



La seguridad alimentaria de los **moluscos bivalvos** **vivos** en Catalunya

Manual de soporte al autocontrol
de la depuración



Generalitat
de Catalunya

Coordinación

Raquel Arpa Cuadrado, Agència Catalana de Seguretat Alimentària (ACSA)

Equipo redactor

Carles Fernández Mateos¹, Raquel Ibáñez Soriano²,
Ignacio Salord i Osés³, M Carmen Tomàs Acosta³,
Olga Torres Saguès¹, Jordi Vendrell Cedó².

¹ Consultor en seguridad alimentaria

² Agència de Salut Pública de Catalunya (ASPCAT)

³ Isolab.

Diseño y maquetación:

Carlos Ortega

Algunos derechos reservados

© 2022, Generalitat de Catalunya. Departament de Salut.



Los contenidos de esta obra están sujetos a una licencia de Reconocimiento -No Comercial- Sin Obras Derivadas 4.0 Internacional.

La licencia se puede consultar en la página web de Creative Commons.

Edita

Agència Catalana de Seguretat Alimentària (ACSA)

1a edició

Barcelona, mayo de 2022.

Asesoramiento lingüístico

Servei de Planificació Lingüística del Departament de Salut

Fotografía

Jordi Vendrell Cedó (ASPCAT)

URL

acsa@gencat.cat

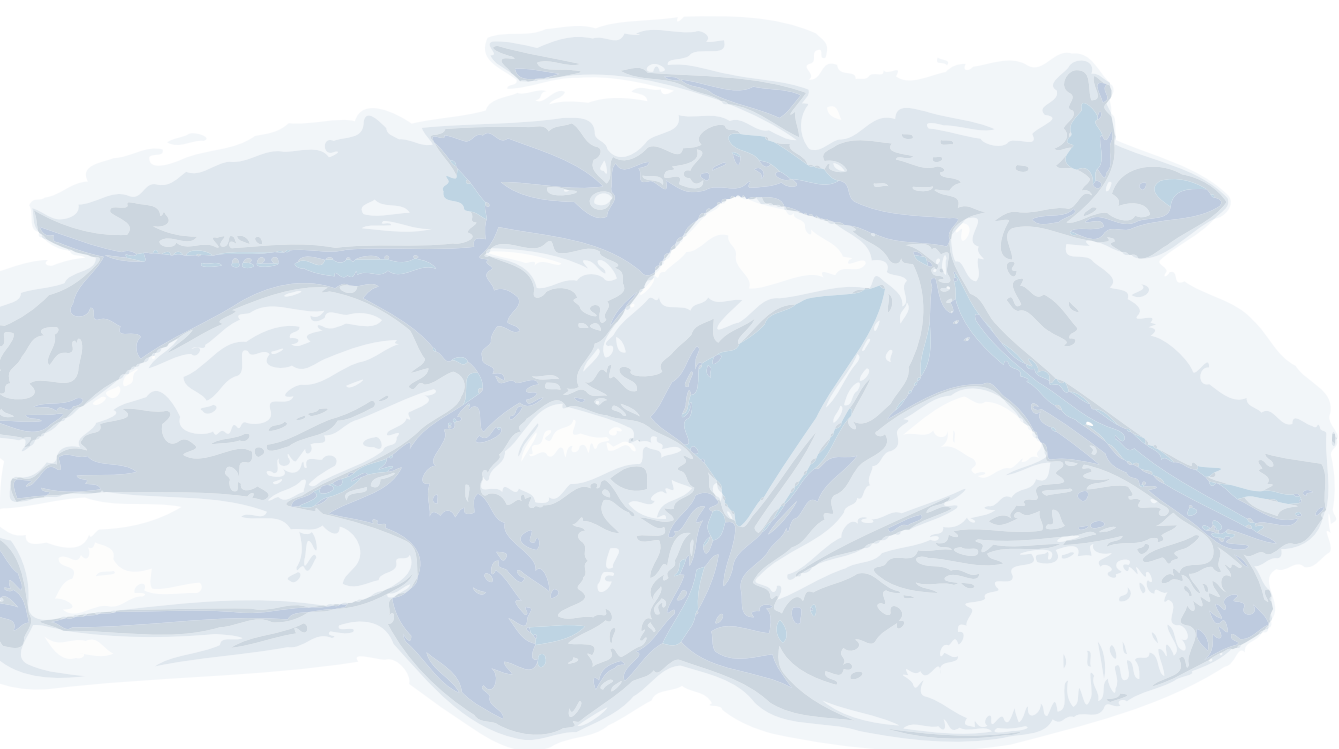
La seguridad alimentaria de los **moluscos bivalvos vivos** en Catalunya

Manual de soporte al autocontrol
de la depuración



Contenido

Introducción	7
La necesidad de depurar los moluscos bivalvos	9
Anatomía y fisiología de los moluscos	12
Anatomía de la filtración y retención de partículas	13
Mecanismo de la filtración y retención de partículas	15
Influencia de la temperatura	16
Influencia de la salinidad	16
Influencia del oxígeno disuelto	17
Condiciones óptimas	17
Funcionamiento técnico de una depuradora de MBV	18
Principales peligros en una depuradora de MBV	26
Recomendaciones para un consumo seguro	27
Bibliografía	30

