marisco. Podemos concluír que nas costas galegas existe unha moderada presenza de enterovirus patóxenos causantes de cadros gastrointestinais, e por tanto, un moderado risco sanitario por consumo de marisco furtivo en canto á intoxicación por virus. Ademais, como xa mencionamos anteriormente, o proceso de depuración levado a cabo nos centros depuradores resulta eficaz para reducir a carga bacteriana dos moluscos bivalvos, pero non é efectivo para diminuír ou eliminar a carga viral dos mesmos. Sería necesario establecer programas de control para a monitorización dos enterovirus nas zonas de produción de moluscos bivalvos, así como a regulación dos límites mediante a elaboración dunha normativa.

#### **3.3.3 Intoxicacións por biotoxinas mariñas**

As floracións de algas nocivas (FANs) ou mareas vermellas, como se coñecen popularmente, son unha rápida proliferación de fitoplancto debido a factores que afectan ás condicións do ambiente mariño, como o aumento da temperatura e a salinidade. As biotoxinas mariñas son metabolitos naturais producidos xeralmente durante estes episodios de sobrecrecemento de algas, que poden acumularse nos organismos mariños ao longo da cadea alimentaria e rematar causando un problema tanto para a saúde animal como para a saúde humana (Otero e Silva, 2022).

Podemos clasificar as biotoxinas en función da súa natureza: lipofílicas ou hidrofílicas, ademais, existe un novo grupo de toxinas emerxentes en Europa que están tendo repercusión na costa de Galicia (Imaxe 7).



Imaxe 7. Esquema da clasificación das biotoxinas mariñas segundo a súa natureza, así como o novo grupo de toxinas emerxentes en Europa (Elaborado a partir do traballo de Otero & Silva, 2022).

Neste apartado trataremos as intoxicacións alimentarias producidas polas biotoxinas mariñas presentes en Galicia e que poden, por tanto, supoñer un risco cando se consume marisco contaminado polas mesmas. Para isto, clasificamos as biotoxinas segundo os cadros clínicos que producen: gastrointestinal (DSP), amnésico (ASP), paralizante (PSP) ou descoñecido (biotoxinas emerxentes).

### 3.3.3.1 DSP (Diarrhetic Shellfish Poisoning)

O DSP é unha intoxicación alimentaria caracterizada por unha alteración gastrointestinal aguda causada por unha serie de toxinas producidas polas microalgas dinoflaxeladas. Dentro destas atopamos o ácido ocadaico (OA), as iesotoxinas (YTXs), as pectenotoxinas (PTXs) e os azaspirácidos (AZAs). Porén, a pesar de non producir diarrea nos mamíferos, as tres últimas inclúense dentro deste grupo por diversas razóns, entre as que podemos mencionar:

- Todas son producidas polas microalgas dinoflaxeladas e son de natureza lipofílica.
- Coexisten co AO no marisco contaminado e, por tanto, que pode causar o DSP.
- Producen efectos tóxicos tras a inxección peritoneal en ratos, xerando un resultado positivo no método de detección dos programas de control de biotoxinas empregado antigamente (bioensaio en ratos). Actualmente o método empregado é a cromatografía de líquidos ou espectrometría de masas.

Polo tanto, falamos de toxinas que producen o DSP (AO) e toxinas asociadas ao DSP (YTXs, PTXs e AZAs) (Ciminiello e Fattorusso, 2006).

O ácido ocadaico é a principal toxina causante do DSP. Produce un cadro clínico gastrointestinal caracterizado por diarrea aguda, náuseas, calafríos, vómitos e dor abdominal. Os síntomas comezan aos 30 minutos da inxestión do marisco contaminado e polo xeral trátase dun cadro autolimitante sen problemas graves que se resolve aos 3 días do inicio. Por outro lado, esta biotoxina pode actuar como un promotor de tumores e a súa exposición crónica pode derivar na formación dun tumor no aparello dixestivo. As especies de marisco que se atopan afectadas en maior medida son os mexillóns (*Mytilus galloprovincialis*), as ameixas (especies de *Venerupis* e *Ruditapes*) e as vieiras (*Pecten maximus*, imaxe 8) (Ciminiello e Fattorusso, 2006; Johnson e Schantz, 2017).



Imaxe 8. *Pecten maximus* ou vieira (Reproducido do traballo de Arza Cuesta et al., 2014).

As iesotoxinas son un grupo descoñecido en canto aos efectos que poden causar nas persoas xa que non se coñece con exactitude o seu mecanismo de acción e non hai datos sobre intoxicacións en persoas. Porén, parece claro que non producen diarrea e os síntomas en ratos difiren en función da vía de inoculación. No caso da inxección intraperitoneal, os síntomas son dispnea, calafríos e intranquilidade, ademais as toxinas producen dano nos músculos cardíacos, fígado e páncreas. No caso da administración por vía oral, non se observan alteracións gastrointestinais, só alteracións temporais do comportamento (Ciminiello e Fattorusso, 2006; Dominguez et al., 2010).

O grupo das pectenotoxinas parece causar leves efectos diarreicos segundo algúns autores, e adoitan atoparse combinadas con outras toxinas causantes do DSP, polo que a súa clasificación como toxinas causantes desta síndrome está sendo debatida. Os síntomas que producen tras a inoculación intraperitoneal en ratos son danos graves nas mucosas e acumulación de fluídos no intestino delgado, así como necrose dos hepatocitos.

Por último, é necesario mencionar o grupo dos azaspirácidos, que a pesar de non estar incluídos no grupo de toxinas produtoras de DSP, causan igualmente un cadro gastrointestinal con diarrea, vómitos, náuseas e molestias abdominais. Tamén son producidas principalmente polas microalgas dinoflaxeladas e a especie de marisco máis afectada é o mexillón mediterráneo/galego (*Mytilus edulis*), así como as ameixas (*Ruditapes decussatus*), as ostras (*Ostrea edulis*) e as vieiras (*Pecten maximus*) (Ciminiello e Fattorusso, 2006; Johnson e Schantz, 2017; Otero e Silva, 2022; Dominguez *et al.*, 2010).

