

Depuración de bivalvos: aspectos fundamentales y prácticos



Fotografías de la cubierta:

De izquierda a derecha en sentido horario: Sistema horizontal de depuración en Goro, Italia (cortesía de Acqua&Co S.r.l.); Sistema de depuración en La Rochelle, Francia, con contenedores verticales y tanques horizontales incluida la unidad de separación de proteínas (cortesía de Acqua&Co S.r.l.); exposición de moluscos bivalvos en una pescadería de Roma, Italia (FAO/A. Lovatelli); trabajos de clasificación y embalaje de moluscos bivalvos después de su depuración realizados en una sala separada de la planta de depuración en Ferrara, Italia (cortesía de M.G.I.B. S.r.l.).

Depuración de bivalvos: aspectos fundamentales y prácticos

FAO
DOCUMENTO
TÉCNICO DE
PESCA

511

Ronald Lee

Consultor de la FAO

Weymouth, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte

Alessandro Lovatelli

Servicio de Acuicultura

Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO

Roma, Italia

y

Lahsen Ababouch

Servicio de Productos, Comercio y Mercadeo

Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO

Roma, Italia

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Organización de la FAO.

ISBN 978-92-5-306006-1

Todos los derechos reservados. La FAO fomenta la reproducción y difusión parcial del material contenido en este producto informativo. Su uso para fines no comerciales se autorizará de forma gratuita previa solicitud. La reproducción para la reventa u otros fines comerciales, incluidos fines educativos, podría estar sujeta a pago de derechos o tarifas. Las solicitudes de autorización para reproducir o difundir material de cuyos derechos de autor sea titular la FAO y toda consulta relativa a derechos y licencias deberán dirigirse por correo electrónico a copyright@fao.org, o por escrito al Jefe de la Subdivisión de Políticas y Apoyo en materia de Publicaciones, Oficina de Intercambio de Conocimientos, Investigación y Extensión, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Roma (Italia).

© FAO 2010

Preparación de este documento

La producción y consumo mundial de moluscos bivalvos ha aumentado de manera significativa durante los últimos años, pasando de un total de acuicultura y captura de aproximadamente 10,7 millones de toneladas en 1999 a 14 millones de toneladas en 2006 (FAO-Estadísticas de Pesca). Asimismo, el desarrollo del transporte aéreo y marítimo y de las técnicas de conservación ha permitido a los consumidores de las diferentes partes del mundo disfrutar del consumo de molusco bivalvos producidos en aguas remotas. Tales avances en la distribución y en el comercio han supuesto a su vez nuevos retos para la protección de los consumidores, particularmente en lo que se refiere a la inocuidad de los bivalvos relacionada con la ausencia de microorganismos patógenos. Varias especies de moluscos bivalvos se consumen preferentemente crudas o vivas (p. ej. ostras) o poco cocinadas (p. ej. mejillones), lo que los convierte en una categoría de alimento de alto riesgo que requiere medidas de control adecuadas para eliminar o reducir a niveles aceptables los riesgos biológicos, químicos y físicos. Además, la distribución de productos crudos congelados ha alargado en gran medida el período en el que se podrían consumir lotes contaminados.

Si bien es cierto que el mejor método para producir moluscos de una manera segura es el cultivo y la recolección en áreas que no estén sometidas a ninguna fuente externa de contaminación, hay que señalar que las aguas de cultivo de moluscos que realmente están sin contaminar son muy escasas. La producción de moluscos en zonas con niveles relativamente bajos de contaminación, seguida de la depuración asegurará un nivel de riesgo de enfermedades por contaminación fecal tan bajo como el que se consigue a través del cocinado. Este proceso permite eliminar los contaminantes microbianos de los moluscos bivalvos ligera o moderadamente contaminados y por lo tanto incrementa la disponibilidad y suministro de moluscos bivalvos nutritivos y seguros. También permite a la industria cumplir con los requisitos legales de muchos países que exigen la depuración de moluscos bivalvos en circunstancias específicas.

Sin embargo, una depuración efectiva depende del funcionamiento de los sistemas con respecto a una serie de principios bien conocidos que pretenden maximizar la actividad biológica de los moluscos bivalvos al mismo tiempo que potencian la separación de cualquier contaminante vertido al agua de mar en el que los moluscos bivalvos están creciendo y así evitar su reabsorción. También es necesario gestionar los centros donde se ubiquen los sistemas siguiendo estándares reconocidos de higiene de alimentos. Sin estas medidas, las actividades pueden incluso incrementar el nivel de contaminación de lotes individuales o provocar contaminaciones cruzadas de un lote a otro. La depuración tampoco logrará eliminar de forma efectiva y constante todo tipo de contaminantes y los operadores deben conocer bien las limitaciones del proceso.

Este documento se ha preparado para orientar a la industria de los moluscos bivalvos sobre la construcción, funcionamiento y seguimiento de los sistemas y procesos de depuración. Se dirige principalmente a empresas nuevas o con poca experiencia, así como a responsables de pesca y salud pública que trabajan con la industria de moluscos bivalvos. Es especialmente importante para aquellos países en desarrollo donde la industria de los moluscos bivalvos se esté expandiendo rápidamente con el objeto de ganar cuotas mayores del mercado internacional de moluscos bivalvos.

Esta publicación está dividida en capítulos con la intención de orientar al lector desde consideraciones relativas a problemas de salud pública asociados a los moluscos bivalvos, pasando por los principios de depuración hasta consideraciones más detalladas de la construcción y funcionamiento de un centro de depuración, incluyendo la aplicación de principios internacionales como el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP, por sus siglas en inglés). Finalmente, hay una breve sección dedicada a las comprobaciones que hay que realizar en el caso de que se detecten problemas.

Esta obra forma parte de tres publicaciones técnicas de la FAO dedicadas a la acuicultura de bivalvos. El primer volumen de esta serie titulado «*Cultivo de bivalvos en criadero: Un manual práctico*» (FAO Documento Técnico de Pesca No. 471) se publicó en 2004 y está ya disponible en árabe, chino, inglés, francés y español. El segundo volumen titulado «*Installation and operation of a modular bivalve hatchery*» (FAO Documento Técnico de Pesca No. 492) se publicó en 2006 y está disponible en inglés.

Esta publicación se preparó bajo la coordinación general de Alessandro Lovatelli, Oficial de Acuicultura, Servicio de Acuicultura (FIRA). El capítulo sobre HACCP lo preparó Lahsen Ababouch, Jefe del Servicio de Productos, Comercio y Mercadeo (FIPM).

Resumen

Los moluscos bivalvos concentran los contaminantes que se hallan en la columna de agua donde crecen. Estos contaminantes pueden provocar enfermedades en las personas que los consumen. En el caso de los contaminantes microbianos, el peligro se ve potenciado porque a menudo los moluscos se consumen crudos (p. ej. ostras) o poco cocinados (p. ej. mejillones). Limitar el peligro de las enfermedades depende en parte del aprovisionamiento de moluscos de zonas donde los contaminantes se encuentren a niveles relativamente bajos. El riesgo puede reducirse más mediante un tratamiento adecuado después de la recolección.

La depuración, o purificación, es un proceso que consiste en mantener a los moluscos en tanques de agua de mar limpia, en condiciones que permitan maximizar la actividad natural de filtración y expulsar así el contenido intestinal. De esta manera se potencia la separación de los contaminantes expulsados de los moluscos bivalvos y se impide que se recontaminen. Al principio, la depuración se desarrolló como una medida, entre muchas, para abordar el problema de numerosos brotes de fiebre tifoidea relacionados con el consumo de moluscos (causada por la bacteria *Salmonella typhi*), que provocó enfermedades y muertes a finales del siglo XIX y a principios del siglo XX en muchos países de Europa y en los Estados Unidos de América.

La depuración es una forma efectiva de eliminar muchas bacterias fecales contaminantes de los moluscos bivalvos, pero según las prácticas comerciales actuales, es menos efectiva en la eliminación de contaminantes como el norovirus y el virus de la hepatitis A. No tiene una eficacia constante, o no es efectiva, en la eliminación de otros contaminantes como los vibrios marinos naturales (p. ej. *Vibrio parahaemolyticus* o *Vibrio vulnificus*), biotoxinas marinas [como las que provocan la toxina paralizante de los moluscos (PSP), la toxina diarreica de los moluscos (DSP) o la toxina amnésica de los moluscos (ASP)], metales pesados o sustancias químicas orgánicas.

Una depuración efectiva requiere que los moluscos se manipulen adecuadamente durante la recolección, el transporte y el almacenamiento previos a la depuración. Asimismo, se requiere un diseño y funcionamiento adecuados para cumplir los requisitos identificados anteriormente para la eliminación y separación de contaminantes. De la misma manera, las instalaciones de estos sistemas deben funcionar manteniendo unos buenos niveles de higiene alimentaria para prevenir contaminaciones cruzadas entre los distintos lotes de moluscos o una recontaminación de los mismos.

El objetivo de esta publicación es aportar una introducción básica a los problemas de salud pública que puedan estar asociados al consumo de moluscos bivalvos y ofrecer unas directrices sobre el diseño y funcionamiento de un centro de depuración y sistemas relacionados. También incluye indicaciones sobre la aplicación de los planes de Análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP, por sus siglas en inglés) así como el correspondiente seguimiento. Esta obra pretende ser de utilidad para los miembros de la industria de los moluscos bivalvos, con poca o ninguna experiencia en esta área, y responsables de pesca y de salud pública que pueden asesorar a la industria. Las publicaciones facilitadas en la bibliografía incluyen material complementario.

Palabras clave: acuicultura marina, depuración de moluscos bivalvos, microorganismos patógenos, contaminación fecal, higiene alimentaria, ostras, almejas, vieiras.

Lee, R.; Lovatelli, A.; Ababouch, L.

Depuración de bivalvos: aspectos fundamentales y prácticos.

FAO Documento Técnico de Pesca. No. 511. Roma, FAO. 2010. 153pp.

Índice

Preparación de este documento	iii
Resumen	v
Lista de figuras	x
Lista de cuadros	xi
Agradecimientos	xii
Siglas	xiii
Glosario	xv
Capítulo 1 – Introducción	1
Capítulo 2 – ¿Por qué depurar?	5
2.1 ENFERMEDADES RELACIONADAS CON LOS MOLUSCOS BIVALVOS	6
2.2 ¿QUÉ ESPECIES NECESITAN DEPURARSE?	9
2.3 REQUISITOS LEGALES	10
2.4 BIOSEGURIDAD	13
Capítulo 3 – Principios generales de la depuración	15
3.1 REANUDACIÓN DE LA ACTIVIDAD FILTRADORA	15
3.2 ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES	17
3.3 PREVENCIÓN DE LA RECONTAMINACIÓN	17
3.4 MANTENIMIENTO DE LA VIABILIDAD Y CALIDAD	19
3.5 LÍMITES DE LA DEPURACIÓN	19
3.6 BIOTOXINAS	20
3.7 CONTAMINANTES QUÍMICOS	20
Capítulo 4 – Requisitos del emplazamiento	21
4.1 UBICACIÓN GENERAL	21
4.2 CALIDAD DEL AGUA DE MAR	22
4.2.1 Agua de mar natural	22
4.2.2 Agua de mar artificial	23
4.2.3 Agua salina de pozo	23
4.3 ACCESO A SERVICIOS PÚBLICOS Y MANO DE OBRA	24
Capítulo 5 – Diseño y construcción de la planta	25
5.1 CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA PLANTA	25
5.2 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUES DE DEPURACIÓN	27
5.3 CAJAS Y CESTAS PARA LA DEPURACIÓN	29
5.4 DISPOSICIÓN DEL SISTEMA DE TUBERÍAS Y DE CIRCULACIÓN DEL AGUA ...	30
5.5 VERTIDO DE AGUA DE MAR UTILIZADA	34

Capítulo 6 – Métodos de depuración de agua	35
6.1 SEDIMENTACIÓN Y FILTRACIÓN	36
6.2 LUZ ULTRAVIOLETA	37
6.3 CLORO Y COMPUESTOS CON CLORO	39
6.4 OZONO	40
6.5 YODOFOROS	41
Capítulo 7 – Consideraciones previas a la depuración	43
7.1 RECOLECCIÓN	43
7.2 TRANSPORTE	43
7.3 MANEJO GENERAL	43
7.4 ALMACENAMIENTO	44
7.5 LAVADO, SELECCIÓN Y ELIMINACIÓN DEL BISO	44
Capítulo 8 – Funcionamiento del sistema	45
8.1 CARGA DE LAS CAJAS	45
8.2 CARGA DE LOS TANQUES	45
8.3 OPERACIÓN EN TANDAS	47
8.4 CONDICIONES PARA LA DEPURACIÓN	47
8.5 PERÍODO DE DEPURACIÓN	47
8.6 DRENAJE POR FLUJO DESCENDENTE	48
8.7 VIGILANCIA	48
Capítulo 9 – Manipulación posterior a la depuración	51
9.1 DESCARGA	51
9.2 LAVADO Y ELIMINACIÓN DE BISOS	51
9.3 ENVASADO	52
9.4 ALMACENAMIENTO	53
9.5 TRANSPORTE	54
Capítulo 10 – Control microbiológico	55
10.1 VERIFICACIÓN DE LOS PROCESOS	55
10.2 CONTROL CONTINUO	56
10.2.1 Agua de mar	56
10.2.2 Moluscos	56
Capítulo 11 – Sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control (HACCP)	59
11.1 PRINCIPIOS DEL SISTEMA DE HACCP	59
11.2 APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS DEL SISTEMA DE HACCP A LA DEPURACIÓN DE MOLUSCOS BIVALVOS	60
11.3 TRAZABILIDAD	69

Capítulo 12 – Solución de problemas	73
---	----

Capítulo 13 – Lecturas seleccionadas	75
--	----

Apéndices

Apéndice 1 Código de prácticas para el pescado y los productos pesqueros ...	81
Apéndice 2 Norma para los moluscos bivalvos vivos y los moluscos bivalvos crudos	101
Apéndice 3 Ejemplo de una ficha para un ciclo de depuración	111
Apéndice 4 Criterios de depuración según el programa sanitario nacional de moluscos de los Estados Unidos de América	113
Apéndice 5 Guías de la OMS para la calidad del agua potable	127
Apéndice 6 Almacenamiento de langostas y depuración de moluscos	131
Apéndice 7 Enumeración de <i>Escherichia coli</i> en moluscos bivalvos	143