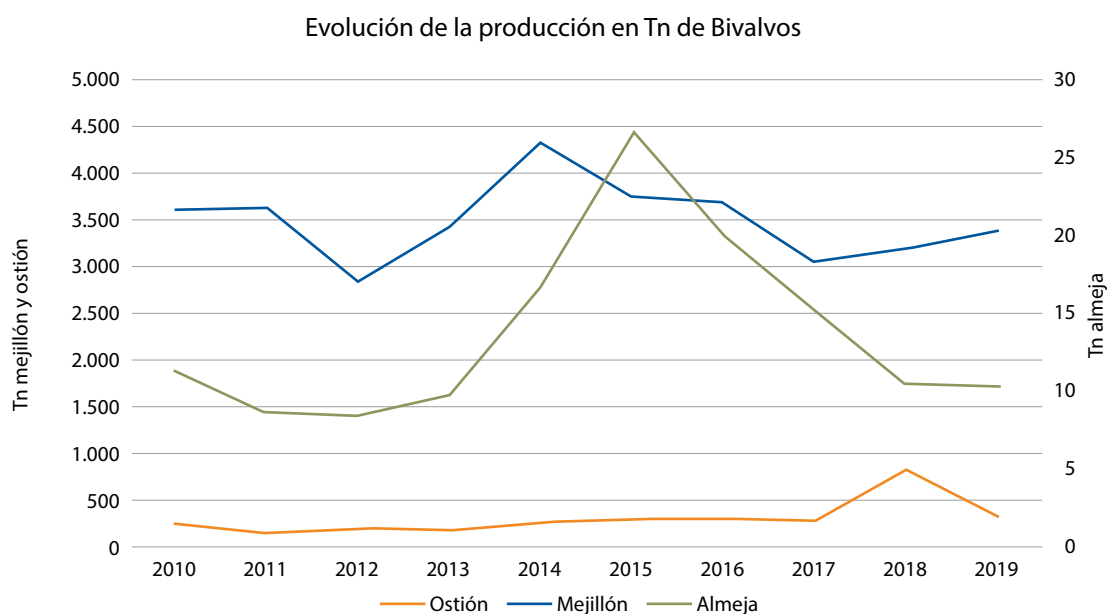


Introducción

La acuicultura se considera el subsector de la agroindustria con mayor potencial de crecimiento, y Cataluña es pionera en la introducción de cultivos acuícolas. A pesar de ello, en cuanto a la producción, y según datos del Observatorio Español de Acuicultura (OESA) referentes al año 2020, existen comunidades autónomas más representativas de dicha producción:

Comunidad autónoma	Producción en toneladas
Galicia	250.641
Comunidad Valenciana	18.067
Región de Murcia	14.452
Andalucía	9.111
Cataluña	8.425
Canarias	7.500

El mejillón es la principal especie cultivada; concretamente, el 77,3% de la producción estatal. La producción de moluscos bivalvos vivos en Cataluña representa el volumen más importante dentro de toda la producción acuícola. Predomina el cultivo de mejillón, pero también de ostión y de almeja fina en menores cantidades. La mayoría de las empresas del sector en Cataluña están ubicadas en el Delta del Ebro, aunque también lo están en otros puntos de la costa catalana.



Datos: IDESCAT

Los últimos datos de producción publicados por el Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural referentes al año 2020 son de 2.501,14 t de mejillones, 271,73 t de ostiones y 8,61 t de almejas finas.

Los moluscos bivalvos son productos sanos e inofensivos si se controla su origen y previo tratamiento al consumo, pero su consumo crudo o poco cocido puede causar enfermedades por la presencia de microorganismos viables. Por lo tanto, deberemos vigilar que procedan de establecimientos autorizados.

Este documento técnico tiene por objeto ayudar a la **Guía de prácticas correctas de higiene para los centros de depuración de moluscos bivalvos vivos (MBV)** aportando la información técnica necesaria para entender mejor la fisiología de los MBV y el funcionamiento de una depuradora.

La necesidad de depurar los moluscos bivalvos

Los moluscos bivalvos son animales que se alimentan por filtración. A través de su cavidad paleal hacen circular una cierta cantidad de agua marina, que les aporta:

- El oxígeno disuelto necesario para respirar.
- Fitoplancton y materia orgánica que se encuentra en suspensión en el agua para alimentarse.

Junto con el agua y el alimento, también ingieren multitud de microorganismos presentes en el ecosistema marino natural. Como consecuencia, este mecanismo de filtración tiene el gran inconveniente que los moluscos puedan acumular, sobre todo en su tubo digestivo, microorganismos patógenos que se pueden encontrar en el agua y que en el interior del animal puedan llegar a valores de concentración peligrosos. Las personas, al consumir este tipo de marisco crudo o ligeramente cocido, incorporamos los gérmenes en nuestro organismo, con el riesgo de padecer algún trastorno o enfermedad. Esta circunstancia impone la necesidad de someter los moluscos destinados al consumo a un proceso no traumático para ellos y que facilite la eliminación de los microorganismos patógenos. Este proceso es la depuración, que consiste en la inmersión de los moluscos en un corriente de agua de mar limpia.

Según el Reglamento (CE) núm. 853/2004, de 29 de abril de 2004, el principal requisito relacionado con el sistema de depuración es el siguiente: «El sistema de depuración deberá permitir que los moluscos reanuden rápidamente y mantengan su alimentación por filtración y que queden limpios de residuos cloacales, no vuelvan a contaminarse y se mantengan con vida en condiciones adecuadas para el envasado, almacenamiento y transporte que precedan a su puesta en el mercado.»

Así, los principios fundamentales de la depuración son:

- Que los animales puedan reanudar su actividad filtradora y expulsar los contaminantes acumulados en las branquias y en el aparato digestivo.
 - Ello supone mantener unas correctas condiciones de salinidad, temperatura y oxígeno disuelto.
 - Mediante sedimentación o por flujo de agua a través de los moluscos.

- Aplicando las correctas condiciones de depuración durante un adecuado período de tiempo para conseguir el estándar microbiológico de producto final:
- *E. coli* ≤230/100 g; ausencia de *Salmonella* en 25 g.
- Evitar la recontaminación.
 - Aplicando un sistema en el que el tratamiento ideal por lotes sea «todo dentro / todo fuera».
 - Utilizando agua de mar limpia en todas las etapas de la depuración.
 - Evitando la resuspensión del material expulsado y sedimentado.
 - Limpiando a fondo el sistema entre lotes.
- Mantener la viabilidad y la calidad.
 - A través de la correcta manipulación antes, durante y después de la depuración.

Con la finalidad de garantizar la depuración de los moluscos, se establecieron las estaciones depuradoras conocidas como *depuradoras de moluscos*, que legalmente se definen como «establecimientos dotados de las instalaciones necesarias para conseguir la eliminación en los moluscos vivos de gérmenes patógenos para el consumo humano inmediatamente antes de ser envasados en el mismo centro». Los moluscos deben salir de ellas vivos y depurados, es decir, aptos para el consumo humano directamente en crudo.

Los aspectos esenciales de una depuradora son:

- Disponer de agua de suficiente calidad que pueda depurar del modo más eficaz y económico posible.
- Que los parámetros fisicoquímicos (temperatura, salinidad, etc.) del agua depurada sean lo más parecido posible a los que se encuentran en el medio natural para poder permitir la actividad fisiológica de los bivalvos, especialmente la filtración, de la cual depende la depuración.
- Un sistema de análisis y control de gérmenes patógenos en los moluscos y el agua.

A pesar de ello, las depuradoras no eliminan absolutamente todos los agentes patógenos. Actúan sobre las bacterias más importantes y los hongos, pero no actúan (o lo hacen en muy poca medida) sobre los virus, dinoflagelados portadores de toxinas ni tampoco sobre la posible contaminación química del agua.

Muchos de los gérmenes patógenos, como los virus que provocan gastroenteritis y hepatitis infecciosa o las bacterias causantes de gastroenteritis pueden estar asociadas a aguas fecales humanas o animales y también pueden contaminar las zonas de cultivo de moluscos a través de escorrentías en períodos de lluvia.