### 3.3.3.2 ASP (*Amnesic Shellfish Poisoning*)

Este tipo de intoxicación está causada polo ácido domoico (AD) e caracterízase por un cadro clínico de gastroenterite con síntomas como vómitos, diarrea e molestias abdominais, así como un cadro que afecta ao sistema nervioso central causando perda de memoria, confusión, desorientación, convulsións, coma, ou parálise dos nervios craniais, nas primeiras 48 horas. O AD produce un aumento dos niveis intracelulares de  $Ca^{+2}$  debido á activación dos receptores de glutamato de tipo kainato. As especies de microalgas produtoras destas biotoxinas son as diatomeas, máis especificamente, a *Pseudo-nitzschia* (Ciminiello e Fattorusso, 2006; Johnson e Schantz, 2017).

A monitorización do ácido domoico en Galicia durante 25 anos permitiu rexistrar a prevalencia e incidencia desta biotoxina nas diferentes especies de moluscos. Mentres que a maioría de bivalvos depuran o AD de forma rápida e acumulan menores cantidades de toxina, como o mexillón mediterráneo/galego (*Mytilus galloprovincialis*), algunhas especies como a vieira real (*Pecten maximus*) e a ameixa do Pacífico (*Siliqua patula*) depuran de forma máis lenta e por tanto acumulan maiores concentracións (Blanco *et al.*, 2021).

### 3.3.3.3 PSP (*Paralytic Shellfish Poisoning*)

Esta intoxicación está producida polas toxinas do grupo das saxitoxinas (STXs), que actúan a nivel dos canais de  $Na^{+}$  producindo un bloqueo neuromuscular. O cadro clínico caracterízase pola sensación de formigo nos beizos, boca e lingua, adormecemento das extremidades, parestesias, debilidade, ataxia, sensación de disociación, náuseas, falta de aire, vertixe, vómitos, dor de cabeza e disfaxia. Tamén pode aparecer hipertensión sistólica e diastólica. Os síntomas comezan de forma moi rápida, entre 0,5 e 2 horas tras a inxestión dos alimentos contaminados polas toxinas. Pode producirse a morte do individuo por parada respiratoria ou colapso cardiovascular, normalmente nas 3-4 horas seguintes ao consumo. A taxa de mortalidade é de aproximadamente o 20% (Ciminiello e Fattorusso, 2006; Etheridge, 2010; Johnson e Schantz, 2017).

As especies de microalgas produtoras das saxitoxinas son as dinoflaxeladas, especialmente as do xénero *Alexandrium*. O marisco que xeralmente está contaminado por estas toxinas son os mexillóns (*Mytilus galloprovincialis*), as ostras (*Ostrea edulis*), as vieiras (*Pecten*

*maximus*) e as ameixas (especies de *Ruditapes* e *Venerupis*) (Etheridge, 2010; Johnson e Schantz, 2017).

Nas Rías Baixas, as floracións de *Alexandrium minutum* ocorren frecuentemente nos pequenos estuarios dentro das rías de Vigo e Pontevedra, pero non adoitan ser detectadas, e nese caso trátase de concentracións baixas. Porén, na primavera-verán de 2018 desenvolveuse unha floración masiva desta microalga que se estendeu polas rías mencionadas provocando o peche das zonas de produción de moluscos durante períodos de tempo prolongados debido á presenza de STXs (Nogueira *et al.*, 2022).

#### 3.3.3.4 Biotoxinas emerxentes

Dentro de todas as biotoxinas mariñas que están emerxendo en Europa e supoñen un potencial risco para a saúde humana, atopamos o grupo lipofílico das iminas cíclicas (CIs), composto por varias clases de toxinas nas que destacamos os espirólidos (SPXs) e as pinnatoxinas (PnTXs) por terse detectado en Galicia xa nalgunha ocasión. O seu mecanismo de acción baséase na inhibición dos receptores nicotínicos de acetilcolina, provocando efectos neurotóxicos nos ensaios toxicolóxicos (Otero e Silva, 2022; Moreiras *et al.*, 2019).

O grupo dos espirólidos está producido polas microalgas dinoflaxeladas do xénero *Alexandrium* e acumúlase principalmente nos mexillóns (*Mytilus galloprovincialis*), ameixas (especies *Ruditapes* e *Venerupis*) e berberechos (*Cerastoderma edule*). Polo momento, non se identificou ningunha intoxicación humana polo consumo de SPXs (Otero e Silva, 2022).

Por último, as pinnatoxinas son producidas unicamente por *Vulcanodinium rugosum* e afectan maioritariamente ás ostras (*Ostrea edulis*), mexillóns (*Mytilus galloprovincialis*), navallas (*Ensis arcuatus*, imaxe 9) e ameixas (especies *Venerupis* e *Ruditapes*). Polo momento non se reportaron intoxicacións en persoas debido ao consumo de marisco contaminado, non obstante, un episodio de dermatite en Cuba asociouse á exposición de *Vulcanodinium rugosum* contaminada con estas biotoxinas (Otero e Silva, 2022).



Imaxe 9. *Ensis arcuatus* ou navalla (Reproducido do traballo de Arza Cuesta *et al.*, 2014).

Existen outros grupos de toxinas pertencentes ás CIs como as ximnomidinas, as pteriatoxinas, os proroentrólidos ou as portiminas, pero estes non foron detectados nas costas de Galicia polo momento (Moreiras *et al.*, 2019).

### 3.3.3.5 Normativa e recomendacións sobre límites máximos

Debido á incidencia das biotoxinas mariñas nas especies de moluscos europeos e o risco para a saúde humana que implican, existe unha normativa sanitaria (Regulamento CE 853/2004 e Regulamento de Execución (UE) 2019/627) sobre os límites máximos permitidos en marisco e os métodos de detección das toxinas nos mesmos (Táboa 3). As iesotoxinas non están incluídas posto que a EFSA determinou que non existen evidencias de efectos adversos nas persoas.