Lista de figuras

Figura 1.1:	Vista del interior de dos grandes plantas mecanizadas para la depuración de moluscos bivalvos en Italia	3
Figura 3.1:	Diagrama de la circulación del agua de mar a través de un tanque cargado en un sistema de recirculación	18
Figura 5.1:	Ejemplo de la disposición de una instalación de depuración a pequeña escala	26
Figura 5.2:	Ejemplo de la disposición de una instalación de depuración a gran escala	26
Figura 5.3:	Interior de una planta de depuración de gran tamaño en China	27
Figura 5.4:	Diseño estándar del sistema a pequeña escala de tanque poco profundo	28
Figura 5.5:	Diseño estándar de cajas apiladas verticalmente	28
Figura 5.6:	Ejemplo de cajas apropiadas para su utilización en un tanque de depuración	29
Figura 5.7:	Circulación del agua de mar en un sistema abierto	30
Figura 5.8:	Circulación del agua de mar en un sistema cerrado	31
Figura 5.9:	Caudalímetro longitudinal utilizado en un sistema de depuración	32
Figura 5.10:	Unidad mixta de calefacción y refrigeración para uso en un sistema de pequeña escala de diseño estándar	33
Figura 6.1:	Tanque de sedimentación empleado para la clarificación de agua de mar	36
Figura 6.2:	Filtro de arena bajo presión en un sistema de depuración	37
Figura 6.3:	Unidad de UV instalada en un sistema a pequeña escala de tanques poco profundos	37
Figura 6.4:	Dos unidades de UV incluidas en una planta de depuración a gran escala	38
Figura 6.5:	Electrolizador con caudalímetro para la depuración de ostras	40
Figura 8.1:	Sistema mecánico de carga y descarga de tanques	46
Figura 8.2:	Ejemplo de un kit para la medición de ozono	48
Figura 9.1:	Mesa de clasificación y envasado	52
Figura 9.2:	Clasificación y envasado de bivalvos después de la depuración	53
Figura 9.3:	Etiquetas en el envase de productos depurados	53
Figura 11.1:	Secuencia lógica para la aplicación del sistema de HACCP	61
Figura 11.2:	Ejemplo de un diagrama de flujo de depuración de moluscos bivalvos	62
Figura 11.3:	Árbol de decisiones para la identificación de puntos críticos de control	64
Figura 11.4:	Depuración y envasado de moluscos claramente etiquetados para la trazabilidad ..	70

Lista de cuadros

Cuadro 1.1:	Depuración en países seleccionados (a diciembre de 2006)	2
Cuadro 2.1:	Peligros asociados con el consumo de moluscos bivalvos	6
Cuadro 2.2:	Causas microbianas de enfermedades asociadas a los moluscos bivalvos	7
Cuadro 2.3:	Criterios para la clasificación de zonas de producción de moluscos en la UE	11
Cuadro 2.4:	Criterios de clasificación de zonas de producción y recolección de moluscos del programa sanitario nacional de los Estados Unidos	12
Cuadro 3.1:	Límites mínimos de salinidad recomendados o especificados.....	16
Cuadro 3.2:	Límites de temperatura recomendados o especificados para la depuración	16
Cuadro 5.1:	Capacidad y velocidad de circulación para los sistemas de depuración de diseño estándar	28
Cuadro 5.2:	Velocidades mínimas de circulación especificadas en el Reino Unido para sistemas de diseño estándar	32
Cuadro 6.1:	Comparación de tres sistemas de desinfección de agua	35
Cuadro 8.1:	Máxima profundidad de las cajas estipulada en el Reino Unido, para distintas especies de moluscos bivalvos	45
Cuadro 8.2:	Cargas máximas estipuladas en el Reino Unido para sistemas de diseño estándar	46
Cuadro 10.1:	Criterios del programa sanitario nacional de los Estados Unidos para la verificación del rendimiento de una planta de depuración	56
Cuadro 11.1:	Plan de HACCP para la depuración de moluscos bivalvos	71
Cuadro 11.2:	Control de los moluscos bivalvos en el momento de la recepción	72
Cuadro 11.3:	Control de los moluscos bivalvos en el momento de la depuración	72
Cuadro 11.4:	Almacenamiento de los moluscos bivalvos en el momento de la depuración	72
Cuadro 11.5:	Formulario de las acciones correctivas	72
Cuadro 12.1:	Problemas frecuentes en los sistemas de depuración y causas asociadas	74

Agradecimientos

Los autores desean expresar su gratitud a los expertos que han contribuido a la preparación de esta publicación técnica. Se agradece especialmente a las siguientes personas que han aportado información sobre las prácticas de depuración y procesos de aprobación en sus respectivos países. Desde la República Popular de China – Dr. Qinglin Qiao (Eastern China Sea Fisheries Research Institute); Francia – Sr. Jean-Claude le Saux (Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer); Italia – Dr. Patrizia Serratore (Università di Bologna); Japón – Dr. Mamuro Yoshimizu (Hokkaido University); Malasia – Dr. Aileen Tan Shau-Hwai (Universiti Sains Malaysia); Marruecos – Dr. Laila Bensmail (Institut national de la recherche halieutique); Países Bajos – Sr. Marnix Poelman (Netherlands Institute for Fisheries Research); Filipinas – Dr. Rogelio Gacutan (retirado del Southeast Asian Fisheries Development Center/Aquaculture Department) y Dr. Dalisay de Guzman Fernandez (Philippine Council for Aquatic and Marine Research Development); Tailandia – Dr. Wenresti G. Gallardo (Asian Institute of Technology) y Sra. Jintana Nugranad (Coastal Aquaculture Development Center, Prachuap Khiri Khan); Túnez – Dr. Medhioub Mohamed Néjib (Institut national des sciences et technologies de la mer) y Sr. Hichem Ben Jannet (Direction générale des services vétérinaires); Portugal – Sr. Rui Cachola (Instituto Nacional de Investigação Agrária e das Pescas); Reino Unido – Dra. Susanne Boyd (Food Standards Agency, Irlanda del Norte), Sr. Michael Gubbins (Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science) y Sra. Lorna Murray (Food Standards Agency, Escocia); Estados Unidos de América – Dr. Walter Canzonier (Aquarius Associates) y Dr. William Watkins (US Food and Drug Administration).

Los autores también desean agradecer al Dr. Karunasagar Iddya, Oficial superior de industrias pesqueras (garantía de calidad), Servicio de Productos, Comercio y Mercadeo (FIPM) y al Dr. Melba Reantaso, Oficial de Acuicultura, Servicio de Acuicultura (FIRA), Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO, por su asesoramiento técnico y revisión del documento. La contribución técnica ha estado a cargo del Sr. David James (retirado del Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO), el Dr. Henri Loréal (anteriormente en la FAO y actualmente en el Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer) y la Dra. Sandra E. Shumway (University of Connecticut, Estados Unidos de América).

La Sra. Tina Farmer y la Sra. Françoise Schatto, del Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO también contribuyeron a la producción final de este documento. La traducción de este manual técnico del inglés al español ha sido realizada por la Sra. Clara Guelbenzu y la Sra. Marie-Louise Tall y la revisión por el Dr. Bernardo Basurco. El diseño gráfico de la publicación ha sido realizado por D. José Luis Castilla Civit.

Siglas

ABE	Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno
AD	Ácido domoico
Agar M-TEC	Agar para filtro de membrana termotolerante a <i>E. coli</i>
Agar TBG	Agar Triptófano Bilis Glucorónido
AOAC	Association of Analytical Communities
ARN	Ácido Ribonucleico
ASP	Toxina amnésica de los moluscos
ATCC	Colección Americana de Cultivos Tipo
AZP	Azaspirácido
BP	Farmacopea Británica
BPC	Bifenilos policlorados
CAC o CCA	Comisión del Codex Alimentarius
CAC/GL	Comisión del Codex Alimentarius/Directrices generales
CAC/RCP	Comisión del Codex Alimentarius/Códigos de prácticas recomendados
CCMAS	Comisión del Codex sobre Métodos de Análisis y Toma de Muestras
CE	Comisión Europea
CEFAS	Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science
CF	Coliforme fecal
DFD	Dietil fenilendiamina
DNPC	Demasiado numerosas para contar
DSP	Toxina diarreica de los moluscos
EDTA	Ácido etilendiaminotetracético
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FCVF	<i>Calicivirus felino</i>
GBP	Libra Británica
GE	Gravedad específica
GRP	Plástico reforzado con fibra de vidrio
HACCP	Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control
HAP	Hidrocarburos aromáticos polinucleares
HMSO	Her Majesty's Stationery Office (Reino Unido)
IC	Iminas Cíclicas
IFREMER	Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Francia)
INRH	Institut National de Recherche Halieutique (Marruecos)
IPIMAR	Instituto de Investigaçao das Pescas e do Mar (Portugal)
IPNIAP	Instituto Nacional de Investigaçao Agraria e das Pescas (Portugal)
ISO	Organización Internacional para la Normalización
LCR	Laboratorio Comunitario de Referencia
MMGB	Caldo de Glutamato Modificado con Minerales
MRC	Material de Referencia Certificado
NCTC	Colección nacional de cultivos tipo
NLV	Virus de tipo «Norwalk»
NMP	Número más probable
NSP	Toxina neurotóxica de los moluscos

NSSP	Programa sanitario nacional de moluscos bivalvos de los Estados Unidos de América.
OMS	Organización Mundial de la Salud de las Naciones Unidas
PCC	Puntos Críticos de Control
PCD	Puntos de Corrección de Defectos
PCTE	Programa de control de la toxicidad de efluentes
PEAD	Polietileno de alta densidad
PSP	Toxina paralizante de los moluscos
PTX	Pectenotoxinas
PVC	Cloruro de polivinilo
RFID	Identificación por radiofrecuencia
RIVO	Institute for Fisheries Research (Países Bajos)
SRSV	Pequeños virus redondos estructurados
STX	Saxitoxina
UE	Unión Europea
UNT	Unidades Nefelométricas de Turbidez
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América
USFDA	Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos de América
UV	Ultravioleta
UVPS	Suministro de energía ultravioleta
W	Vatio
YTX	Yesotoxinas

Glosario

Acuicultura	En lo referente a este manual, acuicultura se refiere a la cría desde su fase juvenil bajo condiciones controladas.
Agua limpia	Agua de cualquier origen en que la contaminación microbiológica, sustancias nocivas o plancton tóxico no estén presentes en cantidades que puedan afectar a la calidad sanitaria de pescado, mariscos y sus productos (<i>Codex Alimentarius</i> . Código de Prácticas).
Agua potable	Agua de calidad suficiente para que se pueda beber de una manera segura, independientemente de que se use para ese u otro fin. Debe al menos cumplir con las guías de la OMS (OMS, 2004) y puede ajustarse a los requerimientos de las legislaciones locales.
Análisis de peligros	Proceso de acopio y evaluación de información sobre los peligros, y sobre las condiciones que dan lugar a su presencia, para decidir cuáles de ellos son significativos para la inocuidad de un alimento y por consiguiente deben tenerse en cuenta en el plan de HACCP.
Ciclo de depuración	Proceso de depuración desde el punto en el que se realiza la inmersión en agua salada y todas las condiciones para el proceso de depuración están en el rango correcto hasta el momento en que la depuración termina, por ejemplo en el vaciado de los tanques. Si las condiciones se desvían del rango correcto, debe identificarse el ciclo en cuestión y comenzarse de nuevo al objeto de que se complete la depuración.
Clasificación de las áreas de producción y recolección de moluscos bivalvos	Un sistema para la clasificación de las zonas de producción y recolección, basado en los niveles de un indicador bacteriano en el agua salada (en los Estados Unidos usando los coliformes fecales) o en los mismos moluscos (en la UE usando la <i>E. coli</i>).
Clasificación y descarte	Proceso de separar moluscos (u otras especies) muertos o rotos de los vivos e intactos.
Coliforme	Bacteria gram negativa, anaerobia facultativa, con forma de bastoncillo, que fermenta la lactosa a 37°C produciendo ácido y gas. Las bacterias de este género se encuentran principalmente en el intestino de los animales de sangre caliente, pero también en la naturaleza (por ejemplo, en material vegetal y suelos).
Coliformes fecales	Coliformes (véase anteriormente) que pueden producir sus reacciones características (por ejemplo, produciendo ácido a partir de la lactosa) a 44°C al igual que a 37°C y gas). Normalmente, pero no exclusivamente, están asociadas al tracto gastrointestinal de mamíferos y aves.
Controlado	Condición obtenida por cumplimiento de los procedimientos y de los criterios marcados.

Controlar	Adoptar todas las medidas necesarias para asegurar y mantener el cumplimiento de los criterios establecidos en el plan de HACCP.
Desviación	Situación existente cuando se incumple un límite crítico.
Diagrama de flujo	Representación sistemática de la secuencia de fases u operaciones llevadas a cabo en la producción o elaboración de un determinado producto alimenticio.
Distribución log-normal	Una distribución log-normal es aquella en que el logaritmo de sus valores tiene una distribución normal en curva de campana. Los datos de vigilancia ambiental para muchas bacterias siguen una distribución log-normal.
<i>Escherichia coli</i>	Especie de bacteria, miembro del grupo de los coliformes fecales (véase más adelante). Está más específicamente asociada al tracto gastrointestinal de mamíferos y aves que otros miembros del grupo de los coliformes fecales. Tradicionalmente, la <i>E. coli</i> produce indol a partir de triptófano a 44°C. Actualmente, se identifica basándose en la detección de la actividad de la β -glucoronidasa.
Fase	Punto, procedimiento, operación o etapa de la cadena alimentaria, incluidas las materias primas, desde la producción primaria hasta el consumo final.
Límite crítico	Criterio para distinguir entre aceptabilidad e inaceptabilidad.
Lote - depurado	Moluscos que se han depurado en un mismo ciclo de un mismo sistema de depuración.
Lote - recolectado	Moluscos recolectados en el mismo día y de la misma área (si la clasificación fuera necesaria, de la misma clase).
Media geométrica	La media geométrica de una serie de n números es la raíz enésima del producto de esos números. Se calcula frecuentemente obteniendo la media de los logaritmos de los números y tomando el antilogaritmo de esa media. Se suele usar para describir los valores típicos de una serie de datos asimétricos como los de una distribución normal logarítmica (véase anteriormente).
Medida correctiva	Toda medida que haya de adoptarse cuando los resultados de la vigilancia en los PCC indiquen una pérdida de control.
Medida de control	Toda acción o actividad que pueda utilizarse para evitar o eliminar un peligro para la inocuidad del alimento o reducirlo a un nivel aceptable. En este manual, las medidas de control se aplican también a los defectos.
Molusco bivalvo	Moluscos de agua salada o agua dulce pertenecientes a la clase Pelecypoda (anteriormente Bivalvia or Lamellibranchia), que tienen el cuerpo comprimido lateralmente, con una concha de dos valvas unidas por una charnela, y con branquias para respirar. Este grupo incluye, entre otros, las almejas, berberechos, ostras y mejillones.
Moluscos bivalvos vivos	Moluscos bivalvos que están vivos justo antes de su consumo.