Otros peligros están relacionados con organismos presentes de forma natural en el medio marino, como infecciones debidas a bacterias patógenas del

género *Vibrio* o biotoxinas producidas por ciertas algas unicelulares que pueden causar diferentes tipos de intoxicación.

Para identificar y controlar los peligros es muy importante la vigilancia de las zonas de cultivo. Los indicadores de contaminación fecal, como los coliformes fecales o *Escherichia coli*, ayudan a evaluar el riesgo de la presencia de patógenos bacterianos y víricos, mientras que el riesgo asociado a las biotoxinas se basa en la evaluación de la presencia de algas productoras de toxinas.

Teóricamente, aquellos moluscos procedentes de mar abierto, con aguas limpias y prácticamente exentas de gérmenes, no son portadores de microorganismos patógenos, pero actualmente, en las zonas costeras y bahías donde se cultivan los moluscos, la contaminación de las aguas es creciente. El origen fundamental de esta contaminación microbiana son las aguas residuales urbanas, agrícolas e industriales. Así, la UE ha establecido unos criterios para la clasificación de las zonas de producción de moluscos que se basan en los niveles de *Escherichia coli* (indicador específico de contaminación fecal) presentes en muestras de moluscos y que se resumen en la siguiente tabla:

Clasificación de las zonas de producción	Estándar microbiológico por cada 100 g de carne de molusco bivalvo y de líquido intravalvar	Tratamiento necesario
A	80% muestras <230 <i>E. coli</i> / 100 g de carne y líquido intravalvar 20% muestras <700 <i>E. coli</i> / 100 g de carne y líquido intravalvar	Ninguno.
B	90% muestras <4.600 <i>E. coli</i> / 100 g de carne y líquido intravalvar 10% muestras <46.000 <i>E. coli</i> / 100 g de carne y líquido intravalvar	Depuración , reinstalación en una zona de clase A o tratamiento en un centro autorizado que efectúe un tratamiento que elimine los microorganismos patógenos.
C	100% muestras <46.000 <i>E. coli</i> / 100 g de carne y líquido intravalvar	Reinstalación durante un período largo o transformación en un centro autorizado que efectúe un tratamiento que elimine los microorganismos patógenos.
Prohibida	> 46.000 <i>E. coli</i> / 100 g de carne y líquido intravalvar	No se permite su recolección.

Reglamento (CE) 2019/627 y Reglamento (CE) núm. 853/2004

Los contaminantes químicos, como los metales pesados y otros contaminantes ambientales también son un peligro potencial en algunas zonas de producción. Las autoridades competentes se encargan del control de la presencia de estos contaminantes y alertan a los productores y a población en general si el consumo de algún producto conlleva algún riesgo.

Anatomía y fisiología de los moluscos

Los moluscos bivalvos, que se alimentan por filtración del agua de mar, concentran los microorganismos que puedan encontrarse en las aguas que «beben». Así pues, puede afirmarse que la calidad sanitaria de los moluscos en el momento de su recolección es, concentrada, la del agua donde viven.

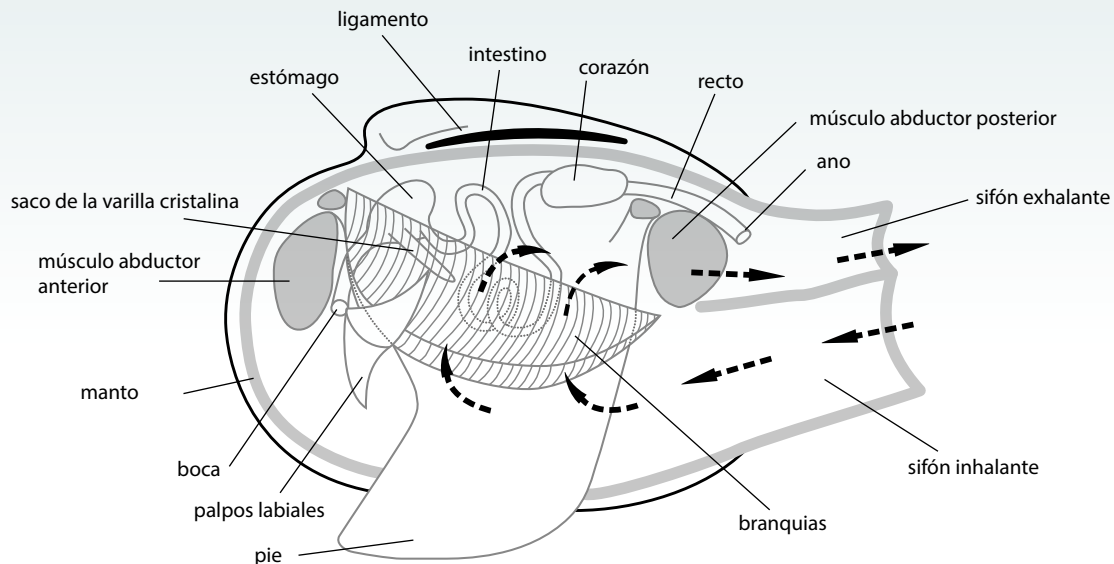
Una ostra adulta, por ejemplo, filtra cada día de 90 a 100 litros de agua marina, de modo que la concentración de microorganismos en su intestino es sensiblemente mayor que la del medio. En el caso de un individuo adulto de molusco, puede filtrar entre 50 y 120 litros de agua de mar diarios, y retiene el 90% de los microorganismos contenidos en el agua.

Por el contrario, los bivalvos que se encuentran en aguas exentas de gérmenes patógenos, por el mismo mecanismo de filtración, irán «limpiándose» de modo que la concentración de patógenos en el molusco tenderá a equilibrarse con la concentración de los presentes en el agua. Este punto de equilibrio, fuertemente condicionado por la temperatura, se consigue con relativa rapidez, en pocas horas, y es precisamente esta la base de la depuración de los MBV en las depuradoras.

La filtración en los moluscos está íntimamente relacionada con las funciones de respiración y digestión, así como con los factores externos que afectan a la fisiología del sistema branquial y del aparato digestivo, tales como la temperatura, la salinidad, la calidad del agua, etc.

ANATOMÍA DE LA FILTRACIÓN Y RETENCIÓN DE PARTÍCULAS

En el proceso de filtración y alimentación intervienen directamente los sifones, las branquias o ctenidio y el aparato digestivo de los moluscos.



Esquema general de un bivalvo. Las flechas señalan el sentido de circulación del agua dentro de la cavidad paleal.

Fuente: <https://core.ac.uk/download/pdf/326795829.pdf>

► LOS SIFONES

Son dos estructuras musculosas de forma tubular, originadas a partir del manto que se modifica en dos aberturas o sifones: el sifón dorsal o exhalante y el ventral o inhalante. Ambos permiten la circulación de agua por su interior gracias a una superficie interna que está tapizada por cilios.