Táboa 3. Límites máximos permitidos polo Regulamento CE 853/2004 e Regulamento de Execución (UE) 2019/627 para as principais biotoxinas mariñas implicadas nas intoxicacións por consumo de marisco en Europa.

Grupo de biotoxinas	Métodos detección	Límite máximo permitido
Ácido ocadaico	LC-MS/MS	160 µg OA-eq/kg
Iesotoxinas	LC-MS/MS	3,75 mg AZA-1-eq/kg
Azaspirácidos	LC-MS/MS	160 µg YTX-eq/kg
Ácido domoico	HPLC/UV ou ELISA	20 mg DA/kg
Saxitoxinas	Lawrence	800 µg STX-eq/kg

Ademais, a EFSA propuxo un límite para os espirólidos de 400 µg SPXs/kg MS debido ao aumento da súa presenza en Europa, pero trátase só dunha recomendación. Do mesmo modo, debido á recorrencia destas toxinas na costa francesa, a Axencia Francesa de Seguridade e Saúde Alimentaria, Ambiental e Ocupacional [ANSES] propuxo un límite aceptable para as pinnatoxinas (23 µg PnTXs/kg MS) (Otero e Silva, 2022).

En canto á normativa aplicable en Galicia, existe un sistema de monitorización das biotoxinas mariñas que establece unha frecuencia semanal para a toma de mostras en moluscos bivalvos vivos. Ademais, cando as toxinas son detectadas nos bivalvos, séguese un plan de acción que inclúe o aumento da frecuencia de toma de mostras a varias veces por semana, así como medidas cautelares como o peche das zonas de produción de moluscos (Blanco *et al.*, 2021). Podemos clasificar as zonas de produción en función do estado sanitario relativo ás biotoxinas mariñas:

- Tipo A: non se observa toxicidade nos organismos susceptibles de consumo nin desenvolvemento de especies de fitoplancto tóxicas.
- Tipo B: alerta por posibilidade de acumulación de toxinas.
  - o B1: condicións oceanográficas favorables para a acumulación de toxinas, pero non se observa desenvolvemento de especies de fitoplancto potencialmente tóxicas.

- B2: as condicións tamén son favorables, presenza de especies de fitoplancto tóxicas, pero non se observa toxicidade nos organismos susceptibles de consumo humano.
- B3: as condicións son favorables, incremento de especies de fitoplancto tóxicas e toxicidade nos organismos susceptibles de consumo humano pero por debaixo dos límites máximos establecidos.
- Tipo C: niveis de toxicidade nos organismos superiores aos límites máximos legais establecidos. As zonas de produción atópanse pechadas e está prohibida a extracción dos produtos.
  - C1: condicións oceanográficas favorables, aumento da poboación de fitoplancto tóxica e dos niveis de toxicidade nos organismos.
  - C2: condicións oceanográficas desfavorables, estabilización ou diminución da poboación tóxica e dos niveis de toxicidade nos organismos.
  - C3: condicións oceanográficas desfavorables, diminución significativa ou desaparición da poboación tóxica. Os niveis de toxicidade dos organismos susceptibles de consumo humano están próximos aos límites legais.
- Tipo D: condicións oceanográficas desfavorables, concentracións non significativas ou ausencia total da poboación tóxica. A toxicidade dos organismos susceptibles de consumo é inferior aos límites legais e levántase a prohibición de extracción a pesar de que aínda existe certa toxicidade residual (INTECMAR, s.d.-a).

Polo tanto, podemos confirmar que o marisco furtivo presenta un elevado risco sanitario por contaminación con biotoxinas mariñas cando se presentan as FANs xa que escapa aos controis oficiais de monitorización e mostraxe levados a cabo polo INTECMAR.

### ***3.3.4 Intoxicacións por metais pesados***

Os metais pesados considéranse a forma máis grave de contaminación dos medios acuáticos. Estes elementos poden chegar aos ecosistemas mariños por fontes naturais como volcáns e incendios forestais, ou por fontes antropoxénicas, como a minaría, agricultura, plantas de combustión e residuos urbanos e industriais (Sharma e Agrawal, 2004). Unha vez dentro dos medios mariños, poden permanecer disoltos, precipitar ao sedimento ou ser inxeridos polos organismos, pasando a formar parte da cadea alimentaria e supoñendo un risco sanitario cando son inxeridos polas persoas. Os metais pesados sofren procesos de bioacumulación e biomagnificación que condicionan a súa presenza dentro da cadea alimentaria. A bioacumulación defínese como a retención dunha substancia nun organismo debido á exposición prolongada á mesma nun ambiente. Por outro lado, a biomagnificación

enténdese como a transferencia de substancias a través dos distintos niveis da cadea trófica debido ás interaccións depredador-presa (Zenker *et al.*, 2014).

Dentro dos metais pesados máis comúns no marisco atopamos o mercurio (Hg), o cadmio (Cd) e o chumbo (Pb) (Milenkovic *et al.*, 2019; Cano-Sancho *et al.*, 2015).

#### 3.3.4.1 Mercurio

No estudo realizado por Blanco *et al.* (2018), analizáronse os niveis deste metal pesado en moluscos bivalvos e cefalópodos, obtendo como resultado cantidades inferiores a 10 mg/kg, por debaixo do límite máximo permitido. O problema do Hg reside nos animais que funcionan como depredadores e por tanto sitúanse máis arriba na cadea trófica, como os tiburóns, o atún ou o peixe espada (Blanco *et al.*, 2008). Do mesmo modo, as especies de marisco que actúan como depredadores acumulan maiores cantidades de Hg, como a gamba branca (*Parapenaeus longirostris*, imaxe 10), o cangrexo azul (*Callinectes sapidus*) ou as luras (*Loligo vulgaris*) (Plessi *et al.*, 2001).