Norovirus	Norovirus es un género de virus ARN pequeño, de 27 a 32 nm de diámetro causante de la mayoría de los brotes de gastroenteritis no bacteriana. Anteriormente conocidos como pequeños virus redondos estructurados (SRSV, por sus siglas en inglés) o virus de tipo «Norwalk» (NLV, por sus siglas en inglés).
Percentil	El percentil de una serie de observaciones (medidas) es el valor para el que un porcentaje p de tales datos es igual o inferior a dicho valor. Así, un percentil de 90 es el valor dentro del cual entrarían el 95% de las observaciones.
Plan de HACCP	Documento preparado de conformidad con los principios del sistema de HACCP, de tal forma que su cumplimiento asegura el control de los peligros que resultan significativos para la inocuidad de los alimentos en el segmento de la cadena alimentaria considerado.
Punto crítico de control (PCC)	Punto en el que es posible efectuar un control esencial para prevenir o eliminar un peligro para la inocuidad del alimento o reducirlo a un nivel aceptable.
Reinstalación	Traslado de los moluscos bivalvos de una zona de cría contaminada microbiológicamente a una zona de cría o de estabulación aceptable bajo la supervisión del organismo competente, y su mantenimiento en dicha zona durante el tiempo necesario para reducir la presencia de contaminantes a un nivel aceptable para el consumo humano.
Riesgo/peligro	Agente biológico, químico o físico presente en el alimento, o bien condición en que éste se halla, que puede causar un efecto adverso para la salud.
Sistemas de análisis de peligros y de puntos críticos de control (HACCP)	Sistema que permite identificar, evaluar y controlar los peligros significativos para la inocuidad de un alimento.
Validación	Obtención de datos que indican que los elementos del plan de HACCP son eficaces.
Verificación	Aplicación de métodos, procedimientos, pruebas u otras evaluaciones, además de la vigilancia, para constatar el cumplimiento del plan de HACCP.
Vigilar	Llevar a cabo una secuencia planificada de observaciones o mediciones de los parámetros elegidos para determinar si un PCC está bajo control.
Virus de la Hepatitis A	Virus de aproximadamente 28 nm de diámetro con ARN como ácido nucleico, que se transmite por vía fecal-oral y aunque la mayoría de las infecciones son inaparentes o episodios de leve fiebre, puede causar inflamación del hígado que resulte en ictericia.
Zona de producción	Las partes del territorio marítimo, lagunero o estuarios donde se encuentren bancos naturales de moluscos bivalvos, o lugares en que se cultiven y recolecten moluscos bivalvos vivos.

- Zona de reinstalación** Las partes del territorio marítimo, lagunero o estuarios, claramente delimitadas y señalizadas por boyas, postes o cualquier otro material fijo, exclusivamente destinadas a la depuración natural de moluscos bivalvos vivos.
- Zonas de cría** Zonas de aguas marinas o salobres aprobadas para la producción o la recolección de moluscos bivalvos destinados al consumo humano, ya sea por desarrollo natural o por acuicultura. Las zonas de cría pueden ser aprobadas como zonas de producción o de recolección de moluscos bivalvos para el consumo directo, o pueden ser aprobadas como zonas de producción o recolección para moluscos bivalvos, ya sea para purificación o reinstalación.

Capítulo 1

Introducción

En este manual, el término molusco se referirá de manera general a moluscos y moluscos bivalvos, y en este contexto no incluirá ni a cefalópodos, crustáceos o gasterópodos.

La depuración (purificación) es una técnica aplicada en muchas partes del mundo para eliminar los contaminantes microbianos de aquellos moluscos bivalvos que estén ligeramente o moderadamente contaminados, poniéndolos en tanques de agua de mar limpia para que lleven a cabo su actividad normal de bombeo durante un período de tiempo que puede variar desde unas horas hasta varios días (véase el Capítulo 3 para más detalles). Normalmente la depuración se lleva a cabo por exigencias de la legislación internacional, nacional o local, pero también se aplica como iniciativa de la industria para proteger a sus consumidores, o para demostrar la diligencia debida o satisfacer los requisitos legales de otros países o regiones a los que se vaya a exportar.

En Europa se cuenta con una larga experiencia en la utilización de este proceso para superar los problemas causados por la contaminación fecal de zonas de cría de moluscos bivalvos provocada por la gran concentración de población existente en las zonas costeras y debida asimismo a las prácticas ganaderas extensivas. Aunque en los Estados Unidos de América. existe también una larga tradición de depuración, la mayor disponibilidad de aguas costeras en un estado relativamente prístino ha hecho que los esfuerzos se concentren más en la cría de moluscos en esas zonas en lugar de eliminar la contaminación una vez recolectados. La depuración también se ha practicado de manera relativamente común en Australia y Japón, y en menor medida en Nueva Zelanda. En general, los moluscos que se comercializan en muchas otras partes del mundo no son objeto de requisitos higiénicos específicos, por lo que la depuración en esas zonas no se ha aplicado.

El objeto de este manual es orientar a la industria sobre la construcción y el funcionamiento de los sistemas de depuración así como los aspectos del seguimiento del proceso de depuración. Los aspectos principales que inciden en la efectividad de la depuración son el diseño del propio sistema, la calidad del agua de mar que se emplea, y la forma de gestionar el sistema y procesos adjuntos además de proveer las condiciones fisiológicas adecuadas para los moluscos bivalvos durante un período de tiempo suficiente. También se examinan todos estos factores, e identifican los correspondientes requisitos legales en diferentes países. La publicación se centra en los requisitos de la Unión Europea (UE) y de los Estados Unidos porque estos dos bloques comerciales suelen condicionar muchos de los controles que se aplican en otros países que quieren exportar moluscos a esas regiones.

Aunque la depuración se basa en la provisión de las condiciones fisiológicas correctas para que los moluscos puedan llevar a cabo su actividad de bombeo, la efectividad máxima de la eliminación de la carga microbiana, especialmente en el caso de los virus, se produce en un rango más estrecho que en el que se da esta actividad. Los límites en cuanto a variables como la temperatura y el oxígeno disuelto que se indican en la bibliografía o que estipulan las entidades reguladoras no son suficientes para eliminar los patógenos de manera óptima. Por ejemplo, se sabe que la depuración de virus en el ostión japonés (*Crassostrea gigas*) es mucho más efectiva a 18°C que a 8°C en los países templados del norte.

La depuración tan solo eliminará niveles bajos y moderados de contaminantes microbianos y no se puede emplear en moluscos muy contaminados. Hay también limitaciones que se refieren a los tipos de microbios que pueden eliminarse satisfactoriamente a través de estos procesos.

En general, el mejor planteamiento para la producción segura de moluscos es el cultivo y recolección en zonas donde el agua no es objeto de contaminaciones fecales (zonas aprobadas bajo el sistema de los Estados Unidos y zonas clase A en el sistema de la UE; véase la Sección 2.3). El uso de la depuración, además de la cría en zonas limpias, garantizará un bajo nivel de riesgo de enfermedades por contaminación fecal, tal y como se conseguiría con una buena cocción.

Otras consideraciones que hay que tener en cuenta para la producción segura de moluscos bivalvos son la presencia de vibrios patógenos que se dan de manera natural, biotoxinas asociadas al fitoplancton, y contaminantes químicos como metales pesados y productos químicos orgánicos. Estos últimos contaminantes se considerarán brevemente en la Sección 3.

El Cuadro 1.1 resume información general sobre el alcance y la naturaleza de la depuración llevada a cabo en una serie de países.

Cuadro 1.1: Depuración en países seleccionados (a diciembre de 2006)				
País	Número estimado de plantas autorizadas	Principales especies depuradas	Tipo de sistema	Tipo de desinfección del agua de mar
China	7	Almejas y ostras	Recirculación; Sistema abierto	UV; ozono
Francia	1 422	<i>Crassostrea gigas</i> ; <i>Mytilus edulis</i> ; <i>Mytilus galloprovincialis</i> ; <i>Ostrea edulis</i> ; <i>Cerastoderma edule</i> ; <i>Ruditapes decussatus</i> ; <i>Tapes philippinarum</i>	Estático; Recirculación; Sistema abierto	UV; ozono; cloro; aireación
Irlanda	20	<i>Crassostrea gigas</i> ; <i>Mytilus edulis</i> ; <i>Ostrea edulis</i>	Recirculación	UV; agua de pozo
Italia	114	<i>Tapes philippinarum</i> ; <i>Mytilus galloprovincialis</i> ; <i>Chamelea gallina</i>	Recirculación; Sistema abierto	UV; ozono; cloro
Malasia	2	<i>Crassostrea iredalei</i> ; <i>Crassostrea belcheri</i>	Recirculación	UV
Marruecos	2	<i>Crassostrea gigas</i> ; <i>Ruditapes decussatus</i> ; <i>Mytilus galloprovincialis</i> ; <i>Perna perna</i>	Estático; Recirculación	UV; cloro
Países Bajos	10	<i>Mytilus edulis</i> ; <i>Crassostrea gigas</i> ; <i>Ostrea edulis</i>	Recirculación; Sistema abierto	UV o no desinfectado
Filipinas	1	<i>Crassostrea iredalei</i> ; <i>Perna viridis</i>	Estático; Sistema abierto	UV; ozono; cloro; PVP-yodo
Portugal	22	<i>Ruditapes decussatus</i> ; <i>Ostrea</i> spp.; <i>Crassostrea angulata</i> ; <i>Mytilus</i> spp.	Estático; Recirculación; Sistema abierto	UV; cloro
Reino Unido	82	<i>Mytilus</i> spp.; <i>Crassostrea gigas</i> ; <i>Ostrea edulis</i> ; <i>Tapes philippinarum</i> ; <i>Ruditapes decussatus</i> ; <i>Cerastoderma edule</i>	Recirculación; Sistema abierto	UV
Japón	>1000	Ostras y vieiras	Estático; Recirculación; Sistema abierto	UV; ozono; cloro; electrolización
España – Galicia	60	Mejillones, almejas, berberechos; ostras	Recirculación; Sistema abierto	Cloro

El objetivo principal de este manual es aportar información a los miembros actuales y futuros de la industria de los moluscos bivalvos que no tienen experiencia en esta práctica pero que contemplan la posibilidad de instalar una planta de depuración (Figura 1.1). Sin embargo, también puede resultar de utilidad para aquellas personas del sector que no conozcan toda la variedad de sistemas y prácticas existentes. Además, se pretende proveer información básica a los responsables de pesca y salud pública que tratan con la industria de los moluscos bivalvos.



AQUA&CO SRL, ITALIA



ALESSANDRO LOVATELLI (FAO)

Figura 1.1: Vista del interior de dos grandes plantas mecanizadas para la depuración de moluscos bivalvos en Italia

Capítulo 2

¿Por qué depurar?

2.1 ENFERMEDADES RELACIONADAS CON LOS MOLUSCOS BIVALVOS	6
2.2 ¿QUÉ ESPECIES NECESITAN DEPURARSE?	9
2.3 REQUISITOS LEGALES	10
2.4 BIOSEGURIDAD	13

En un contexto mundial, los principales peligros asociados al consumo de moluscos se derivan de la contaminación microbiológica de las aguas donde se crían, sobre todo cuando los moluscos bivalvos se destinan al consumo en crudo. Dado que son filtradores, los moluscos concentran contaminantes a un nivel muy superior al de su entorno acuático. La contaminación de bacterias y virus en las zonas de cría determina, por tanto, el tratamiento al que deben someterse los moluscos bivalvos con el fin de eliminar o reducir estos riesgos antes de su consumo. Muchos de estos patógenos, como los virus que provocan gastroenteritis y hepatitis infecciosa o las bacterias que causan fiebre tifoidea, están relacionados normalmente con una contaminación por aguas fecales humanas. Otros, como las bacterias que causan gastroenteritis (*Salmonellae* y *Campylobacter* no tifoideas), pueden estar asociados a aguas fecales humanas o animales. Estas últimas también pueden contaminar las zonas de cultivo de moluscos a través de las escorrentías en los períodos de lluvia.

Otros peligros están relacionados con organismos que están presentes de forma natural en el medio marino. Éstos incluyen infecciones debidas a bacterias *Vibrio* marinos patógenos y biotoxinas producidas por ciertas algas unicelulares que pueden causar distintas formas de intoxicación como por ejemplo la toxina paralizante de los moluscos (PSP), la toxina neurotóxica de los moluscos (NSP), la toxina amnésica de los moluscos (ASP) o la toxina diarreica de los moluscos (DSP).

Los contaminantes químicos, como los metales pesados, plaguicidas, organoclorados o sustancias petroquímicas, constituyen un peligro potencial en algunas zonas. Sin embargo, no existen pruebas, ni en informes epidemiológicos ni en la literatura científica, de que las enfermedades provocadas por el consumo de moluscos contaminados con sustancias químicas constituyan un problema significativo.

Para identificar y controlar los peligros, la identificación y vigilancia de las zonas de cultivo son muy importantes. Para ello, los indicadores bacterianos de contaminación fecal como los coliformes fecales o la *Escherichia coli*, ayudan a evaluar el riesgo de la presencia de patógenos bacterianos y víricos. La utilización de *E. coli* se está extendiendo cada vez más y se considera un indicador más específico de contaminación fecal. La vigilancia para determinar el riesgo asociado a la presencia de biotoxinas puede basarse en una evaluación de la presencia de las algas que producen las toxinas, una estimación directa de las propias biotoxinas en los moluscos, o en ambas. La vigilancia de los moluscos también puede llevarse a cabo para los contaminantes químicos.