El tipo de hábitat y la alimentación de cada especie determinan las características morfológicas de los sifones.

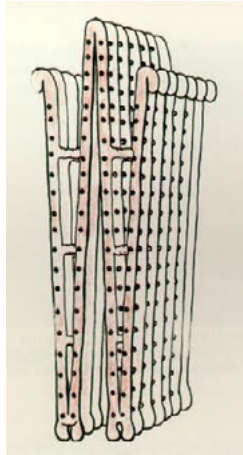
► LAS BRANQUIAS

En el manto y las branquias se produce el intercambio gaseoso del oxígeno disuelto en el agua marina con el líquido circulatorio del animal.

Generalmente hay dos branquias, una a cada lado del plan sagital; presentan unos largos filamentos que se doblan y adquieren la forma de W. Estos filamentos se unen mediante cilios o tejidos de unión formando superficies con muchos tubos verticales en el interior por donde circula el agua. La presencia de estas branquias hace que los moluscos bivalvos también se denominan *lamelibránqueos*.

Además, estas branquias ayudan en la captación de partículas alimentarias y, por ello, pueden llegar a ocupar una gran superficie. Un molusco de 6-7 cm tiene unos 100-110 cm² de branquias.

La superficie de las branquias de los bivalvos está revestida por cilios y células secretoras de moco que ayudan a crear el corriente alimentario y baten más deprisa cuanto menos oxígeno hay o cuanto más cálidas son las aguas (que a la vez son las que tienen menos oxígeno).

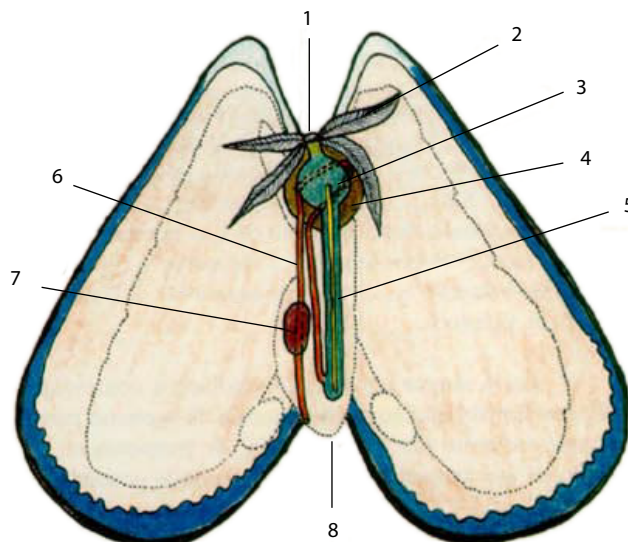


Font: Document
Depuració de Mol·luscs -
Xunta de Galicia

► EL APARATO DIGESTIVO

Está formado por la boca, con o sin palpos labiales, el esófago, el estómago, que en su interior tiene una varilla cristalina que gira constantemente por efecto de los cilios, las glándulas digestivas (hepatopáncreas) y, finalmente, el intestino, que acaba en el ano, cerca del sifón exhalante.

1. BOCA
2. PALPOS LABIALES
3. ESTÓMAGO UTRICULAR
4. HEPATOPÁNCREAS
5. ESTÓMAGO TUBULAR
6. INTESTINO
7. CORAZÓN
8. ANO

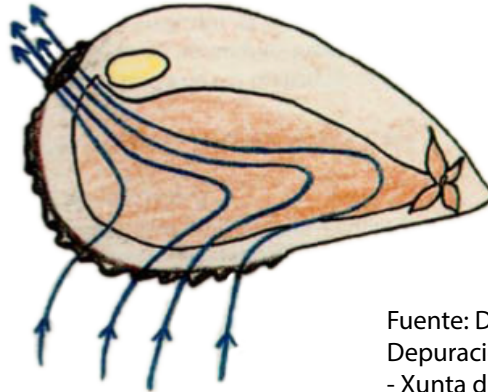


Esquema de la ubicación del aparato digestivo del molusco.
Fuente: Documento Depuración de Moluscos - Xunta de Galicia

MECANISMO DE LA FILTRACIÓN Y RETENCIÓN DE PARTÍCULAS

► LA CIRCULACIÓN DEL AGUA

En la mayor parte de bivalvos, esta circulación tiene forma de «U» en la cavidad paleal. Entra por la parte posterior ventral (sifón inhalante) y, después de atravesar las branquias, sale por la parte posterior dorsal (sifón exhalante).



Fuente: Documento
Depuración de Moluscos
- Xunta de Galicia

► DE LAS BRANQUIAS A LA BOCA

Los cilios de las branquias retienen partículas que entran con el agua y las mezclan con el moco segregado por las células glandulares de las mismas branquias. Esta mezcla se dirige hacia la boca, donde los palpos labiales realizan una segunda selección de las partículas. Los glomérulos mucosos más grandes no pueden ser transportados hasta los palpos labiales y son expulsados por el sifón exhalante.

► RECORRIDO DE LAS PARTÍCULAS POR EL APARATO DIGESTIVO

Los bivalvos, en general, tienen una alimentación selectiva en cuanto a la medida de las partículas y las especies del fitoplancton. Una vez las partículas pasan por el esófago, recorren poco a poco el tracto digestivo: pasan al estómago, donde la glándula digestiva que la rodea, denominada *hepatopáncreas*, libera enzimas digestivas. A continuación, el alimento pasa al intestino, que es largo y forma varias curvas, para después acabar en el recto, que atraviesa el pericardio y el ventrículo del corazón. Desemboca en el ano, desde donde las corrientes exhalantes expulsan las heces por el sifón.

En el interior del molusco, las bacterias más grandes siguen el mismo recorrido que el resto de partículas. El molusco, por ejemplo, no parece capaz de filtrar partículas menores a 1-2 μ pero, a pesar de ello, es posible que bacterias menores puedan adherirse a partículas más grandes.

Se estima que las bacterias, cuando se encuentran en una concentración normal o baja, añadida a una escasez de fitoplancton, pueden desempeñar un papel en la nutrición de los moluscos y, de este modo, una parte de la carga bacteriana es eliminada en el medio marino. Pero cuando el número de bacterias es alto y hay una gran cantidad de fitoplancton, las bacterias se acumulan en el tracto digestivo del molusco y solo se eliminan por las heces cuando el bivalvo se encuentra en período de filtración continua.

La relación entre la concentración de bacterias en el organismo y en el agua es un equilibrio dinámico. Cuando se igualan ambas concentraciones se alcanza el «punto de equilibrio».