Imaxe 10. *Parapenaeus longirostris* ou gamba branca (Reproducido do traballo de Arza Cuesta *et al.*, 2014).

O mercurio pode atoparse en estado inorgánico, orgánico e elemental, a súa toxicidade e efectos na saúde humana dependen deste estado.

- Mercurio orgánico: a forma máis importante é o metilmercurio, que debido á súa neurotoxicidade causa dano mitocondrial e acumulación de compostos neurotóxicos, entre outros efectos.
- Mercurio inorgánico: acumúlase principalmente nos riles, provocando fallo renal agudo.
- Mercurio elemental: é a forma menos tóxica, xeralmente absórbese por vía respiratoria xa que se atopa en estado gasoso e unha vez alcanza a corrente sanguínea transfórmase en formas inorgánicas ou orgánicas (Fu e Xi, 2019).

#### 3.3.4.2 Cadmio

No caso do Cd, son os peixes os que presentan os niveis máis baixos mentres que os moluscos bivalvos e crustáceos presentan niveis próximos ao límite legal ou incluso superiores aos permitidos polo Regulamento (CE) 1881/2006 (1,0 mg/kg e 0,50 mg/kg, respectivamente) (Táboa 4). Os moluscos cefalópodos resultan ser os organismos que acumulan os maiores niveis deste metal pesado, no estudo de Blanco *et al.* (2008), un 15% das mostras de luras (*Loligo vulgaris*, imaxe 11) tiñan niveis superiores ao límite legal.



Imaxe 11. *Loligo vulgaris* ou *lura*. Cabeza con dez brazos, dous longos e oito curtos. Cor branca-rosada con apigarado pardo na zona dorsal (Reproducido do traballo de Arza Cuesta et al., 2014).

Este elemento acumúlase fundamentalmente no fígado e riles nas persoas, e a exposición prolongada a niveis baixos-medios pode provocar enfermidades cardiovasculares e cancro (Sharma e Agrawal, 2004).

#### 3.3.4.3 Chumbo

Do mesmo xeito que o Cd, este elemento parece acumularse maioritariamente no marisco, mentres que os peixes presentan niveis por debaixo dos límites permitidos. Blanco *et al.* (2018) detectaron nos moluscos bivalvos niveis moi próximos aos límites máximos (0,2-1,2 mg/kg), especialmente nas vieiras (*Ostrea edulis*). Os mexillóns (*Mytilus galloprovincialis*) tamén amosaron niveis significativos de entre 0,1-0,5 mg/kg.

O Pb acumúlase nos ósos e pode afectar os riles e fígado, así como causar diversos efectos biolóxicos como a diminución da síntese de hemoglobina ou problemas reprodutivos. Os nenos pequenos son especialmente susceptibles a este elemento pola permeabilidade da BHE, provocando efectos neurotóxicos incluso a baixos niveis de exposición (Sharma e Agrawal, 2004).

#### 3.3.4.4 Normativa sobre límites máximos

O Regulamento (CE) 1881/2006, establece os límites máximos permitidos para os metais pesados no marisco, tal e como se resume na táboa 4.

Táboa 4. Límites máximos autorizados polo Regulamento (CE) 1881/2006 para os diferentes metais pesados nos moluscos bivalvos, moluscos cefalópodos, e crustáceos. As unidades exprésanse en mg/kg peso fresco.

Metal	Moluscos bivalvos	Moluscos cefalópodos	Crustáceos
<b>Chumbo (Pb)</b>	1,50 mg/kg	0,30 mg/kg	0,50 mg/kg
<b>Cadmio (Cd)</b>	1,0 mg/kg	1,0 mg/kg	0,50 mg/kg
<b>Mercurio (Hg)</b>	0,50 mg/kg	0,30 mg/kg	0,50 mg/kg

Os moluscos bivalvos, especialmente o mexillón (*Mytilus galloprovincialis*), empréganse como organismos bioindicadores da calidade da auga segundo os niveis de metais pesados nos programas de control (INTECMAR, s.d.-b).

### **3.3.5 Intoxicacións por químicos orgánicos**

Ademais dos contaminantes orgánicos persistentes clásicos (PCBs, COPs, HAPs, etc.), existen unha serie de contaminantes orgánicos emerxentes (NFRs, PFCs, PBDEs, etc.) que non recollen os programas de monitorización de químicos orgánicos e tampouco están regulados. A presenza destes compostos químicos nos ecosistemas mariños é un problema global, estes elementos teñen unha gran capacidade de bioacumulación e biomagnificación debido á súa lipofilicidade. Como no caso dos metais pesados, os moluscos bivalvos son empregados como bioindicadores do estado sanitario dos ecosistemas mariños (Rodil *et al.*, 2019).

#### **3.3.5.1 Hidrocarburos policíclicos aromáticos**

Os hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) fórmanse pola combustión incompleta de materiais orgánicos como os combustibles fósiles. Teñen poder carcinoxénico, mutaxénico e teratoxénico, constituíndo unha grave ameaza para a saúde humana. Os efectos nas persoas dependen, entre outras cousas, do período de exposición aos compostos, podendo existir os efectos agudos e crónicos (Kim *et al.*, 2013).

- Efectos agudos: alteración da función pulmonar en asmáticos e efectos trombóticos en persoas con enfermidade coronaria en exposicións curtas aos PAHs. O benzo(a)pireno, ademais, produce irritación na pel.
- Efectos crónicos: provocan un elevado risco de cancro de pel, pulmóns, vexiga e gastrointestinal.