Cuadro 2.1: Peligros asociados con el consumo de moluscos bivalvos		
Tipo de peligro	Contaminante	
Infecciones	Bacterias	<i>Salmonella</i> spp., <i>Shigella</i> spp., <i>Vibrio parahaemolyticus</i> , <i>Vibrio vulnificus</i> , <i>Vibrio cholerae</i> , <i>Campylobacter</i> spp., <i>Listeria monocytogenes</i>
	Virus	Norovirus, virus de la hepatitis A
Intoxicaciones	Químicas	Metales pesados: Mercurio (Hg), Cadmio (Cd), Plomo (Pb). Orgánicos: Dioxinas, Bifenoles policlorados (PCB), Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH), plaguicidas
	Biotoxinas	Toxina paralizante de los moluscos (PSP), toxina diarreaica de los moluscos (DSP), toxina amnésica de los moluscos (ASP), neurotoxina de los moluscos (NSP)

Se puede reducir el riesgo de contraer una enfermedad microbiana por haber consumido moluscos recolectados en aguas con niveles bajos de contaminación microbiológica si éstos se reinstalan en una zona menos contaminada o se depuran en tanques de agua de mar limpia, o combinando ambos métodos. La depuración por sí sola tiene un efecto limitado sobre la reducción de los niveles de virus y vibrios marinos en los moluscos y no es apropiada para los moluscos recolectados en zonas más contaminadas ni de zonas contaminadas por hidrocarburos, metales pesados, plaguicidas o biotoxinas. Según la práctica actual, la efectividad del proceso en la eliminación de virus y vibrios marinos es limitada. En el Cuadro 2.1 se indican los principales peligros asociados al consumo de moluscos bivalvos.

2.1 ENFERMEDADES RELACIONADAS CON LOS MOLUSCOS BIVALVOS

Se conoce desde hace varios siglos la relación que existe entre la gastroenteritis y el consumo de moluscos bivalvos. El Cuadro 2.2 presenta una relación de los microbios implicados en estas enfermedades, muchos de los cuales están relacionados con la contaminación fecal de las zonas de cría de los moluscos bivalvos. En muchos países desarrollados de clima templado, la gastroenteritis vírica debida al Norovirus es la enfermedad más común asociada al consumo de moluscos bivalvos, aunque en los Estados Unidos se produce un número significativo de infecciones por *vibrios* patógenos como *V. parahaemolyticus* y *V. vulnificus*. El Norovirus causa una infección autolimitante que tiene un período de incubación de aproximadamente 12–48 horas (con una media de más de 36 horas) que normalmente dura entre 12 y 60 horas (con una media de 48 horas) y de la que los afectados normalmente se recuperan sin padecer secuelas duraderas. Los síntomas principales son náuseas, vómitos, calambres abdominales y diarreas. Aunque la gastroenteritis vírica generalmente es una enfermedad leve, con una tasa de mortalidad de alrededor del 0,1% (siendo la mayor parte de los casos mortales personas muy jóvenes o muy mayores), el gran número de casos que se producen en la comunidad cada año lo convierte en una enfermedad importante con cierta carga financiera sobre los países. En la mayoría de los casos la enfermedad se propaga de persona a persona y la naturaleza de los sistemas de notificación de las enfermedades dificulta el cálculo de la proporción que se debe a transmisión por alimentos tales como los moluscos. Tampoco está claro hasta qué punto pueden afectar los casos secundarios a personas que han estado en contacto con enfermos que han consumido moluscos.

En algunos países, la hepatitis A es también un problema importante. Por ejemplo, en Italia se ha estimado que hasta el 70% de los casos se pueden relacionar con el consumo de moluscos, y además se ha visto que el cocinado de almejas en restaurantes y en el domicilio es sólo parcialmente efectivo a la hora de reducir el riesgo de la enfermedad. El período de incubación dura de 2 a 6 semanas (con una media de 4 semanas), pero las secuelas pueden durar varios meses. Los síntomas principales son fiebre, dolor de

Cuadro 2.2: Causas microbianas de enfermedades asociadas a los moluscos bivalvos

Microorganismo	Período de incubación	Duración	Cuadro clínico	Fuente principal de contaminación de los moluscos
Bacterias				
<i>Salmonella typhi</i> y <i>S. paratyphi</i>	<i>Typhi</i> : 1–3 semanas <i>Paratyphi</i> : 1–10 días. Otra fuente: 7 a 28 días, media 14 días	<i>Typhi</i> : hasta 4 semanas <i>Paratyphi</i> : 2–3 semanas	Malestar, dolor de cabeza, fiebre, tos, náuseas, vómitos, estreñimiento, dolor abdominal, escalofríos, erupción cutánea, sangre en heces	Heces humanas / aguas residuales
Otras <i>Salmonella</i>	6 a 72 horas, media 18 a 36 horas	4–7 días	Dolor abdominal, diarrea, escalofríos, fiebre, náuseas, vómitos, malestar	Heces humanas / aguas residuales o estiércol de aves / purines
<i>Campylobacter</i>	2 a 7 días	3–6 días	Diarrea (a menudo con sangre), fuerte dolor abdominal, fiebre, anorexia, malestar, dolor de cabeza, vómitos	Estiércol de animales o aves / purines
<i>Shigella</i>	24 a 72 horas	5–7 días	Dolor abdominal, diarrea, sangre y mucosa en heces, fiebre	Heces humanas / aguas residuales
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	2 a 48 horas, media 12 horas	2–14 días (media 2,5)	Dolor abdominal, diarrea, náuseas, vómitos, fiebre, escalofríos, dolor de cabeza	Medio marino
<i>Vibrio vulnificus</i>	16 horas media < 24 horas	2–3 días	Malestar, escalofríos, fiebre, prostración, lesiones cutáneas, mortalidad	Medio marino
<i>Vibrio cholerae</i> serotipos O1 y O139	1–5 días, normalmente 2–3 días	2–5 días	Diarrea abundante y acuosa, heces en «agua de arroz», vómitos, dolor abdominal, deshidratación	Heces humanas / aguas residuales
<i>Vibrio cholerae</i> no-O1/no O139	2 a 3 días	Hasta 1 semana	Diarrea acuosa (desde heces sueltas a diarrea secretoria)	Medio marino
Virus				
Norovirus	1–3 días, media 36 horas	20 a 72 horas	Diarrea, náuseas, vómitos, dolor abdominal, calambre abdominal	Heces humanas / aguas residuales
Hepatitis A virus	10 a 50 días media 25 días	10 a 30 días 10% de personas infectadas presentarán síntomas prolongados o tendrán recaídas durante un período de 6–9 meses	Fiebre, malestar, lasitud, anorexia, náusea, dolor abdominal, ictericia	Heces humanas / aguas residuales
Astrovirus ¹	1 a 2 días	48 a 72 horas	Diarrea, a veces acompañada de uno o más síntomas entéricos	Heces humanas / aguas negras

¹ Sólo se ha descrito un pequeño número de infecciones por astrovirus relacionadas con moluscos.

cabeza, náuseas, vómitos, diarreas, dolor abdominal e ictericia. Aunque los efectos son más graves y duran más que los del Norovirus, el número de casos mortales sigue siendo relativamente bajo con un 0,2% aproximadamente.

La *Salmonella* spp. que causa la fiebre tifoidea y la fiebre paratifoidea contamina los moluscos a través de las heces humanas, incluidas las aguas fecales, cuando en una población local hay personas que excretan bacterias, bien en casos clínicos o de portadores. Las otras especies que causan gastroenteritis están asociadas tanto a heces humanas como animales. Las infecciones por *Salmonella* spp. relacionadas con los

moluscos suponían un problema significativo en Europa y en América del Norte pero ahora son menos frecuentes, debido en parte a las mejoras generales en la sanidad pública, que han logrado reducir la incidencia de la fiebre tifoidea y paratifoidea en la comunidad, así como el riesgo de las bacterias causantes que contaminan a los moluscos a través de las aguas fecales. Otro factor de éxito se debe a la eficacia de los controles sanitarios efectuados hoy en día en la producción de moluscos. En estos países todavía se dan algunos casos de gastroenteritis por *Salmonella* relacionada con el consumo de moluscos bivalvos cuando algunas personas recolectan moluscos bivalvos para consumo propio y también cuando se venden sin haber cumplido todos los controles sanitarios. Es probable que en los países subtropicales y tropicales estas bacterias aún provoquen gran número de brotes de enfermedades asociadas a los moluscos, pero los sistemas de notificación de casos de enfermedades suelen ser limitados por lo que el alcance del problema es difícil de conocer en estos países. Se han notificado infecciones intestinales bacterianas causadas por *Shigella* spp. y *Campylobacter* spp. relacionadas con el consumo de moluscos en los Estados Unidos pero no en Europa, sin haberse encontrado todavía una explicación para esta diferencia.

Vibrio spp. patógenos. Existe cierto número de especies de *Vibrio* que provocan enfermedades relacionadas con el consumo de moluscos. Los dos más importantes en términos de número de infecciones o mortalidad son *Vibrio parahaemolyticus* y *Vibrio vulnificus*. La mayoría de estos vibrios se encuentran de forma natural en medios costeros y estuarios y no están asociados a contaminaciones fecales. Los tipos de *Vibrio cholerae* que provocan el cólera epidémico están normalmente relacionados con contaminaciones fecales humanas aunque algunas cepas de estos tipos y de los que causan gastroenteritis no colérica, pueden ocurrir de forma natural en el medio marino. Se ha comprobado que si se enfrían los moluscos tan pronto como sea posible después de la recolección y se mantienen a bajas temperaturas (a 10°C o menos) se impide la multiplicación de vibrios patógenos a altos niveles. En zonas del mundo susceptibles a este tipo de problemas, se pueden efectuar controles sobre las condiciones de recolección y del posterior transporte y sobre el tratamiento poscosecha (pasteurización, tratamiento de alta presión, congelación o radiación) durante los meses de verano cuando el riesgo es mayor.

Vibrio parahaemolyticus causa gastroenteritis. Durante muchos años ha sido la causa más notificada de intoxicación alimentaria en Japón donde se le relaciona con el consumo de pescado y otros moluscos crudos. También se han notificado enfermedades con presencia del organismo en otras partes de Asia y de los Estados Unidos, Canadá, África y el Sur de Europa, aunque pueden darse casos importados en cualquier lugar. Fuera de Japón, a menudo las infecciones se asocian con el consumo de ostras crudas aunque también se han citado casos de crustáceos poco cocinados o con una contaminación cruzada. Los síntomas principales son náuseas, vómitos, diarreas, calambres abdominales y fiebre. El período de incubación es de 4 a 96 horas (con una media de 15) y la duración media de la enfermedad es de 2,5 días. No todas las cepas de *V. parahaemolyticus* son patógenas y la mayoría de las cepas que se encuentran en el medioambiente y en los moluscos no causan gastroenteritis. La patogenicidad de una cepa depende de la presencia de genes específicos, por lo que es necesario realizar pruebas moleculares específicas que confirmen que el aislado de un molusco puede ser capaz de causar una enfermedad. Se ha completado una evaluación a nivel internacional de riesgos (FAO/Organización Mundial de la Salud) de *V. parahaemolyticus* en ostras y se espera que el documento se publique en breve.

Vibrio vulnificus puede infectar heridas si éstas entran en contacto con el agua de mar o superficies contaminadas por el organismo. También puede causar septicemia primaria cuando el organismo penetra en el cuerpo a través del tracto intestinal, normalmente

después de comer ostras contaminadas, e infecta el torrente sanguíneo. Tanto las heridas infectadas como las septicemias primarias pueden ser mortales con una tasa de mortalidad en la primera del 7 al 25% y en la segunda de alrededor del 50%. La septicemia por *V. vulnificus* está asociada normalmente a alguna enfermedad preexistente como diabetes, enfermedades hepáticas o renales o algún trastorno del sistema inmunitario. Se ha observado que el período de incubación puede variar de 7 horas a varios días. Si no recibe un tratamiento rápido y específico, el paciente puede morir a causa de esa enfermedad en cuestión de horas a partir del primer síntoma. La mayoría de los casos y muertes asociados a este organismo se han descrito en la Costa del Golfo de los Estados Unidos pero también se han observado infecciones de este tipo en Asia. Se sospecha que las cepas difieren en cuanto a su capacidad de causar la enfermedad pero esto no se ha demostrado todavía de manera concluyente. En el norte de Europa e Israel se han observado infecciones en heridas asociadas a la manipulación de pescado, incluso en anguilas, pero no se ha descrito ningún caso de septicemia primaria relacionado con ostras en estos países. Se ha llevado a cabo una evaluación de riesgos a nivel internacional de *V. vulnificus* en ostras crudas (FAO/OMS [2005]: <http://www.fao.org/docrep/008/a0252e/a0252e00.htm>).

Las cepas de *Vibrio cholerae* varían enormemente en sus características. Muchas probablemente no pueden provocar infecciones gastrointestinales en humanos mientras que una proporción son capaces de causar diarreas acuosas graves que pueden ser mortales y capaces de propagar la enfermedad del cólera en forma de epidemia o pandemia. Otras cepas, que normalmente se asocian a casos individuales o pequeños brotes pueden ocasionar una gastroenteritis más parecida a la provocada por *Salmonella*. Aquellas cepas (*V. cholerae* O1 enterotoxigénico) asociadas a la enfermedad del cólera normalmente se transmiten por contaminaciones fecales del agua potable o de los alimentos y a menudo a través del agua utilizada para lavarlos. También se han descrito casos de transmisión a través de moluscos crudos o poco cocinados. Las otras cepas patógenas (*V. cholerae* non-O1) pueden estar presentes de forma natural en el medio marino y se han descrito relacionadas con el consumo de moluscos crudos en los Estados Unidos.

Se han descrito enfermedades gastrointestinales causadas por *Shigella* spp. y *Campylobacter* spp. relacionadas con los moluscos en los Estados Unidos pero no en otros países, pero esto puede deberse a diferencias en la eficacia de la detección en el laboratorio y en los sistemas de notificación epidemiológica más que a diferencias geográficas en la aparición de tales infecciones.

Además de aquellos microorganismos confirmados como causa de infecciones o brotes asociados a moluscos, existen otros patógenos humanos detectados en formas infectivas en los moluscos, pero para los que todavía no existen actualmente pruebas de que el consumo de moluscos haya provocado dicha enfermedad entre la población humana. Este grupo de patógenos incluye a los parásitos protozarios *Cryptosporidium*, *Giardia* y microsporidia.

Respecto a las enfermedades causadas por *Listeria monocytogenes*, hasta ahora, sólo se han relacionado con el consumo de moluscos bivalvos ahumados, en concreto de mejillones, y no con bivalvos consumidos vivos o cocinados sin ahumar.

2.2 ¿QUÉ ESPECIES NECESITAN DEPURARSE?