Cuando en el agua circundante la contaminación bacteriana baja significativamente, también lo hace la carga bacteriana del molusco. Este es un proceso bastante rápido en la mayoría de especies. Así, colocando moluscos contaminados por *Escherichia coli* en agua exenta de gérmenes, en 6-10 horas la mayoría han reducido considerablemente parte de su contaminación y han alcanzado el punto de equilibrio.

Este equilibrio dinámico depende de numerosos factores externos, entre los que destacan la temperatura, la salinidad o el oxígeno disuelto.

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA

La influencia de la temperatura del agua es un factor de primer orden que debe considerarse en relación con el equilibrio de las concentraciones bacterianas entre el molusco y el agua.

En la mayor parte de los bivalvos comerciales, el nivel óptimo de eliminación de bacterias se encuentra entre los 13 y 22 °C de temperatura, en función de la especie concreta, de la procedencia y de la estación del año. Por debajo de esta temperatura se inhibe tanto la acumulación como la eliminación de bacterias y, con temperaturas superiores, se entorpece la depuración a causa de un descenso del oxígeno disuelto en el agua y de una aceleración del metabolismo del molusco.

INFLUENCIA DE LA SALINIDAD

Hay ciertos límites, superiores e inferiores, fuera de los cuales los moluscos no desarrollan adecuadamente sus funciones.

El límite inferior de salinidad para la eliminación de bacterias del aparato digestivo de los bivalvos con interés comercial se sitúa en el 16%. En el caso concreto del molusco, el rango debe estar entre el 25% y el 35%, puesto que por debajo de estos valores el molusco para la eliminación de bacterias y al cabo de 8 o 10 horas muere. A pesar de ello, se aconseja que la salinidad no varíe más de un 20% respecto a la de la zona de recolección.

INFLUENCIA DEL OXÍGENO DISUELTO

La mayoría de bivalvos comerciales se depuran en un amplio espectro de niveles de oxígeno disuelto, pero el nivel óptimo para que la eliminación sea lo suficientemente rápida es a partir del 50% (5,5 mg/l). Debe considerarse que cuando los valores son bajos los moluscos sufren y, al sacarlos del agua, no aguantan demasiado tiempo en seco y entonces pierden valor comercial. En las depuradoras mediterráneas esto puede pasar si el agua sobrepasa los 22 °C (a mayor temperatura, menor oxígeno disuelto) y con el fin de evitarlo es necesario enfriar el agua para poder conseguir suficiente oxígeno y una depuración efectiva.

CONDICIONES ÓPTIMAS

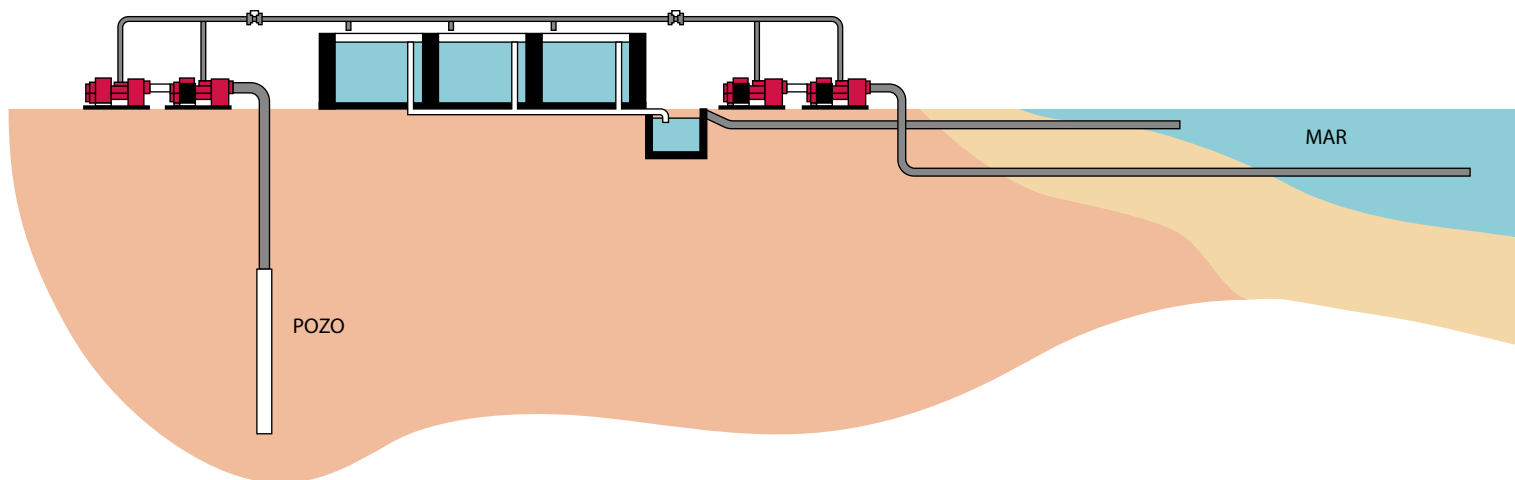
La realidad impone una acción conjunta y simultánea de los cuatro factores: un agua en condiciones óptimas para la depuración de bivalvos debe estar entre 14 y 18 °C de temperatura, presentar más del 50% de oxígeno disuelto y una salinidad superior al 30‰ y estar exenta de gérmenes.

La velocidad de eliminación bacteriana sigue una curva exponencial y en 24 horas se elimina el 90-95% de las bacterias patógenas del aparato digestivo del molusco, a pesar de haber partido de concentraciones elevadas.

Funcionamiento técnico de una depuradora de MBV

Las depuradoras de MBV pueden ser de circuito abierto (CA) o de circuito cerrado (CC). Las primeras, ya casi totalmente en desuso, captan el agua directamente del mar o de un pozo próximo y la depuración se realiza en piscinas horizontales, que requieren de una gran superficie. Su ubicación debe ser muy cerca de la captación de agua, en zonas de dominio marítimo terrestre, habitualmente, y como se capta el agua directamente del mar, puede ser que la aparición de algas tóxicas en el medio ponga en compromiso su funcionamiento.

Necesitan un sistema de desinfección del agua, que a menudo es la cloración, en el que después se hace evaporar el cloro aireando de un modo forzado el agua para que no afecte negativamente a los MBV, que posteriormente se depuran. El cloro debe estar a menos de 0,1 mg/l; si no, los MBV se verán afectados negativamente y la depuración será insuficiente. También pueden utilizarse sistemas de lámparas de luz ultravioleta y el ozono.



Esquema de una depuradora de circuito abierto.
Fuente: Innovaqua.



MBV en una balsa de una depuradora de circuito abierto.
Fuente: Innovaqua.