#### **3.3.5.2 Policlorobifenilos**

Os PCBs empregáronse amplamente nos países industrializados ata os anos 70 cando comezaron as restricións e prohibicións en canto á súa produción. As áreas urbanas e industriais son as maiores fontes de PCBs, no caso de Galicia, no estudo realizado por Rodil *et al.* (2019) sobre a presenza de químicos orgánicos nas rías, observouse que as zonas máis contaminadas por HAPs e PCBs eran as rías da Coruña, Ferrol e Vigo debido ao seu nivel de industrialización e poboación. As persoas están expostas a estes químicos principalmente pola dieta, sobre todo polo consumo de marisco e peixe (Gioia *et al.*, 2008).

Entre os efectos que poden ter na saúde humana podemos citar a inhibición do crecemento, as alteracións reprodutivas, porfiria, inmunotoxicidade, hepatotoxicidade, efectos endócrinos, neurotoxicidade e carcinoxénese (Erickson, 2022).

### 3.3.5.3 Dioxinas

Actualmente as principais fontes de exposición en Europa a estes compostos orgánicos son as incineradoras de residuos e a industria do reprocessamento de metais. As persoas están expostas ás dioxinas a través da dieta, como no caso dos PCBs, sobre todo por marisco e peixe (Carro *et al.*, 2018; Kogevinas, 2001).

As dioxinas están recoñecidas como carcinoxénicas en persoas e animais e tamén parecen ter efectos no funcionamento da glándula tiroide e sobre o sistema reprodutor (Kogevinas, 2001).

### 3.3.5.4 Normativa sobre límites máximos

O Regulamento (CE) 1881/2006 establece os límites máximos permitidos en marisco para as dioxinas e PCBs.

*Táboa 5. Límites máximos permitidos segundo o Regulamento (CE) 1881/2006 para os diferentes compostos químicos orgánicos nos moluscos bivalvos e produtos do mar (moluscos cefalópodos e crustáceos).*

	<b>Produtos do mar</b>	<b>Moluscos bivalvos frescos, refrixerados ou conxelados</b>	<b>Moluscos bivalvos afumados</b>
Suma de dioxinas (EQT PCDD7F-OMS)	3,5 pg/g	-----	-----
Suma de dioxinas e PCBs (EQT PCDD/F-PCB-OMS)	6,5 pg/g	-----	-----
Suma de PCB28, PCB52, PCB101, PCB 138, PCB 153 e PCB 180 (CIEM-6)	75 ng/g	-----	-----
Benzo(a)pireno	2,0 µg/kg	5,0 µg/kg	6,0 µg/kg
Suma de benzo(a)pireno, benzo(a)antraceno, benzo(a)fluoranteno e criseno	12,0 µg/kg	30,0 µg/kg	35,0 µg/kg

Os metais pesados e os compostos químicos orgánicos tamén son substancias potencialmente presentes no marisco furtivo, que escapa aos controis oficiais e por tanto non hai unha garantía sanitaria de que non superen os límites máximos permitidos pola lexislación.

#### 4. CONCLUSIONES

En relación con todo o exposto neste traballo de divulgación, chegamos ás seguintes conclusións:

- Galicia trátase dunha zona na que o sector pesqueiro supón un pilar económico moi importante e o furtivismo un problema endémico cuxa erradicación vese dificultada polos incentivos sociais, económicos, operativos e legais da mesma. Ademais, o furtivismo leva consigo repercusións económicas, sociais e sanitarias.
- O proceso de depuración dos moluscos bivalvos é un método crucial e eficaz para reducir a carga bacteriana destes produtos. No caso do marisco furtivo este proceso non se leva a cabo na maioría das veces polo que aumenta o risco sanitario derivado do consumo. Porén, a depuración non parece ser efectiva para a eliminación de virus, biotoxinas mariñas, metais pesados e químicos orgánicos.
- Os requisitos sanitarios establecidos pola lexislación para as lonxas e industrias de procesado e comercialización de marisco son esenciais para garantir a aptitude dos produtos para o consumo humano, e no caso do marisco furtivo son infrinxidos na maioría dos casos.
- Os moluscos e crustáceos son das fontes máis frecuentes de gromos de intoxicación alimentaria a nivel europeo e nacional. Os cadros clínicos máis frecuentes neste tipo de intoxicacións son os relacionados cas alteracións gastrointestinais, aínda que tamén existen cadros clínicos neurolóxicos e neuromusculares.
- O consumo de marisco furtivo, é dicir, de calquera marisco que non cumpla ca normativa sanitaria vixente, supón un risco sanitario que no caso de Galicia implica a potencial presenza de bacterias (*V. Parahaemolyticus*, por exemplo), virus (NoV e HAV), biotoxinas mariñas (como as causantes do DSP), metais pesados (Cd e Pb) e compostos químicos orgánicos (PCBs e dioxinas).