En general, todas las especies de moluscos bivalvos pueden someterse a la depuración para eliminar microorganismos. Los que más se someten a este proceso son las ostras, mejillones y almejas (las especies varían dependiendo de la parte del mundo). Algunas

especies como los berberechos, vieiras y navajas presentan dificultades específicas para la depuración. Por ejemplo las vieiras, que debido a su movilidad, son difíciles de mantener en cestas e impide que agiten el detritus asentado. Sin embargo, se han encontrado maneras de superar gran parte de estos problemas. Mientras que la depuración puede ser la única estrategia de mitigación para aquellas especies, como las ostras, que se consumen en crudo, muchas otras especies de bivalvos se cocinan ligeramente antes de su consumo y la depuración puede aportar una medida de precaución adicional. Se ha constatado que algunas especies que se consumen relativamente bien cocinadas en algunos lugares pueden consumirse muy cocinadas en otros y, unido al aumento del comercio internacional, puede complicar la evaluación del riesgo presentado por especies individuales de moluscos.

Este manual ofrece información sobre aquellas especies cuya depuración está más extendida y para las que se dispone de datos bien verificados. También debe constatar que los requisitos fisiológicos de la misma especie varían mucho según la región, y posiblemente según la localización en sí (p. ej. con respecto a la salinidad). Puede encontrarse información a nivel nacional o regional sobre especies distintas de las tratadas en este manual.

2.3 REQUISITOS LEGALES

Según la reglamentación internacional sobre seguridad alimentaria, el control de los alimentos se basa en el análisis de riesgos, que incluye tres elementos:

- evaluación del riesgo, es decir, la evaluación científica de efectos potencialmente adversos para la salud debido a la exposición humana a peligros transmitidos a través de los alimentos;
- gestión del riesgo, el proceso de sopesar medidas alternativas para aceptar, minimizar o reducir los riesgos evaluados y seleccionar y aplicar opciones apropiadas; y
- comunicación del riesgo, un proceso interactivo de intercambio de información y de opiniones sobre el riesgo entre evaluadores y gestores de riesgos y otras partes implicadas.

El *Codex Alimentarius* aporta un marco general para los controles en el contexto del comercio internacional. En el Apéndice 1 se recogen algunas secciones relevantes a los moluscos bivalvos vivos del Código de Prácticas para el Pescado y los Productos Pesqueros del *Codex Alimentarius*. Incluye varios artículos pertinentes a la depuración, además de recomendaciones específicas para la depuración en la Sección 7.5. En el Apéndice 2 se presenta la Norma del *Codex Alimentarius* para los moluscos bivalvos vivos y los moluscos bivalvos crudos, destinados al consumo directo o a una elaboración posterior. Esta norma no incluye ningún aspecto específico a la depuración aunque sí contiene aspectos relacionados con la higiene y la calidad del producto. El contenido del código de buenas prácticas debe suplementarse para producir los detalles necesarios para la aplicación de un sistema completo de control o para definir buenas prácticas.

El resto de esta sección ofrece unas consideraciones generales relacionadas con los controles de salud pública en la producción comercial de moluscos y presenta ejemplos relacionados con los sistemas de la Unión Europea y los Estados Unidos. Ambos sistemas son importantes en términos de comercio internacional ya que dictan normas que los países exportadores a dichos mercados deben cumplir.

A finales del siglo XIX y a principios del siglo XX, el principal problema relacionado con el consumo de moluscos bivalvos era la fiebre tifoidea. No solo se dieron brotes de la enfermedad sino también un número importante de muertes. Estos brotes finalmente

Cuadro 2.3: Criterios para la clasificación de zonas de producción de moluscos en la UE

Clasificación de las zonas de producción	Estándar microbiológico por cada 100 g de carne de moluscos bivalvos y de líquido intravalvar ¹	Tratamiento necesario
A	≤230 <i>E. coli</i> /100g de carne y líquido intravalvar ²	Ninguno
B	Los moluscos bivalvos vivos de estas zonas no deben superar los límites de una prueba de cinco tubos, tres diluciones, número más probable (NMP) de 4600 <i>E. coli</i> por cada 100 g de carne y líquido intravalvar en más del 10% de las muestras ³	Depuración, reinstalación en una zona de clase A o cocinado según un método autorizado
C	Los moluscos bivalvos vivos de estas zonas no deben superar los límites de una prueba de cinco tubos, tres diluciones, NMP de 46.000 <i>E. coli</i> por cada 100 g de carne y líquido intravalvar	Reinstalación durante un período largo o cocinado según un método autorizado
Prohibida	>46.000 <i>E. coli</i> /100g de carne y líquido intravalvar ⁴	No se permite la recolección

¹ El método de referencia en la reglamentación se refiere a la ISO TS 16649-3.

² Por referencia cruzada al Reglamento (CE) N° 854/2004, via Reglamento (CE) N° 853/2004, con el Reglamento de la Comisión (CE) N° 2073/2005 sobre criterios microbiológicos para alimentos.

³ La tolerancia del 10% se permite para un período de transición según el Reglamento (CE) N° 1666/2006.

⁴ No se hace mención específica a este nivel en la Reglamentación pero no cumple con las clases A, B o C. La autoridad competente tiene la potestad de prohibir cualquier producción o recolección de moluscos bivalvos en zonas consideradas inadecuadas por razones de salud.

condujeron a la implementación de controles reglamentarios en algunos países como el Reino Unido, Francia, Italia, Estados Unidos y otros. A finales del siglo XIX se desarrollaron métodos de depuración como medida para reducir el riesgo de enfermedades causadas por el consumo de moluscos, mientras que los controles legislativos en Europa y los Estados Unidos se introdujeron a principios del siglo XX.

En general, estos controles reglamentarios han tenido éxito con respecto a las enfermedades bacterianas asociadas a las aguas fecales, aunque la reducción de fiebres tifoideas y paratifoideas en Europa y los Estados Unidos asociadas a moluscos podría haberse debido en gran parte a mejoras generales en la sanidad pública reduciendo la presencia de estos organismos en las aguas residuales y por consiguiente en las zonas de cultivo de moluscos impactadas.

En muchos sistemas legislativos el requisito de la depuración u otros medios de reducción de la contaminación microbiana tras la recolección viene dictado por la clasificación de la zona de cría basada en el alcance de la contaminación mostrado por el análisis de bacterias fecales indicadoras en una serie de muestras tomadas en un período largo de tiempo (un año o más).

En la UE, los requisitos estipulados en la Directiva sobre la Inocuidad de Moluscos Bivalvos se sustituyeron a partir del 1 de enero de 2006 por requisitos similares, pero no idénticos, en la reglamentación consolidada sobre la higiene de los alimentos que abarca todos los alimentos de origen animal. En concreto, los requisitos que deben cumplir las empresas de la industria alimentaria se presentan en el Reglamento (CE) No. 853/2004 que incluye reglas específicas de higiene para alimentos de origen animal.

En la UE, la clasificación de las zonas de producción se especifica en el Reglamento (CE) No. 854/2004 que incluye reglas específicas para la organización de controles oficiales sobre productos de origen animal destinados al consumo humano. Esta

Cuadro 2.4: Criterios de clasificación de zonas de producción y recolección de moluscos del programa sanitario nacional de los Estados Unidos

Clasificación	Total coliformes (100 ml agua)		Coliformes fecales (100 ml agua)		Tratamiento necesario
	Media geométrica	Cumplimiento al 90 % ¹	Media geométrica	Cumplimiento al 90 % ¹	
Zonas autorizadas	≤70	≤230	≤14	≤43	Ninguno
Zonas restringidas	≤700	≤2300	≤88	≤260	Depuración o reinstalación en una zona autorizada
Zonas prohibidas	Sin estudio sanitario o incumplimiento de las condiciones para zonas autorizadas o restringidas ²				Recolección prohibida

¹ Valores para la prueba de dilución decimal de 5 tubos – se dan distintos valores de cumplimiento al 90 por ciento para el NMP de 3 tubos y las pruebas de filtración por membrana mTEC.

² Se pueden utilizar aspectos alternativos a la concentración de contaminantes para declarar una zona prohibida.

clasificación se basa en los niveles de *Escherichia coli* presentes en muestras de moluscos. El Cuadro 2.3 presenta los criterios de clasificación de la UE y requisitos relacionados de transformación.

Los reglamentos de la UE contienen pocas estipulaciones detalladas sobre el procedimiento de depuración a seguir. El principal requisito relacionado con el propio sistema es que: «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». Estos aspectos están relacionados con los principios generales de la depuración descritos en la Sección 3 de esta publicación. Además, se estipula que los moluscos bivalvos deben depurarse continuamente durante un período suficiente para cumplir con el estándar microbiológico del producto final (*E. coli* ≤230/100 g; ausencia de *Salmonella* en 25 g). Los Estados miembros de la UE han ido especificando cómo deben realizarse los principios de depuración y los otros criterios generales a través de la aplicación de la legislación en los procedimientos de autorización e inspección nacionales.

En los Estados Unidos, los requisitos para la depuración se presentan en el Capítulo XV de la Ordenanza Modelo del Programa Sanitario Nacional de Moluscos (NSSP; US FDA 2006) (véase el Apéndice 4). Es la responsabilidad de cada Estado de los Estados Unidos. desarrollar la legislación según los requisitos de la Ordenanza Modelo para que su industria obtenga la autorización para comerciar con otros Estados de los Estados Unidos. Los mismos requisitos se aplican a otros países que deseen comerciar con los Estados Unidos. En esta parte, la clasificación de las zonas de recolección se basa en los niveles de coliformes fecales en las muestras de agua de mar. En el Cuadro 2.4 figuran los criterios de clasificación en los Estados Unidos. y los requisitos relacionados con el procesado. Los requisitos de depuración en la ordenanza están más detallados que en la legislación de la UE, e incluyen más requisitos específicos para la construcción del centro depurador y el funcionamiento y verificación del sistema de depuración.

En Japón, la Prefectura de Hiroshima es la mayor zona de producción de ostras del país (aproximadamente el 57% de la producción ostrícola en 2004) de donde se recolectan 13 000 toneladas de ostras destinadas al consumo en crudo y 7 000 toneladas para el cocinado y procesado. Las ostras para el consumo en crudo deben recolectarse de las

aguas donde el número más probable de coliformes no sea superior a 70/100 ml de agua marina. Si se recolectan de otras aguas, las ostras deben ser sometidas a depuración.

En muchos programas de seguridad alimentaria, los controles relacionados con la misma depuración cubren los siguientes requisitos:

- utilización de agua de mar limpia (con desinfección si la fuente de agua no es de la calidad adecuada);
- diseño y construcción del sistema;
- funcionamiento del sistema;
- demostración del rendimiento adecuado con respecto a la eliminación de los indicadores bacterianos;
- requisitos de control de calidad;
- comprobación del producto final.

2.4 BIOSEGURIDAD

Las operaciones dentro de una planta de depuración deben realizarse en cumplimiento con los principios generales de bioseguridad con respecto a las consideraciones de salud pública y de los moluscos. Los procedimientos de limpieza y desinfección deben impedir la contaminación del producto dentro de la planta procedente del exterior, mientras que el agua residual y los residuos del interior de la planta no deben contaminar el medio, incluyendo las zonas de recolección de moluscos, con patógenos humanos o de moluscos.

Capítulo 3

Principios generales de la depuración

3.1 REANUDACIÓN DE LA ACTIVIDAD FILTRADORA	15
3.2 ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES	17
3.3 PREVENCIÓN DE LA RECONTAMINACIÓN	17
3.4 MANTENIMIENTO DE LA VIABILIDAD Y CALIDAD	19
3.5 LÍMITES DE LA DEPURACIÓN	19
3.6 BIOTOXINAS	20
3.7 CONTAMINANTES QUÍMICOS	20

La depuración es un proceso que consiste en la inmersión de los moluscos en una corriente de agua de mar limpia de tal manera que los animales puedan retomar su actividad normal de bombeo y expulsar los contaminantes de sus branquias y aparato intestinal durante un período de tiempo. Los principios fundamentales son:

- Reanudar la actividad filtradora para que puedan expulsarse los contaminantes
 - Esto, supone mantener condiciones correctas de salinidad, temperatura y oxígeno disuelto.
- Eliminar los contaminantes
 - Mediante sedimentación o por flujo de agua a través de los moluscos.
 - Aplicando las condiciones correctas de depuración durante un período adecuado de tiempo.
- Evitar la recontaminación
 - Aplicando un sistema de tratamiento por lotes «todo dentro / todo fuera».
 - Empleando agua de mar limpia en todas las etapas de la depuración.
 - Evitando la resuspensión del material expulsado y sedimentado.
 - Limpiando concienzudamente el sistema entre lotes.
- Mantener la viabilidad y calidad
 - Mediante la correcta manipulación antes, durante y después de la depuración.

3.1 REANUDACIÓN DE LA ACTIVIDAD FILTRADORA

Para reanudar la actividad filtradora es importante evitar someter a los animales a un estrés innecesario previamente a la depuración. Esto significa que el método de recolección y de manejo posterior no deberían alterar excesivamente a los animales ni exponerlos a temperaturas extremas. Una vez han entrado en el sistema, las condiciones fisiológicas deberían ser tales que maximicen la actividad de los animales. A continuación se detallan los criterios pertinentes.

Salinidad

Existen límites absolutos, tanto superiores como inferiores, fuera de los cuales los moluscos no desarrollan sus funciones adecuadamente. Estos límites varían según sea la especie y el origen del molusco. El Cuadro 3.1 ofrece algunos valores a modo de

Cuadro 3.1: Límites mínimos de salinidad recomendados o especificados

Especies		Salinidad mínima (ppt)	País
Nombre científico	Nombre común		
<i>Crassostrea gigas</i>	Ostión japonés	20,5 ¹	Reino Unido
<i>Ostrea edulis</i>	Ostra europea	25,0 ¹	Reino Unido
<i>Mytilus edulis</i>	Mejillón	19,0 ¹	Reino Unido
<i>Cerastoderma edule</i>	Berberecho común	20,0 ¹	Reino Unido
<i>Mercenaria mercenaria</i>	Chirla mercenaria	20,5 ¹	Reino Unido
<i>Tapes decussatus</i>	Almeja fina	20,5 ¹	Reino Unido
<i>Tapes philippinarum</i>	Almeja japonesa	20,5 ¹	Reino Unido
<i>Ensis</i> spp.	Navaja	30 ¹	Reino Unido
<i>Crassostrea iredalei</i>	Ostra rayada	17,5 ²	Filipinas
–	Ostra	20	Japón

¹ Especificaciones del Reino Unido, por Cefas (*Centre for Environment Fisheries and Aquaculture Science*) en nombre de la agencia británica *Food Standards Agency*.