Las depuradoras de CC o de recirculación, las más habituales actualmente, son aquellas en las que el agua de depuración se reaprovecha varias veces, lo que permite que puedan estar alejadas del mar y los parámetros del agua puedan controlarse y modificarse con mayor facilidad. La depuración de los MBV se realiza dentro de *bins*, lo que permite ahorrar mucha superficie.

Los principales parámetros que deben controlarse en las depuradoras de CC para que los MBV puedan mantenerse con vida y para que puedan realizar el proceso de depuración de forma idónea son:

- ▶ **Oxígeno disuelto:** debe estar por encima de 5,5-6 mg/l; esto es fácil de obtener a través de la caída abierta del agua o de un sistema de Venturi.



Ducha que favorece la oxigenación del agua del sistema.

- ▶ **Temperatura:** a fin de mantenerla en los rangos óptimos, deberemos disponer de un sistema de refrigeración adecuado que permita mantenerla controlada en todo momento entre 13 °C y 22 °C.



Sistema de refrigeración de una depuradora.

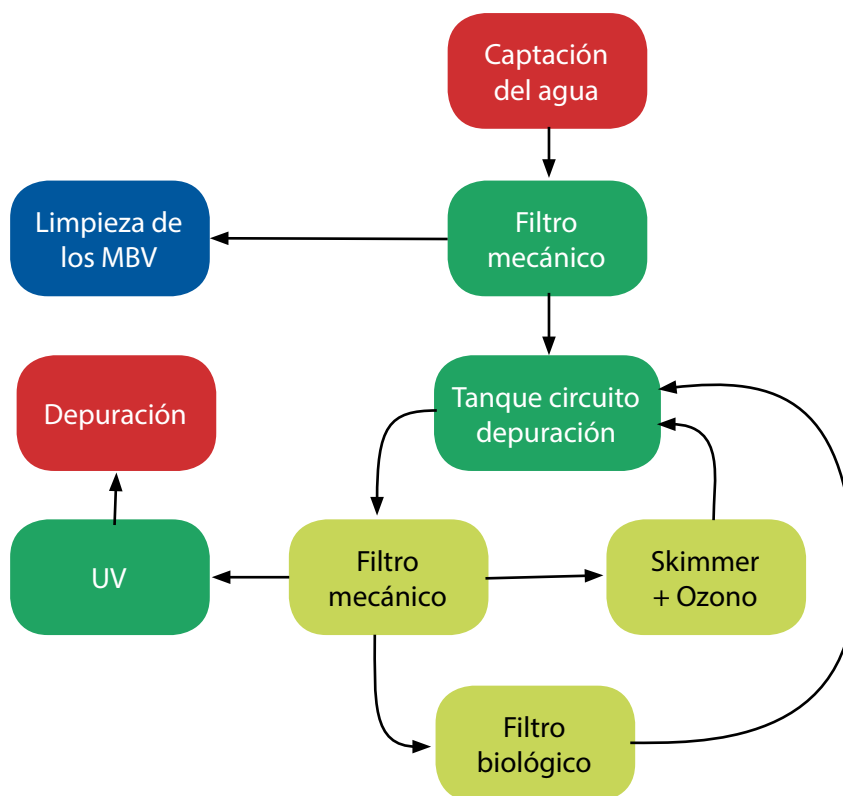
- **Salinidad:** debe controlarse a través de un salinómetro, si es posible diariamente. La salinidad puede corregirse añadiendo sal al sistema o bien agua dulce, en caso que la concentración esté por debajo o por encima del umbral deseado, y debería mantenerse entre el 25% y el 35%. La adición de sal debe ser con sales específicas. En cuanto al agua dulce, debe vigilarse el nivel de cloración para que no afecte a la viabilidad de los MBV. En ocasiones, es más interesantes, a ser posible, renovar toda el agua del sistema.



Se utiliza agua destilada para realizar el cero del aparato y una disolución conocida del 32% para verificar su funcionamiento.

- **Amonio NH_4^+** : es el producto de excreción más común de los MBV y es uno de los elementos más tóxicos, puesto que está en equilibrio con la molécula de amoníaco ($\text{NH}_4^+ \leftrightarrow \text{NH}_3$), que puede acumularse en un circuito de depuración. El nivel debería estar por debajo de 1 mg/l (a pesar de que los MBV aguantan niveles altos, hasta 5 mg/l), lo que conseguimos con el filtro biológico, donde se asientan bacterias nitrificantes. Las bacterias (en general bacterias oxidantes) oxidan el ion amonio y forman nitritos (NO_2^-) y otras bacterias hacen lo mismo, consiguiendo nitrato (NO_3^-), que se incorpora como nitrógeno para el crecimiento de las algas en el medio. Este nitrato se irá acumulando en nuestro sistema (puesto que no tenemos algas) y, por lo tanto, necesitaremos aportes regulares de agua para compensar su acumulación. El nivel de nitritos (NO_2^-) debería mantenerse por debajo de los 2 mg/l, y el de nitratos (NO_3^-) por debajo de 50 mg/l.
- **pH**: debe mantenerse entre 7,0 y 8,4. A pesar de que el agua de mar actúa como disolución tampón y posee la capacidad de neutralizar disminuciones de pH, en algunos casos pueden añadirse estabilizadores de pH mediante sustratos calcáreos que también hacen de sustratos para las bacterias oxidantes.

El sistema de depuración de las depuradoras de CC debe constar de una serie de filtros, aunque no son todos obligatorios, para eliminar las partículas del agua y que la posterior higienización se realice de un modo más eficaz (se indican en rojo las etapas; en azul, las actuaciones preventivas, y en verde, los equipamientos implicados):



Ejemplo de diagrama de un circuito cerrado de agua de una depuradora de MBV.

- **Filtro mecánico:** ejerce la función de retener las partículas en suspensión del agua como limos, arenas, bisco o trozos de concha, lo que se consigue haciéndola pasar por un material adecuado. Los hay de muchos tipos: de arena, de cartucho, de lana, de esponja, de tambor, etc., pero la función que realiza es la misma. Un agua transparente nos indica el buen funcionamiento de este tipo de filtro.
- **Filtro biológico:** tiene como finalidad retirar el amonio de los productos de excreción de los MBV del sistema, oxidándolo y convirtiéndolo en nitritos y, después, en nitratos. Puede combinarse con el filtro mecánico y puede ser rotativo, de percolación o de flujo ascendente. En todos los casos, lo que se pretende es aumentar la superficie de contacto con el agua para favorecer el crecimiento de las bacterias nitrificantes y que estas puedan realizar su labor. En el sistema de percolación se introducen elementos plásticos o piedra porosa que favorece el asentamiento de las bacterias. Es importante valorar el tiempo de activación del filtro biológico, puesto que en una depuradora nueva el crecimiento y la estabilización de las bacterias puede costar entre uno y tres meses, período en el que el sistema no funcionará correctamente. El filtro biológico debe estar suficientemente dimensionado según nuestra depuradora y debe ser capaz de soportar un 10% de renovación del volumen total del agua semanalmente.