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Arza Cuesta, G., Bardón Iglesias, R., Cruz Pérez, M., Lorán, F., Gómez Mateo, J., & Iglesias Martínez, N. et al. (2014). *Guía de los principales pescados, moluscos y crustáceos comercializados en la Comunidad de Madrid: identificación, diferenciación y tallas mínimas* (pp. 45-72). Madrid: Madrid: Salud Madrid. Consultado o 16 de xullo de 2022, en <https://redined.mecd.gob.es/xmlui/handle/11162/103386>
- Axencia Española de Seguridade Alimentaria e Nutrición. (2021). *Memoria del Sistema Coordinado de Intercambio Rápido de Información (SCIRI)* (pp. 19-29). Consultado o 28 de maio de 2022, en [https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/noticias\\_y\\_actualizaciones/noticias/2021/memoria\\_SCIRI.html](https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/noticias_y_actualizaciones/noticias/2021/memoria_SCIRI.html)
- Ballesteros, H. M. (2018). *Cumprimento e adhesión á ordenación do marisqueo en contextos institucionais concretos: análise do furtivismo marisqueiro en Galicia*. [Tese de doutoramento, Universidade de Santiago de Compostela]. <https://dspace.usc.es/xmlui/handle/10347/16701>
- Ballesteros, H. M., e Rodríguez-Rodríguez, G. (2018). “Acceptable” and “unacceptable” poachers: Lessons in managing poaching from the Galician shellfish sector. *Marine Policy*, 87, 104-110. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.10.015>
- Ballesteros, H. M., Rodríguez-Rodríguez, G., e Bande Ramundo, R. (2017). Incentivos estructurales para la práctica del furtivismo marisqueiro en Galicia: una aproximación cualitativa. *La gobernanza marítima europea. Retos planteados por la reforma de la Política Pesquera Común*, 235–257.
- Barile, N., Scopa, M., Nerone, E., Mascilongo, G., Recchi, S., Cappabianca, S., e Antonetti, L. (2009). Study of the efficacy of a closed cycle depuration system on bivalve molluscs. *Veterinaria Italiana*, 45(4), 557-558.
- Blanco, J., Moroño, Á., Arévalo, F., Correa, J., Salgado, C., Rossignoli, A., e Lamas, J. (2021). Twenty-Five Years of Domoic Acid Monitoring in Galicia (NW Spain): Spatial, Temporal and Interspecific Variations. *Toxins*, 13(756), 1-15. <https://doi.org/10.3390/toxins13110756>
- Blanco, S., González, J., e Vieites, J. (2008). Mercury, cadmium and lead levels in samples of the main traded fish and shellfish species in Galicia, Spain. *Food Additives And Contaminants: Part B*, 1(1), 15-20. <https://doi.org/10.1080/19393210802236893>
- Butt, A., Aldridge, K., e Sanders, C. (2004). Infections related to the ingestion of seafood Part I: viral and bacterial infections. *The Lancet Infectious Diseases*, 4(4), 201-212. [https://doi.org/10.1016/s1473-3099\(04\)00969-7](https://doi.org/10.1016/s1473-3099(04)00969-7)

- Camacho, H., Damborenea, S., e del Río, C. (2008). Bivalvia. En S. Adamonis, B. Aguirre-Urreta, V. Alder, C. Amenábar, C. Azcuy & A. Bachmann et al., Los invertebrados fósiles (1ª ed., pp. 378-392). Fundación de Historia Natural.
- Cano-Sancho, G., Sioen, I., Vandermeersch, G., Jacobs, S., Robbens, J., Nadal, M., e Domingo, J. (2015). Integrated risk index for seafood contaminants (IRISC): Pilot study in five European countries. *Environmental Research*, 143, 109-115. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.03.006>
- Carro, N., García, I., Ignacio, M., e Mouteira, A. (2018). Polychlorinated dibenzo-P-dioxins and dibenzofurans (PCDD/Fs) and dioxin-like polychlorinated biphenyls (dl-PCBS) in bivalve mollusk from Galician Rías (N. W., SPAIN). *Chemosphere*, 197, 782-783. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.12.171>
- Ciminiello, P., e Fattorusso, E. (2006). Bivalve molluscs as vectors of marine biotoxins involved in seafood poisoning. *Progress in molecular and subcellular biology*, 43, 53-82. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-30880-5\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-540-30880-5_3)
- Consellería do Mar. (s.d.). Depuración de moluscos. Xunta de Galicia. Consultado o 13 de xuño de 2022, en <https://mar.xunta.gal/gl/o-mar/investigacion-e-formacion/formacion/divulgacion/cuadernos-de-acuicultura>
- Dominguez, H., Paz, B., Daranas, A., Norte, M., Franco, J., e Fernández, J. (2010). Dinoflagellate polyether within the yessotoxin, pectenotoxin and okadaic acid toxin groups: Characterization, analysis and human health implications. *Toxicon*, 56(2), 191-210. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2009.11.005>
- EFSA e ECDC (European Food Safety Authority and European Centre for Disease Prevention and Control). (2021). The European Union One Health 2019 Zoonoses Report. *EFSA Journal* 2021, 19(2):6406, 206-220. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6406>
- Erickson, M. (2022). Introduction: PCB properties, uses, occurrence and regulatory history. En L. Robertson e L. Hansen, *PCBs: Recent Advances in Environmental Toxicology and Health Effects* (p. 27). University Press of Kentucky.
- Etheridge, S. (2010). Paralytic shellfish poisoning: Seafood safety and human health perspectives. *Toxicon*, 56(2), 108-115. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2009.12.013>
- Farré Rovira, R., Martín Bermudo, F., Cameán Fernández, A., Cepeda Sáez, A., Domingo Álvarez, M., e Herrera Marteache, A. et al. (2011). Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre contaminación vírica de los alimentos, con especial énfasis en moluscos bivalvos, y métodos de control. *Revista Del Comité Científico De La AESAN*, (14), 89-91. Consultado o 5 de xullo de 2022, en