² Palpal-Latoc EQ, Caoile SJS y Cariaga AM 1986. Bacterial depuration of oyster (*Crassostrea iredalei* Faustino) in the Philippines, p 293-295. En: Maclean, J.L., Dizon, L.B. y L.V. Hosillos (eds). *The First Asian Fisheries Forum*. Asian Fisheries Society, Manila, Filipinas.

³ Reglamentos de la Prefectura de Hiroshima.

ejemplo. Dentro de estos límites, se aconseja emplear una salinidad que no varíe más del 20 % respecto a la de la zona de recolección.

El agua de mar que se toma de zonas de la costa que no reciben el impacto de fuentes de agua dulce como ríos, o ramblas, debería tener una salinidad relativamente constante.

Temperatura

También existen límites absolutos de temperatura, superiores e inferiores, fuera de los cuales los moluscos no realizan sus funciones adecuadamente. El Cuadro 3.2 ofrece valores ilustrativos. Sin embargo, las temperaturas a las que los moluscos muestran actividad fisiológica no son necesariamente las idóneas para eliminar bien los contaminantes microbianos.

Oxígeno disuelto

Se requieren niveles adecuados de oxígeno para garantizar la actividad fisiológica. El nivel mínimo anteriormente recomendado era del 50 % de saturación para *Ostrea edulis* y *Crassostrea gigas* (Wood, 1961) y desde entonces ese nivel es el que se ha ido aplicando en muchos sitios aunque hay pocas pruebas formales que avalen la elección de este

Cuadro 3.2: Límites de temperatura recomendados o especificados para la depuración

Nombre científico	Nombre común	Temperatura °C		País
		inferior	superior	
<i>Crassostrea gigas</i>	Ostión japonés	8 ¹	18 ²	Reino Unido
<i>Ostrea edulis</i>	Ostra europa	5 ¹	15 ²	Reino Unido
<i>Mytilus edulis</i>	Mejillón	5 ¹	15 ²	Reino Unido
<i>Cerastoderma edule</i>	Berberecho común	7 ¹	16 ²	Reino Unido
<i>Mercenaria mercenaria</i>	Chirla mercenaria	12 ¹	20 ²	Reino Unido
<i>Tapes decussatus</i>	Almeja fina	12 ¹	20 ²	Reino Unido
<i>Tapes philippinarum</i>	Almeja japonesa	5 ¹	20 ²	Reino Unido
<i>Ensis</i> spp.	Navaja	10 ¹	-	Reino Unido
Sin especificar	Ostra	10 ³	25 ³	Est. Unidos
<i>Mya arenaria</i>	Almeja babosa	2 ³	20 ³	Est. Unidos
<i>Mercenaria mercenaria</i>	Chirla mercenaria	10 ³	20 ³	Est. Unidos

¹ Especificación del Reino Unido por Cefas en nombre de la agencia británica *Food Standards Agency*.

² Recomendación de *Seafish Industry Authority*.

³ UNSSP de los Estados Unidos – valores recomendados salvo que se muestre lo contrario con estudios de verificación de procesos.

valor. En la Prefectura de Hiroshima, Japón, se especifica un mínimo de un 60 % para la depuración de ostras. La cantidad absoluta de oxígeno disuelto en el agua varía según la temperatura (se alcanza una concentración más baja con temperaturas más elevadas mientras que las necesidades de oxígeno de los bivalvos aumentan con la temperatura). En general, los sistemas diseñados y gestionados adecuadamente deberían ser capaces de mantener concentraciones de oxígeno de al menos 5 mg/l para mejillones, mientras que para otras especies se pueden conseguir fácilmente concentraciones más elevadas. La Normativa de Aplicación de Nueva Zelanda especifica un límite de 5 mg/l, pero puede ocurrir que este valor (u otro) no se tome como referencia para la aprobación de sistemas en otros países. El método de aireación del agua de mar para proporcionar oxígeno no debería comprometer otros aspectos del proceso, tales como una adecuada sedimentación de las heces y pseudoheces expulsadas.

En países con una temperatura ambiente significativamente por encima de los 25°C puede resultar difícil conseguir una concentración de 5mg/l. En tales casos, será necesario comprobar si el uso de concentraciones más bajas de oxígeno proporciona una depuración efectiva de manera constante teniendo en cuenta las temperaturas predominantes, el diseño específico del sistema y las especies de moluscos. A veces es necesario enfriar las aguas para poder conseguir suficiente oxígeno y una depuración efectiva. Sin embargo, el enfriamiento del agua de depuración tiene que realizarse con sumo cuidado en climas templados ya que, aunque se puede mantener la actividad fisiológica a temperaturas más bajas, la eficacia de la eliminación microbiana, especialmente la de virus, podría verse reducida significativamente.

3.2 ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES

El principal propósito de la depuración es la eliminación de los contaminantes microbianos, la cual se consigue en gran parte cuando se proporcionan las condiciones fisiológicas adecuadas para que los moluscos puedan reanudar su actividad filtradora y se mantiene un buen flujo ininterrumpido de agua que pueda extraer de los moluscos el material depurado. No obstante, debería señalarse que la eliminación microbiana, especialmente de virus, no suele ser óptima en todas las condiciones en las que los moluscos exhiben actividad filtradora. En particular, en los climas templados, son necesarias temperaturas muy por encima del mínimo al que se produce la filtración para poder eliminar el virus. Asimismo, quizás no sea posible eliminar de manera sistemática vibrios marinos en tales condiciones y existe cierta preocupación de que al aumentar la temperatura se incremente la posibilidad de que los vibrios marinos proliferen dentro del sistema de depuración.

3.3 PREVENCIÓN DE LA RECONTAMINACIÓN

Un requisito primordial para evitar la recontaminación durante la depuración es el de trabajar con un sistema de lotes por tandas completas «todo dentro / todo fuera», en el que no se añadan más moluscos al sistema una vez comenzado el ciclo de depuración. Esto es necesario para evitar que los moluscos que están parcialmente depurados se recontaminen con el material excretado por los moluscos recién introducidos. También evita que el material fecal depositado vuelva a estar en suspensión durante la incorporación de más moluscos (véase más adelante).

Es necesario emplear agua de mar limpia para la fuente principal de toma de agua, incluyendo el tratamiento pertinente, cuando fuera necesario, y en el caso de que el agua de mar se recicle durante un único ciclo de depuración o se reutilice de un ciclo a otro.

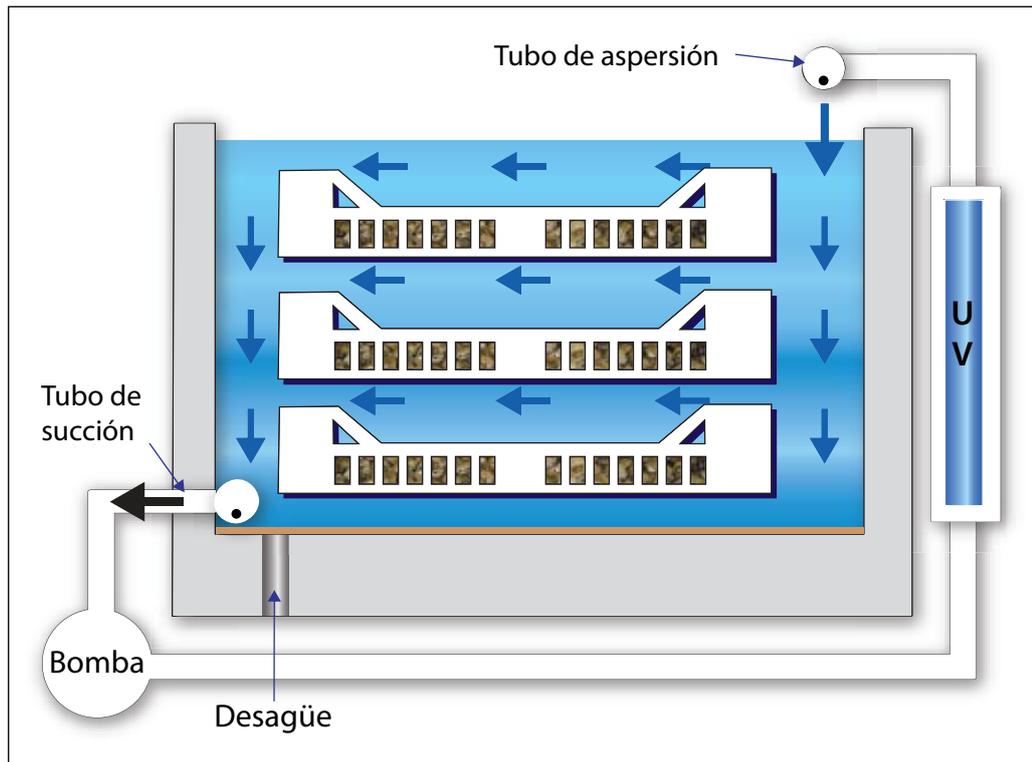


Figura 3.1: Diagrama de la circulación del agua de mar a través de un tanque cargado en un sistema de recirculación

Se ha visto que los patógenos bacterianos pueden sobrevivir en las heces filamentosas y ser expulsados posteriormente al agua superficial. Es de esperar que la supervivencia de los virus y por tanto el potencial de recontaminación sea mayor debido a su mayor supervivencia en el agua de mar.

Se necesita un flujo de agua apropiado dentro del sistema que garantice que se eliminan las heces y pseudoheces depuradas del molusco. No obstante, especialmente en sistemas de recirculación, el flujo debe permitir una deposición adecuada del material depurado. Si el flujo es muy fuerte los filamentos se desharán y volverán a quedar suspendidos en el agua de mar. Los sistemas de desinfección puede que no sean suficientes para inactivar los patógenos antes de que comiencen a recircular y a ingerirse. En este sentido, el flujo de agua tiene que intentar cumplir varios objetivos, buscando un equilibrio entre el flujo que se necesita para mantener una actividad adecuada y el que se requiere para eliminar el material depurado y aquel que permitirá posteriormente la deposición de sólidos.

Existen grandes sistemas que se han diseñado con circulación ascendente y descendente. El flujo ascendente hay que evitarlo pues tiende a mantener en suspensión el material depurado. Los sistemas de aireación también deben evitar la resuspensión del material depurado. No deberían ubicarse directamente por debajo, o incidir directamente encima, del propio molusco.

En la Figura 3.1 se puede observar la circulación de agua de mar a través de un tanque cargado. El flujo en sistemas completos de recirculación y circulación abierta se muestra más adelante en las Figuras 5.7 y 5.8. También puede producirse la resuspensión si los moluscos, o las cajas o cestas donde se encuentran, se retiran mientras el agua esté en el sistema. Por esta razón, hay que drenar los tanques por debajo del nivel al que se encuentran los moluscos antes de retirarlos.

3.4 MANTENIMIENTO DE LA VIABILIDAD Y CALIDAD

La viabilidad y la calidad se mantienen de la siguiente manera:

- manejando y almacenando apropiadamente los moluscos antes y después de la depuración, evitando tanto conmociones como vibraciones excesivas;
- proporcionando el flujo de agua y el oxígeno disuelto adecuados durante el proceso de depuración;
- evitando temperaturas muy altas o muy bajas;
- manteniendo al mínimo la acumulación de productos finales como el amoníaco durante la depuración.

Tras el desove los moluscos se encuentran muy debilitados, por lo que aquellos que acaban de desovar no deberían depurarse. Los que desovan en los tanques deberían preferentemente devolverse a la zona de recolección (si así lo permiten las leyes locales).

3.5 LÍMITES DE LA DEPURACIÓN

La depuración se diseñó originalmente para eliminar contaminantes bacterianos en los moluscos, principalmente *S. typhi*. En general, los indicadores bacterianos (como *E. coli*) y patógenos (como *Salmonella*) de origen fecal se eliminan con bastante facilidad en un sistema de depuración con el funcionamiento y diseño apropiados. Se ha observado que la depuración no es efectiva para reducir la carga bacteriana en algunas especies de *Vibrio* patógeno para el hombre y existe cierta preocupación, si la salinidad se encuentra en el rango adecuado (p. ej. 10 a 30 ppt) y la temperatura es suficientemente alta (p. ej. superior a los 20°C), de que pudiera darse un aumento de la concentración de vibrios durante el ciclo de depuración.

Los estudios sobre la eliminación de bacterias durante la depuración usando bivalvos inoculados experimentalmente con cultivos bacterianos suelen mostrar un mayor grado de eliminación que los estudios que usan moluscos contaminados de forma natural. La utilización de esta técnica de inoculación en los estudios sobre los criterios de depuración o de la validación de la efectividad de los sistemas comerciales es por tanto cuestionable.

Las investigaciones llevadas a cabo en el norte de Europa con el ostión japonés (*Crassostrea gigas*) han mostrado que, durante la depuración, los virus se eliminan más lentamente que la *E. coli*. Incluso en sistemas correctamente diseñados y gestionados, cerca de un tercio de la concentración inicial de virus se mantiene después de 2 días a 8°C. A temperaturas más elevadas, p. ej. de 18 a 21°C, los virus se eliminan del molusco más rápidamente pero, mientras la mayoría de los virus presentes se eliminan al cabo de 5 o 7 días a estas temperaturas, puede que quede algo de contaminación viral residual incluso cuando se están depurando moluscos moderadamente contaminados. Dado que la dosis infecciosa de estos patógenos víricos se cree que es baja, la depuración no debe considerarse el principal mecanismo de mitigación para estos casos. No obstante, la reducción de los contaminantes obviamente disminuirá, hasta cierto punto, el riesgo de enfermedades y por lo tanto es necesario optimizar el diseño y funcionamiento de los sistemas para la eliminación de patógenos y no dirigirlos simplemente a la eliminación de indicadores bacterianos como la *E. coli*. La información sobre la depuración de virus en ostras no está disponible para climas más cálidos y no se sabe por tanto si la depuración de ostras en estos climas llevada a cabo en condiciones de cultivo normales será más efectiva. Los datos sobre la depuración de mejillones (*Mytilus* spp.) inoculados experimentalmente con Hepatitis A indican que el período de depuración necesario para su eliminación es también prolongado.