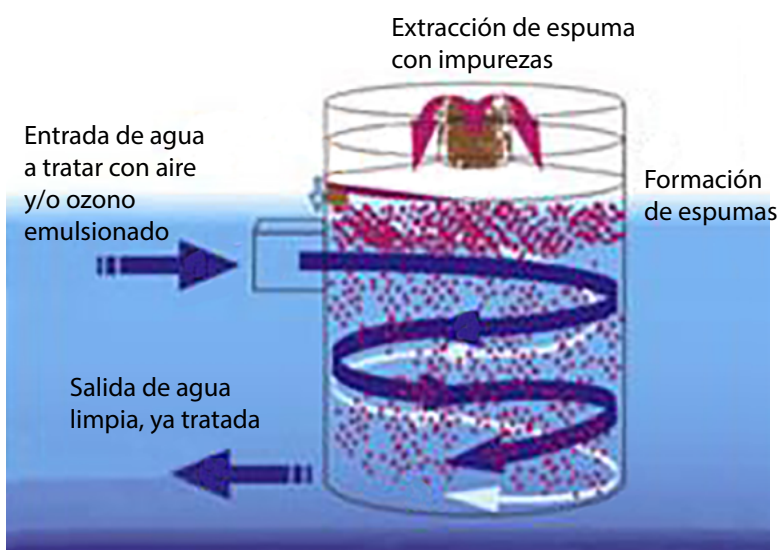


Filtro biológico de percolación de una depuradora.



Componentes plásticos de un filtro biológico.

- **Filtro químico:** utiliza el carbón activo para eliminar sustancias por adsorción, lo que contribuye a la posterior higienización del agua.
- **Espumadera o *skimmer*:** a pesar de que no es un filtro en sí mismo, es eficiente para retirar componentes que los filtros mecánicos y biológicos no han sido capaces de retener, como la materia orgánica más pequeña. Se basa en la entrada de agua y aire emulsionados mediante un sistema de Venturi, la formación de espuma que se recoge y se elimina por la parte más elevada y la salida del agua limpia por la parte inferior. Airea el sistema y, si la depuradora desinfecta el agua con ozono, es el sitio donde se debe inyectar para que realice el efecto y, rápidamente, pueda extraerse para que pierda la toxicidad para los MBV.



Esquema de funcionamiento de un skimmer.
Fuente: Innovaqua.



Skimmer de una depuradora.

El sistema de tratamiento del agua es el que nos permitirá obtener un agua de calidad para poder ofrecer a los MBV un medio exento de bacterias y virus. Principalmente, los hay de dos tipos, que pueden utilizarse solos o en combinación:

- ▶ **Rayos ultravioleta (UV):** las lámparas emisoras de rayos UV son uno de los sistemas más utilizados para desinfectar el agua. Los rayos UV poseen un efecto de interacción con los ácidos nucleicos de las bacterias y virus, incidiendo directamente en su capacidad reproductora y de infección. El efecto se consigue al hacer pasar una columna de agua bajo los rayos. Debe contar con un controlador de horas de funcionamiento para poder sustituirlas cuando se agote su vida útil y con un avisador que indique que las lámparas funcionan. Es imprescindible controlar que funcionen, limpiar las camisas y hacer el cambio de las lámparas según las instrucciones del fabricante para que haya una buena capacidad eliminadora de gérmenes.



Lámpara UV dentro del sistema de desinfección del agua.

- ▶ **Ozono:** su poder oxidante permite eliminar bacterias, virus, hongos y protozoos que pueden estar presentes en el agua. Los aparatos productores de ozono funcionan con una descarga eléctrica de alta intensidad sobre el oxígeno. El ozono se inyecta en el *skimmer* mediante un Venturi. Su inestabilidad hace que desaparezca del agua y su nula residualidad no afecta a los MBV; con todo, se debe vigilar que funcione correctamente, puesto que los bromados que pueden formarse son potencialmente cancerígenos y, si quedan niveles residuales de

ozono, podrían hacer que los MBV disminuyan o cesen la actividad y disminuya la efectividad del proceso depurativo. Se controla a través de la sonda de potencial redox. El valor de higienización necesario para reducir instantáneamente toda clase de microorganismos es de 420 mV. Junto con la espumadera espumadora, ayuda a mantener una buena calidad organoléptica del agua, exenta de color y de olor.



Aparato productor de ozono.

Muy habitualmente, existe la combinación de dos sistemas de higienización, UV y ozono. En estos casos, los UV suelen estar colocados en línea con el sistema de bombeo, justo antes de las duchas de depuración, para asegurar que toda el agua bombeada a los MBV pasa por la lámpara. El ozono, en estos casos, refuerza el sistema, lo hace más eficiente y le da mayor capacidad de higienización, extracción y oxidación de componentes del agua. La combinación de ambos nos da una seguridad extra, puesto que, en caso de avería de alguno de los dos componentes, la eficacia de la desinfección del agua queda cubierta por el otro.



Control redox de la producción de ozono.

Principales peligros en una depuradora de MBV

Los microorganismos contaminantes, mayoritariamente bacterias, se encuentran en la superficie exterior del molusco, en la parte externa de su masa visceral, en la cavidad paleal, recubriendo las branquias y en el interior del tracto digestivo.

Si la depuración, como hemos comentado, consiste en la eliminación de microorganismos contaminantes del cuerpo del molusco, debe cumplir dos requisitos:

- Eliminar a los microorganismos que se encuentren en la superficie exterior. Esto es tarea del personal de la depuradora a través de la limpieza de la concha.
- Eliminar a los microorganismos patógenos internos. Este proceso debe realizarlo el animal mediante la filtración bajo unas condiciones adecuadas.

Los principales peligros son:

Peligros biológicos (B): son los asociados a la presencia, la incorporación, la supervivencia o la proliferación el alimento de organismos vivos. Como ejemplos, podemos citar microorganismos o sus toxinas: bacterias (*E. coli*, *Salmonella*, *Vibrio spp.*, etc.) y virus (virus de la hepatitis A, norovirus, etc.).