- [https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/publicaciones/aecosan\\_comite\\_cientifico.htm](https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/publicaciones/aecosan_comite_cientifico.htm).
- Frerk, F. (2000). The role of seafood in bacterial foodborne diseases. *Microbes And Infection*, 2, 1652-1658. [https://doi.org/10.1016/S1286-4579\(00\)01321-6](https://doi.org/10.1016/S1286-4579(00)01321-6)
- Fu, Z., e Xi, S. (2019). The effects of heavy metals on human metabolism. *Toxicology Mechanisms And Methods*, 30(3), 167-172. <https://doi.org/10.1080/15376516.2019.1701594>
- Gioia, R., Nizzetto, L., Lohmann, R., Dachs, J., Temme, C., e Jones, K. (2008). Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in Air and Seawater of the Atlantic Ocean: Sources, Trends and Processes. *Environmental Science & Technology*, 42(5), 1416. <https://doi.org/10.1021/es071432d>
- González Arias, M. Á., Molano Martín, F. J., e Bandín Buján, C. (2011). O Furtivismo Mariño e a súa incidencia na Comunidade Autónoma de Galicia. (Consellería do Mar, Ed.). Xunta de Galicia.
- Guimarães Filho, C., Calixto, F., Kasnowski, M., e Mesquita, E. (2022). Depuration of bivalve molluscs: a literature review. *Food Science And Technology*, 42, 1-4. <https://doi.org/10.1590/fst.06622>
- Gutiérrez, R. (2011). La crisis agrava el furtivismo. *Mar*, 506, 18-23. Consultado o 28 de maio de 2022, en <https://www.seg-social.es/wps/portal/wss/internet/HerramientasWeb/2131/2440/2444>
- Hardstaff, J., Clough, H., Lutje, V., McIntyre, K., Harris, J., Garner, P., e O'Brien, S. (2018). Foodborne and Food-Handler Norovirus Outbreaks: A Systematic Review. *Foodborne Pathogens And Disease*, 15(10), 589-592. <https://doi.org/10.1089/fpd.2018.2452>
- Instituto Galego de Estatística. (2020). Pesca capturada nos portos de titularidade estatal e das comunidades autónomas. Xunta de Galicia. Consultado o 25 de maio de 2022, en <https://www.ige.eu/igebdt/selector.jsp?COD=452&paxina=001&c=0301004>
- Instituto Galego de Estatística. (2021). Permisos de marisqueo a pé por zonas de produción e tipo. Xunta de Galicia. Consultado o 25 de maio de 2022, en <https://www.ige.eu/igebdt/selector.jsp?COD=5357&paxina=001&c=0301004>
- Instituto Galego de Estatística. (2021). Venta de produtos pesqueiros nas lonxas galegas segundo especie. Cantidad e valor. Xunta de Galicia. Consultado o 25 de maio de 2022, en <https://www.ige.eu/igebdt/selector.jsp?COD=5861&paxina=001&c=0301004>

- Instituto Tecnolóxico para o Control do Medio Mariño de Galicia. (s.d.-a). Biotoxinas. Xunta de Galicia. Consultado o 27 de xuño de 2022, en <http://www.intecmar.gal/Intecmar/Biotoxinas.aspx>.
- Instituto Tecnolóxico para o Control do Medio Mariño de Galicia. (s.d.-b). Metais pesados. Xunta de Galicia. Consultado o 27 de xuño de 2022, en <http://www.intecmar.gal/Deinteres/MetaisPesados.aspx?sm=d1>.
- Instituto Tecnolóxico para o Control do Medio Mariño de Galicia. (s.d.-c). Microbioloxía. Xunta de Galicia. Consultado o 27 de xuño de 2022, en <http://www.intecmar.gal/Deinteres/microbioloxia.aspx>
- Jami, M., Ghanbari, M., Zunabovic, M., Domig, K., e Kneifel, W. (2014). *Listeria monocytogenes* in Aquatic Food Products-A Review. *Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety*, 13(5), 798-813. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12092>
- Jeyakumari, A., Murthy, L. N., Laly, S. J., e Kumar, A. (2021). Biological hazards in seafood. ICAR-Central Institute of Fisheries Technology.
- Johnson, A., e Schantz, E. (2017). Seafood Toxins. En C. Dodd, T. Grant Aldsworth, R. Stein, D. O Cliver e H. P Riemann, *Foodborne Diseases* (3ª ed.). Cambridge: Academic Press.
- Kim, K., Jahan, S., Kabir, E., e Brown, R. (2013). A review of airborne polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and their human health effects. *Environment International*, 60, 71-80. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2013.07.019>
- Kogevinas, M. (2001). Human health effects of dioxins: cancer, reproductive and endocrine system effects. *APMIS*, 7, 223-229. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0463.2001.tb05771.x>
- Leis Trabazo, R., de Lamas Pérez, C., Castro Pérez, X., e Solla, P. (2019). Dieta atlántica. *Nutrición y gastronomía en Galicia. Nutrición Hospitalaria*, 36, 7-13. <http://dx.doi.org/10.20960/nh.02686>
- Lonati, D., Schicchi, A., Crevani, M., Buscaglia, E., Scaravaggi, G., e Maida, F. et al. (2020). Foodborne Botulism: Clinical Diagnosis and Medical Treatment. *Toxins*, 12(509), 3-5. <https://doi.org/10.3390/toxins12080509>
- Lozano-León, A., Torres, J., Osorio, C., e Martínez-Urtaza, J. (2003). Identification of tdp-positive *Vibrio parahaemolyticus* from an outbreak associated with raw oyster consumption in Spain. *FEMS Microbiology Letters*, 226(2), 281-284. [https://doi.org/10.1016/s0378-1097\(03\)00604-9](https://doi.org/10.1016/s0378-1097(03)00604-9)