3.6 BIOTOXINAS

Actualmente la depuración en tanques no se considera un medio viable para reducir la contaminación por biotoxinas hasta niveles seguros. La tasa de depuración varía según la toxina y la especie de bivalvo de la que se trate y puede llevar desde días hasta varios meses. Incluso para aquellas toxinas y especies donde se ha demostrado una eliminación más rápida, muchas veces ésta es poco sistemática y unos animales pueden retener niveles de toxinas significativamente mayores que otros. Al igual que en la eliminación de otros contaminantes, la velocidad de eliminación se ve afectada por la temperatura y la salinidad. La eliminación en el entorno natural puede ser más rápida que en los tanques debido a la disponibilidad de alimento natural.

3.7 CONTAMINANTES QUÍMICOS

La depuración en tanques no se considera un modo práctico de eliminación de concentraciones elevadas de metales pesados y contaminantes químicos orgánicos en moluscos bivalvos. Por ejemplo, los hidrocarburos aromáticos polinucleares (PAH, por sus siglas en inglés) en *Mya arenaria* contaminada necesitan varias semanas para reducirse hasta niveles insignificantes.

Capítulo 4

Requisitos del emplazamiento

4.1 UBICACIÓN GENERAL	21
4.2 CALIDAD DEL AGUA DE MAR	22
4.2.1 Agua de mar natural	22
4.2.2 Agua de mar artificial	23
4.2.3 Agua salina de pozo	23
4.3 ACCESO A SERVICIOS PÚBLICOS Y MANO DE OBRA	24

4.1 UBICACIÓN GENERAL

Existen varios factores que influyen en la elección de un emplazamiento donde establecer una instalación de depuración, entre los que cabría mencionar los siguientes:

Leyes de urbanismo

Las leyes locales de urbanismo pueden suponer un factor decisivo sobre el emplazamiento de una planta depuradora, su tamaño y diseño externo. En algunos países, cada vez es más difícil instalar nuevas plantas en la costa o en zonas rurales, lo cual de alguna manera puede condicionar la ubicación de estas unidades en polígonos industriales o en otros emplazamientos urbanos o suburbanos.

Acceso a la materia prima

La importancia de este factor con relación al emplazamiento dependerá de si hay moluscos que se producen o recolectan localmente que deban depurarse o si éstos se reciben desde otros sitios para su procesado. Si se van a emplear moluscos de la zona sería preferible contar con una ubicación razonablemente cerca del lugar de recolección o desembarque, dependiendo de la disponibilidad de los otros factores enumerados en esta sección.

Acceso al agua de mar

Se necesitan relativamente grandes volúmenes de agua, cuya cantidad dependerá del tamaño de la instalación, del diseño del tanque (en circuito abierto o en recirculación) y número de ciclos de producción por semana. Un método alternativo es la adición de la cantidad correcta de sales al agua potable de calidad. La calidad y fuentes de agua de mar se considerarán en la Sección 4.2.

Acceso a las rutas de transporte para productos terminados

Esta es una importante consideración comercial pero los detalles dependerán del tamaño de la instalación propuesta, así como de la distancia al mercado y condiciones locales.

Instalaciones para la eliminación de residuos

Se necesita contar con instalaciones de eliminación de residuos líquidos (agua de mar y agua potable reutilizadas) y sólidos (incluidas las conchas rotas). Las normativas locales pueden obligar a tratar como residuo industrial los residuos líquidos procedentes de la evacuación de una planta antes de que se viertan al sistema de alcantarillado local y

sean sometidos a una evacuación separada. Para las plantas en zonas costeras, podría ser aceptable que el agua de mar reutilizada se vertiese al estuario o al mar pero esto no siempre es así. Algunas leyes contemplan la eliminación de residuos de moluscos a entornos marinos (como por ejemplo en la UE) y esto puede requerir cumplir con condiciones de eliminación o bien eliminar los deshechos de otra manera (p. ej. a un vertedero).

4.2 CALIDAD DEL AGUA DE MAR

Para una adecuada depuración se requiere una fuente constante de agua de mar de buena calidad. El agua de mala calidad que contenga niveles significativos de contaminantes puede provocar contaminación adicional de los moluscos. Existe también la posibilidad de que la actividad del molusco se inhiba por la presencia de contaminantes en el agua de mar. Además, la composición del agua de mar debe adecuarse a los requerimientos fisiológicos de la especie en cuestión y a cualquier control reglamentario pertinente. Cuando el agua de mar natural disponible localmente no reúna las características o la calidad necesarias o cuando la planta depuradora esté ubicada a cierta distancia del mar, se podría utilizar en su lugar agua de mar artificial. En un número limitado de emplazamientos, existe agua de pozo salina que se ajusta a las características requeridas.

En un reducido número de países, el agua de mar se reutiliza de un ciclo de depuración a otro. Si esto se lleva a cabo, se recomienda aplicar un estándar más elevado de tratamiento del agua para poder eliminar los subproductos metabólicos y mantener la eficacia de la depuración. Además, una parte del agua de mar debería reemplazarse de manera constante con agua nueva – esto es necesario de todas formas para sustituir el agua perdida durante la limpieza de los sistemas después de cada ciclo. También debería reemplazarse de manera regular el volumen total de agua de mar. Hay que evitar que la evaporación durante la reutilización no provoque salinidades demasiado elevadas que dificulten una depuración efectiva. En el Reino Unido, las autoridades centrales permiten la reutilización de agua de mar en circunstancias específicas para cada planta y sistema. Esta consideración se aplica para ayudar a la industria, que no cuenta con un suministro disponible de agua de mar de buena calidad y donde las condiciones climáticas o mareas adversas evitan de manera intermitente la toma de agua de mar de buena calidad. Sin embargo, es frecuente observar una reducción de la eficacia de la depuración con la reutilización, por lo que no es una práctica recomendada. Es por ello que en muchos países, esta práctica no está permitida.

4.2.1 Agua de mar natural

En general, el agua de mar natural de uso en depuración debería cumplir con las siguientes propiedades:

- En caso de que se vaya a desinfectar el agua antes de su uso, habría que tomarla de una zona que al menos cumpla con los requisitos de zona de producción apta para la depuración (clase B de la UE, restringida en los Estados Unidos);
- Si el agua NO se va a desinfectar antes de su uso, debe tomarse de una zona que al menos cumpla con los requisitos para la zona de producción apta para el consumo humano directo (Clase A de la UE, autorizada en los Estados Unidos);
- Tiene que estar exenta de contaminantes químicos en concentraciones que puedan interferir con el funcionamiento fisiológico de los animales o provoquen -tras su absorción- la posibilidad de contaminación o efectos en la salud humana;
- Se tome de una zona sin concentraciones significativas de especies de fitoplancton potencialmente tóxicas o biotoxinas;

- Tengan una salinidad entre 19 y 35 ppt (según las especies que se vayan a depurar y la salinidad de la zona de recolección); y
- Tengan una turbidez inferior o igual a 15 NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez).

Queda implícito que el agua NO debe proceder de zonas donde la recolección esté vedada por ley en ese momento debido a episodios microbiológicos, químicos o de toxinas.

En Nueva Zelanda, se ha estipulado un nivel de pH de 7,0-8,4 para el agua utilizada en procesos de depuración. La salinidad, turbidez y alcance de la contaminación microbiana podría variar según sea el estado de las mareas, y el agua de mar solo tendría que extraerse cuando la salinidad se encuentre en el rango correcto y la turbidez y contaminación microbiana estén en el mínimo. En general, la salinidad será máxima en los estuarios en la pleamar, o con marea alta, y mínimas con marea baja y durante el refluo del agua. Este efecto puede ser mayor en las mareas de primavera. En algunos estuarios, puede producirse una estratificación, ya que el agua de distintas salinidades se encuentra a diferentes profundidades, especialmente después de la lluvia. Por esta razón, los conductos de captación deberían colocarse bien por debajo de la superficie (pero preferiblemente no directamente en el lecho marino ya que esto acarrea el riesgo de la introducción de más material sólido en suspensión). Las bocas de entrada deberían estar protegidas con una rejilla.

Debido al mal tiempo el agua de mar puede tener contenidos mucho más altos de sedimentos, lo que no haría posible extraer agua de la calidad correcta durante estos períodos. En algunas zonas, las lluvias intensas pueden provocar unas salinidades significativamente más bajas en los estuarios y también puede producir un aumento en la cantidad de sedimentos que arrastran los ríos. Además, la activación de aliviaderos de las alcantarillas o de las ramblas podría ocasionar un aumento considerable de la contaminación microbiológica en el agua de mar durante dichos períodos.

4.2.2 Agua de mar artificial

El agua de mar artificial se prepara disolviendo una mezcla aproximada de sales en agua potable de calidad, de la que se ha eliminado el cloro (si fuera apropiado). Si se prepara con cuidado a partir de agua de buena calidad tiene la ventaja de que la calidad inicial es normalmente mejor, y más constante, que el agua de mar natural. El agua de mar artificial también podría ser más conveniente para usar en las plantas de depuración ubicadas lejos de la costa o cuando la calidad del agua de mar de la zona sea mala. Para muchas especies, la ausencia de partículas de alimentos en el agua de mar no parece afectar a la eficacia depuradora. Sin embargo, debe indicarse que el agua de mar artificial puede que no sea la apropiada para la depuración en todas las especies por lo que debiera probarse su eficacia para cada especie en particular antes de su uso. Además, no todas las mezclas de agua de mar artificial comercializadas permiten realizar una depuración con éxito. El Apéndice 6 incluye más consideraciones sobre el agua de mar artificial y proporciona indicaciones para su uso con una serie de especies que se depuran en el Norte de Europa.

4.2.3 Agua salina de pozo

En algunos sitios, la capa freática puede contener agua de la salinidad correcta para la depuración y esto supone, de nuevo, una posible fuente alternativa siempre dependiendo de las normativas locales sobre su uso. Estas fuentes deberían ser microbiológicamente limpias.

4.3 ACCESO A SERVICIOS PÚBLICOS Y MANO DE OBRA

Al igual que el acceso al suministro de agua de mar natural de buena calidad o a las instalaciones para preparar agua de mar artificial de la composición y calidad adecuadas, no hay que olvidar otros aspectos igualmente necesarios:

- el suministro eléctrico (o generadores de la capacidad adecuada);
- agua potable de calidad (debería cumplir con las recomendaciones de la OMS para calidad del agua potable (véase el Apéndice 5), o requisitos legales locales si éstos son más estrictos);
- redes de distribución (locales, nacionales o internacionales, según sea apropiado);
- la eliminación de residuos (el agua de depuración utilizada y los residuos sólidos de los descartes, etc.).

Capítulo 5

Diseño y construcción de la planta

5.1 CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA PLANTA	25
5.2 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUES DE DEPURACIÓN	27
5.3 CAJAS Y CESTAS PARA LA DEPURACIÓN	29
5.4 DISPOSICIÓN DEL SISTEMA DE TUBERÍAS Y DE CIRCULACIÓN DEL AGUA ..	30
5.5 VERTIDO DE AGUA DE MAR UTILIZADA	34

5.1 CONSIDERACIONES GENERALES DE LA PLANTA

La planta debería construirse de tal forma que impida la contaminación a través del aire o de las plagas, de la materia prima, de los sistemas de depuración, los productos depurados y embalados, evitar malos olores y humos y posibles inundaciones. Se recomienda instalar los propios sistemas y los procesos asociados dentro de edificios que faciliten el control de la temperatura y de la contaminación. Cuando no sea posible, los sistemas deben estar cubiertos durante su funcionamiento y deben implantarse procedimientos que protejan a los moluscos de la luz solar directa, antes y después de la depuración.

Las superficies internas deben estar fabricadas de materiales fáciles de limpiar que no se vean afectados por el uso de los desinfectantes indicados. En los Estado Unidos, el Libro Blanco de la NSF (*National Sanitary Foundation*) o *White Book® Listing* ha sustituido la ya caduca lista de sustancias y compuestos no alimentarios del Departamento de Agricultura de los los Estados Unidos (USDA). Los productos registrados están enumerados en la página web de la NSF (www.nsf.org/usda/psnclistings.asp).

Los suelos deben contruirse con materiales fáciles de limpiar y estar inclinados hacia los puntos de desagüe. El diseño de las ventanas y puertas debe impedir la entrada de pájaros y animales.

La circulación del producto debe pasar de áreas sucias a limpias siguiendo la secuencia indicada a continuación:

1. Recepción (a través de su propia puerta) del producto recolectado
2. Almacenamiento en el interior previo a la depuración
3. Limpieza, eliminación de bisos (para mejillones) y descarte
4. Inmersión del producto en el tanque de depuración
5. Depuración
6. Retirada del producto del tanque de depuración
7. Lavado (puede realizarse en el tanque a condición de que los moluscos no se vuelvan a sumergir)
8. Descarte
9. Calibración (en caso necesario) y embalaje
10. Envío del producto final

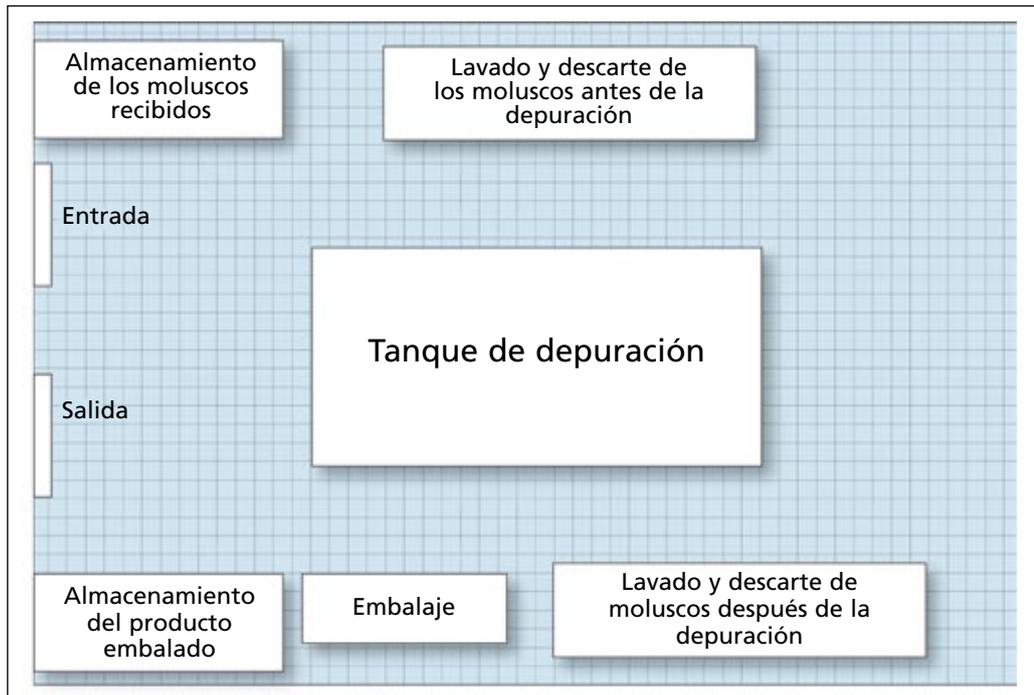


Figura 5.1: Ejemplo de la disposición de una instalación de depuración a pequeña escala