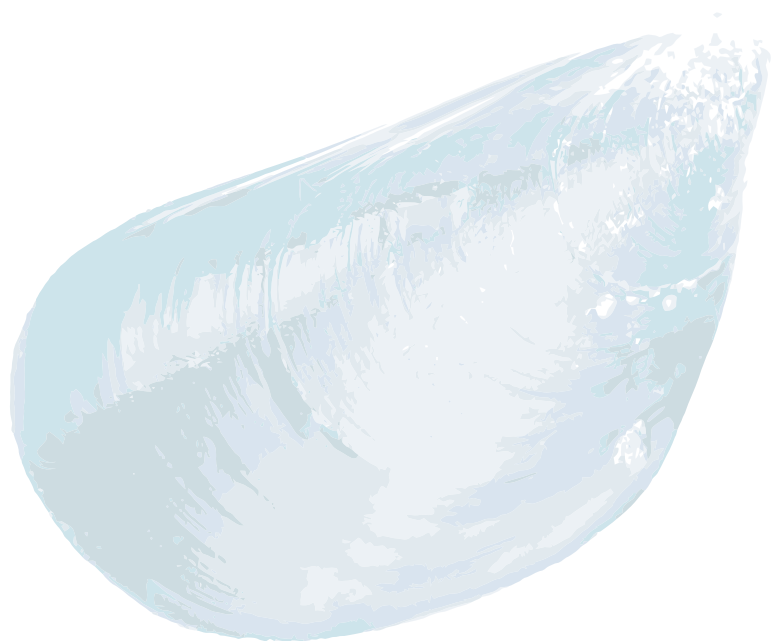
Peligros químicos (Q): son los asociados a la incorporación, la formación o la persistencia en el alimento de sustancias químicas nocivas procedentes del agua o derivadas de su procesamiento. Por ejemplo, contaminación por restos de productos de limpieza, plaguicidas, metales pesados, sustancias procedentes de migraciones a partir del material del envase, etc.

Peligros físicos (F): incorporación de materias extrañas en el alimento que pueden causar daños cuando se consumen, como, por ejemplo, trozos de vidrio, metales, plásticos, piedras, astillas de conchas, radioactividad, etc.

Recomendaciones para un consumo seguro

Cataluña es una gran productora y consumidora de mejillones y otros frutos de mar. Estos productos son moluscos bivalvos y tienen en común que son organismos filtradores del agua de mar: el agua pasa a través de ellos, así que la calidad de este elemento afecta a la seguridad.

Hay que asegurarse que provengan de zonas de producción bien controladas desde el punto de vista de la seguridad alimentaria y han sido correctamente depurados. Es imprescindible que cuando lleguen a los consumidores los productos provengan de establecimientos autorizados y de canales de comercialización donde se haya producido su depuración correcta, con el fin de evitar que no hayan acumulado en su tejido contaminantes, sean de origen fecal, del plancton o de otros orígenes.



Para evitar riesgos innecesarios al consumir moluscos hay que tener en cuenta estos consejos:

- Al adquirirlos, aseguraos de que tienen buenas características de frescura. Tienen que estar vivos en el momento de la compra: hace falta que reaccionen si hacéis un golpecito en la concha, la cual no tiene que estar sucia ni rota, y sí que tiene que estar mojada y brillante. Tienen que contener líquido intravalvar, que será claro, transparente y abundante. Y, sobre todo, el olor tiene que ser de agradable olor a mar. Las conchas tienen que estar cerradas y tienen que ofrecer una fuerte resistencia a abrirse. Si las conchas no están fuertemente cerradas, quiere decir que el animal ya no está vivo. Si están un poco abiertas pero al tocarlas se cierran, todavía están vivos y se pueden consumir. La carne será consistente.
- Siempre tenemos que rechazarlos si el olor se desagradable. También si tienen poca resistencia a la abertura, si no reaccionan al tocarlos, si tienen poco líquido interior y/o está turbio, o si su carne es blanda y están encogidos dentro de la concha.
- Adquiridlos en establecimientos de confianza, donde siempre tiene que estar expuesta la información de la procedencia e incluso de la fecha de depuración, si es el caso. Si lo pedís os tienen que poder enseñar las etiquetas del envase original.
- Siempre os tienen que informar si eran productos descongelados. En el letrero de venta se tiene que anunciar e indicar la fecha de descongelación.
- Si compráis productos congelados, hacedlo al final de la compra, de manera que minimizamos la rotura de la cadena del frío.
- En casa, tenéis que aplicar buenas prácticas de higiene: mantenéis la cadena frío (temperatura de refrigeración, por debajo de los 4°C), controlad el tiempo de almacenaje en refrigeración y evitad la contaminación cruzada (limpieza y orden en la nevera, lavarse las manos, la limpieza de los utensilios y superficies, etc.). Estos productos nunca tienen que estar fuera de la nevera más de dos horas, y lo mejor es minimizar este tiempo.
- Antes de consumirlos, se tienen que aclarar para eliminar posibles residuos. Es mejor cortar los hilos que tienen y no arrancarlos, porque se podría estropear la carne. Tampoco hay que sacar las adherencias duras de la concha, ya que en el momento de la cocción, ayudarán a potenciar el sabor a mar.
- Si no se consumen una vez limpios, se conservarán en un lugar fresco como la nevera, hasta el momento de cocinarlos, con un trapo húmedo encima. Pero no tiene que transcurrir mucho tiempo. Si se calcula que pasará más de un día, es recomendable cocinarlos

y congelarlos o congelarlos en crudo, de manera que se podrán conservar entre tres y seis meses.

- La cocción es una buena barrera sanitaria, de manera que disminuye el riesgo de presencia de microorganismos. Ahora bien, la cocción no destruye las toxinas del plancton. Por este motivo, tenemos que evitar que lo que se nombran grupos de riesgo coman productos del mar crudos: hay que ser conscientes del riesgo que comporta. Estas personas más sensibles son las mujeres embarazadas, las personas mayores, los inmunodeprimidos o las personas que sufren una patología subyacente (cáncer, diabetes, enfermedades hepáticas, infección por VIH, etc.)
- Cuando se preparen se tiene que tener en cuenta que los ejemplares que no se abran con la cocción es mejor rechazarlos, porque eso indica que es probable que hayan muerto antes.
- Hay quien aprovecha para recolectar sus propios mejillones, almejas, caracoles, lapas... **Está prohibido**, ya que no podemos asegurar que los tejidos no presenten bacterias, virus u otros contaminantes, aunque estén bien vivos. Las aguas de donde proceden los moluscos que se comercializan están sometidas a controles, y también su carne.
- En verano las altas temperaturas del agua de mar y ambiental que caracterizan el verano aconsejan extremar las precauciones para el consumo seguro de determinados productos, como los mejillones y otros frutos de mar.

BIBLIOGRAFÍA

[Depuración de bivalvos: aspectos fundamentales y prácticos](#)

FAO Documento técnico de pesca

[Comercialització, trazabilidad y consumo de productos de la pesca](#)

Departament d'Acció climàtica, Alimentació i Agenda Rural

[Come con Seguridad moluscos bivalvos](#)

Agència Catalana de Seguretat Alimentària

[Depuración de moluscos](#)

Xunta de Galicia