- Manso, C., e Romalde, J. (2013). Detection and Characterization of Hepatitis A Virus and Norovirus in Mussels from Galicia (NW Spain). *Food And Environmental Virology*, 5(2), 110-118. <https://doi.org/10.1007/s12560-013-9108-2>
- Martinez-Albores, A., Lopez-Santamarina, A., Rodriguez, J., Ibarra, I., Mondragón, A., e Miranda, J. et al. (2020). Complementary Methods to Improve the Depuration of Bivalves: A Review. *Foods*, 9(129), 2-15. <https://doi.org/10.3390/foods9020129>
- Martinez-Urtaza, J., Saco, M., Hernandez-Cordova, G., Lozano, A., Garcia-Martin, O., e Espinosa, J. (2003). Identification of Salmonella Serovars Isolated from Live Molluscan Shellfish and Their Significance in the Marine Environment. *Journal Of Food Protection*, 66(2), 226-230. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-66.2.226>
- Milenkovic, B., Stajic, J., Stojic, N., Pucarevic, M., e Strbac, S. (2019). Evaluation of heavy metals and radionuclides in fish and seafood products. *Chemosphere*, 229, 324-325. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.04.189>
- Moreiras, G., Leão, J., e Gago-Martínez, A. (2019). Analysis of Cyclic Imines in Mussels (*Mytilus galloprovincialis*) from Galicia (NW Spain) by LC-MS/MS. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, 17(281), 1-2. <https://doi.org/10.3390/ijerph17010281>
- Nogueira, E., Bravo, I., Montero, P., Díaz-Tapia, P., Calvo, S., e Ben-Gigirey, B. et al. (2022). HABs in coastal upwelling systems: Insights from an exceptional red tide of the toxigenic dinoflagellate *Alexandrium minutum*. *Ecological Indicators*, 137, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108790>
- Otero, P., e Silva, M. (2022). Emerging Marine Biotoxins in European Waters: Potential Risks and Analytical Challenges. *Marine Drugs*, 20(199), 1-17. <https://doi.org/10.3390/md20030199>
- Plessi, M., Bertelli, D., e Monzani, A. (2001). Mercury and Selenium Content in Selected Seafood. *Journal Of Food Composition And Analysis*, 14, 461-466. <https://doi.org/doi:10.006/jfca.2001.1003>
- Prato, R., Lopalco, P., Chironna, M., Barbuti, G., Germinario, C., e Quarto, M. (2004). Norovirus gastroenteritis general outbreak associated with raw shellfish consumption in South Italy. *BMC Infectious Diseases*, 4(1), 1-2. <https://doi.org/10.1186/1471-2334-4-37>
- Real Academia Española. (s.d.). Marisco. En *Diccionario de la lengua española*. Consultado o 12 de xullo de 2022, de <https://dle.rae.es/marisco>
- Real Decreto 1086/2020, do 9 de decembro, polo que se regulan e flexibilizan determinadas condicións de aplicación das disposicións da Unión Europea en materia de hixiene da produción e comercialización dos produtos alimenticios e se regulan actividades

- excluídas do seu ámbito de aplicación. Boletín Oficial do Estado, nº 322, do 10 de decembro de 2020.
- Regulamento (CE) 1881/2006 da Comisión do 19 de decembro de 2006, polo que se fixa o contido máximo de determinados contaminantes nos produtos alimenticios. Diario Oficial da Unión Europea, L nº 364, do 20 de decembro de 2006.
- Regulamento (CE) 853/2004 do Parlamento Europeo e do Consello, do 29 de abril de 2004, polo que se establecen normas específicas de hixiene dos alimentos de orixe animal. Diario Oficial da Unión Europea, L nº 139, do 29 de abril de 2004.
- Regulamento de Execución (UE) 2019/627 da Comisión do 15 de marzo de 2019, polo que se establecen disposicións prácticas uniformes para a realización de controis oficiais dos produtos de orixe animal destinados ao consumo humano, de conformidade co Regulamento (UE) 2017/625 do Parlamento Europeo e do Consello, e polo que se modifica o Regulamento (CE) 2074/2005 da Comisión no que respecta aos controis oficiais. Diario Oficial da Unión Europea, L nº 131, do 17 de maio de 2019.
- Rivadulla, E., e Romalde, J. (2020). A Comprehensive Review on Human Aichi Virus. *Virologica Sinica*, 35(5), 501-508. <https://doi.org/10.1007/s12250-020-00222-5>
- Rivadulla, E., Varela, M., e Romalde, J. (2016). Low prevalence of Aichi virus in molluscan shellfish samples from Galicia (NW Spain). *Journal Of Applied Microbiology*, 122(2), 516-520. <https://doi.org/10.1111/jam.13363>
- Rivadulla, E., Varela, M., Mesquita, J., Nascimento, M., e Romalde, J. (2019). Detection of Hepatitis E Virus in Shellfish Harvesting Areas from Galicia (Northwestern Spain). *Viruses*, 11(618), 1-7. <https://doi.org/10.3390/v11070618>
- Rodil, R., Villaverde-de-Sáa, E., Cobas, J., Quintana, J., Cela, R., e Carro, N. (2019). Legacy and emerging pollutants in marine bivalves from the Galician coast (NW Spain). *Environment International*, 129, 364-365. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.05.018>
- Rodríguez Castro, A. M<sup>a</sup>. (2012). Origen, distribución y caracterización de Vibrios patógenos humanos en el medio ambiente marino de Galicia. [Tese de doutoramento, Universidade de Santiago de Compostela]. <https://minerva.usc.es/xmlui/handle/10347/8168>
- Said, B., Ijaz, S., Kafatos, G., Booth, L., Thomas, H., e Walsh, A. et al. (2009). Hepatitis E Outbreak on Cruise Ship. *Emerging Infectious Diseases*, 15(11), 1738-1741. <https://doi.org/10.3201/eid1511.091094>
- Sanjit Singh, A., e Nagalakshimi, K. (2013). Depuration of bivalves for food quality and safety. *Quality Control*, 47-48.

- Sharma, R., e Agrawal, M. (2004). Biological effects of heavy metals: An overview. *Journal Of Environmental Biology*, 26, 301-310.
- Smolowitz, R. (2021). Mollusca. *Invertebrate Histology*, 163-183.  
<https://doi.org/10.1002/9781119507697.ch6>
- Varela, M., Hooper, A., Rivadulla, E., e Romalde, J. (2016). Human Sapovirus in Mussels from Ría do Burgo, A Coruña (Spain). *Food And Environmental Virology*, 8(3), 187-189.  
<https://doi.org/10.1007/s12560-016-9242-8>
- Varela, M., Rivadulla, E., Lema, A., e Romalde, J. (2019). Human Sapovirus among Outpatients with Acute Gastroenteritis in Spain: A One-Year Study. *Viruses*, 11(144), 1-2.  
<https://doi.org/10.3390/v11020144>
- Zenker, A., Cicero, M., Prestinaci, F., Bottoni, P., e Carere, M. (2014). Bioaccumulation and biomagnification potential of pharmaceuticals with a focus to the aquatic environment. *Journal Of Environmental Management*, 133, 378-379.  
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.12.017>