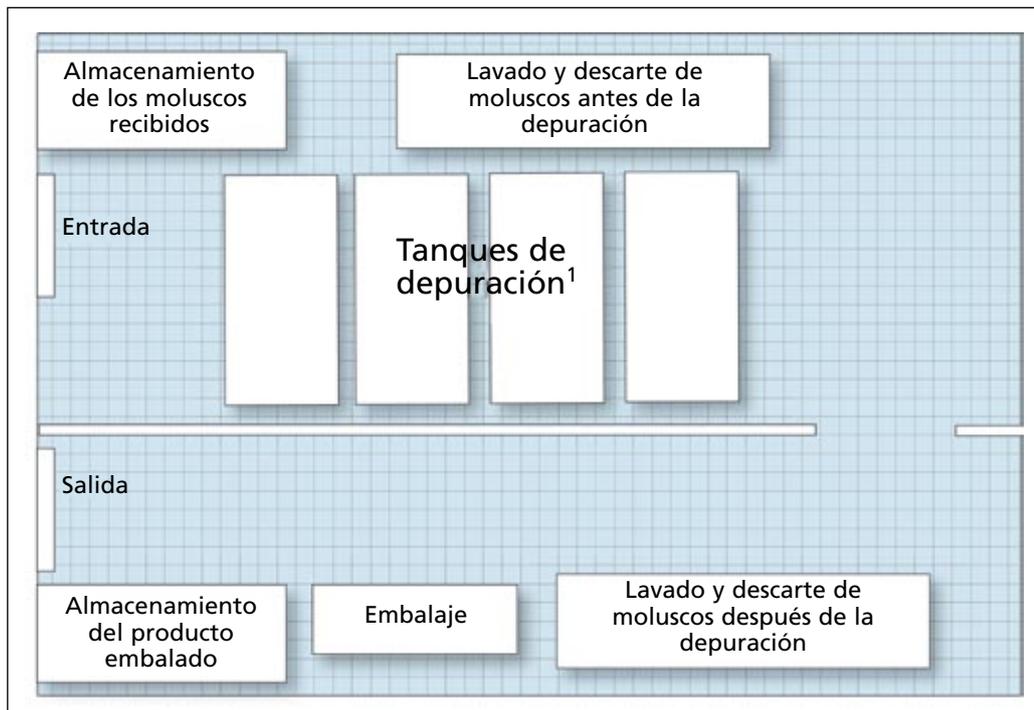


Figura 5.2: Ejemplo de la disposición de una instalación de depuración a gran escala

¹ Se presentan cuatro tanques a modo de ilustración: en la práctica puede haber un número mayor y los tanques pueden formar parte de sistemas independientes o múltiples (dependiendo de que el aporte de agua marina sea común).

El Apéndice 1 presenta diagramas de flujo del producto desde su recolección hasta la distribución.

Es muy recomendable que la zona utilizada para la calibración y embalaje del producto depurado, lavado y descartado esté físicamente separada del resto de la planta por una pared y una puerta.



QIAO QING-LIN

Figura 5.3: Interior de una planta de depuración de gran tamaño en China

Las zonas acondicionadas para el personal, tales como las zonas de descanso y servicios, junto con las oficinas, deben estar físicamente separadas de la zona de procesado.

A la vez que se tiene en cuenta que el personal necesita una iluminación adecuada por razones de salud y seguridad, hay que considerar que la iluminación en la zona de los tanques debe ser tenue durante el ciclo de depuración ya que los animales no se desarrollarán bien en condiciones de mucha luminosidad.

La Figura 5.1 incluye un esquema de la disposición de una planta a pequeña escala y la Figura 5.2 muestra el de una planta a mayor escala. Las ilustraciones no muestran otras instalaciones auxiliares como oficinas y vestuarios para el personal, las cuales deben estar en lugares separados de las zonas de procesado del producto.

La Figura 5.3 presenta parte del interior de una instalación de depuración a gran escala en China.

5.2 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUES DE DEPURACIÓN

Se recomienda construir los tanques, tuberías conectadas y accesorios internos de materiales que, en cumplimiento con las reglamentaciones locales, estén autorizados para entrar en contacto directo con los alimentos. No pueden utilizarse hierro y acero corrientes por su rápida corrosión y todos los componentes metálicos que entran en contacto con el agua de mar circulante deben estar contruidos de acero inoxidable para ambiente marino. Deben evitarse otros metales ya que algunos como el cobre son tóxicos para los animales.

Los tanques normalmente se construyen de acero inoxidable para ambiente marino, plástico reforzado con fibra de vidrio (GRP, por sus siglas en inglés) o polietileno de alta densidad (HDPE, por sus siglas en inglés). Si se utilizan tanques de hormigón, deben sellarse con resina epoxi.

Cuadro 5.1: Capacidad y velocidad de circulación para los sistemas de depuración de diseño estándar

Sistema	Capacidad de agua (litros)	Capacidad máxima para mejillones (kg) ¹	Velocidad mínima de circulación (litros/min)
Sistema a pequeña escala de tanques de poca profundidad	550	90	20
Sistema a escala media multicapa	2 600	750 ²	210
Sistema a escala grande multicapa	9 200	1 500 ²	160
Cajas apiladas verticalmente	650	240	15
Sistema de contenedor (por contenedor)	1 100	300 ³	18

¹ La capacidad máxima para otras especies será menor.

² La capacidad de los sistemas a media y gran escala dependerá del tipo de cajas autorizadas que se utilicen.

³ El sistema de contenedor sólo se ha comprobado con mejillones.



Figura 5.4: Diseño estándar del sistema a pequeña escala de tanque poco profundo

Existe una gran variedad de tanques y sistemas. Por sistema se entiende uno o más tanques alimentados por un aporte común de agua de mar. En general, la longitud de los tanques no debe triplicar la de la anchura para poder mantener una circulación homogénea de agua y evitar puntos muertos. Además, la base del tanque debe tener una pendiente de al menos 1:100 en dirección al desagüe principal para facilitar la eliminación de sedimentos y material depurado al final del ciclo de depuración. Aparte de la salida normal utilizada durante la depuración

y drenados parciales, es aconsejable que los tanques tengan una boca de desagüe grande que facilite el vaciado final después del ciclo de depuración.

Tradicionalmente, se utilizan tanques de poca profundidad para la depuración, con cajas apiladas de dos en dos como máximo. Sin embargo, la utilización de tanques más profundos y pilas de más cajas, aumenta el rendimiento del sistema y no precisa de más superficie de suelo. En el Reino Unido, la agencia de la industria de productos del mar (*Seafish*), desarrolló y comprobó una serie de sistemas estándar para cubrir un abanico de situaciones, que se resumen en el Cuadro 5.1.

La bibliografía de este Capítulo incluye manuales de funcionamiento para los sistemas estándar (ver Capítulo 13). *Seafish* también ha publicado un manual general



Figura 5.5: Diseño estándar de cajas apiladas verticalmente

de funcionamiento para sistemas no estándar desde la perspectiva del Reino Unido. La Figura 5.4 presenta un sistema a pequeña escala de tanques poco profundos y la Figura 5.5 presenta un sistema de cajas apiladas. Los proveedores comerciales de sistemas de depuración pueden proporcionar información específica sobre la utilización de sus sistemas.

5.3 CAJAS Y CESTAS PARA LA DEPURACIÓN

En la mayoría de los sistemas, los moluscos bivalvos se colocan en cajas o cestas antes de la depuración, con el objeto de facilitar el manejo y asegurar que el grosor de las capas de moluscos es el adecuado y no impida la apertura y filtración de agua de mar de los animales que se encuentran en las capas inferiores.



CEFAS (UK CROWN COPYRIGHT)

ALESSANDRO LOVATELLI (FAO)

Figura 5.6: Ejemplo de cajas apropiadas para su utilización en un tanque de depuración

Se recomienda utilizar cajas fabricadas de un plástico apropiado como HDPE con agujeros o ranuras suficientes para permitir la libre circulación de agua a través de los moluscos. También debe haber agujeros o ranuras en el fondo para facilitar el paso de las heces o pseudoheces expulsadas. La Figura 5.6 muestra ejemplos recomendados de cajas, cuyo tamaño dependerá del diseño del tanque así como de la disposición de su carga. La Figura 5.6 también muestra una caja cargada de almejas (*Ruditapes decussatus*).

Las cestas o cajas deben estar elevadas al menos 2,5 cm desde el fondo del tanque mediante listones u otros soportes dejando espacio para el asentamiento de las heces expulsadas y otro detritus. Los soportes deben situarse de manera paralela a la dirección de la circulación para no impedirla.

No se recomienda poner los moluscos en bolsas o sacos durante la depuración por los siguientes motivos:

- Si los moluscos se dejan en las mismas bolsas en las que se traen desde la zona de recolección, no se asegurará el lavado, clasificación y eliminación de moluscos muertos, otras especies, o detritus general antes de introducirlos en los tanques.
- Los moluscos hacinados en bolsas no pueden abrirse suficientemente para realizar una depuración adecuada. Aunque fuera posible especificar la densidad permitida para cada tipo y tamaño de bolsa ésta sería difícil de comprobar.
- La circulación del agua a través de los moluscos embolsados se verá afectada por la luz de malla de la bolsa y por la densidad y masa de los moluscos. La eficiencia de la eliminación y asentamiento de contaminantes depurados también se verá afectada por estos mismos factores.
- La imposibilidad de que los moluscos puedan abrirse, así como la reducción en la circulación del agua, eliminación y asentamiento de contaminantes se verá agravada por la colocación de varias capas de moluscos embolsados en tanques.

- Es difícil controlar la colocación de las bolsas en los tanques con respecto a los sistemas de entrada y salida de agua.
- Habría que sacar los moluscos de las bolsas antes del aclarado y clasificación posterior a la depuración.

Cuando se apilan las cajas una encima de la otra, debe quedar espacio entre los moluscos de las cajas superiores y los de las inferiores que permita ese aumento de volumen que se da cuando los moluscos se van abriendo. Para la mayoría de las especies 3 cm es un espacio adecuado, salvo en el caso de los mejillones que necesitan un espacio de 8 cm. Por la misma razón, debe haber 8 cm de agua por encima de la capa superior de moluscos al comienzo de la depuración en el caso de los mejillones y 3 cm para las otras especies. Es importante que los moluscos estén cubiertos de agua en todo momento, de lo contrario no se depurarán.

El sistema de contenedores a granel desarrollado en el Reino Unido permite la depuración de mejillones en capas de 38 cm de profundidad con aireación suficiente a través de una alta circulación descendente de agua que pasa a través de los moluscos. El sistema no ha sido comprobado para otras especies, que posiblemente no puedan abrirse ni por tanto funcionar adecuadamente debajo de una carga tan grande de otros moluscos. En algunos países se han utilizado sistemas más profundos para mejillones pero no existen pruebas directas de que los animales que se encuentran al fondo puedan abrirse. También se han observado problemas para mantener suficiente oxígeno disuelto dentro del sistema.

5.4 DISPOSICIÓN DEL SISTEMA DE TUBERÍAS Y DE LA CIRCULACIÓN DE AGUA

Un sistema sencillo puede consistir en varios tanques con una fuente común de agua (de circulación abierta, recirculación o estática). Si hay más de un tanque, el aporte de agua hacia todos los tanques debe hacerse en paralelo en vez de secuencialmente,

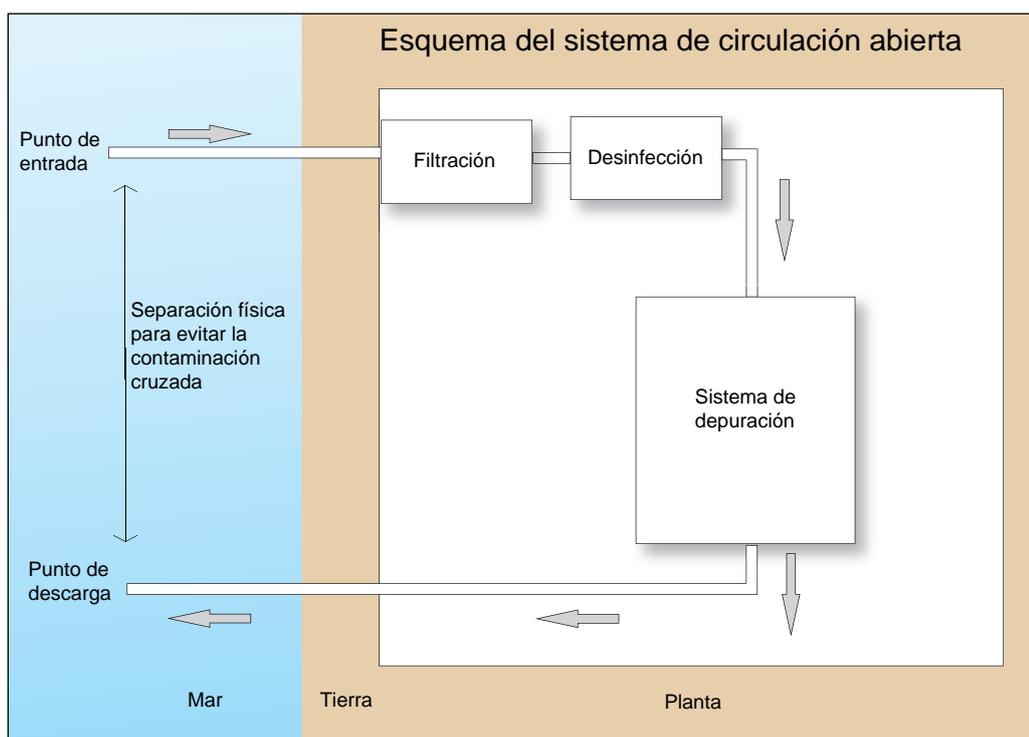


Figura 5.7: Circulación del agua de mar en un sistema abierto

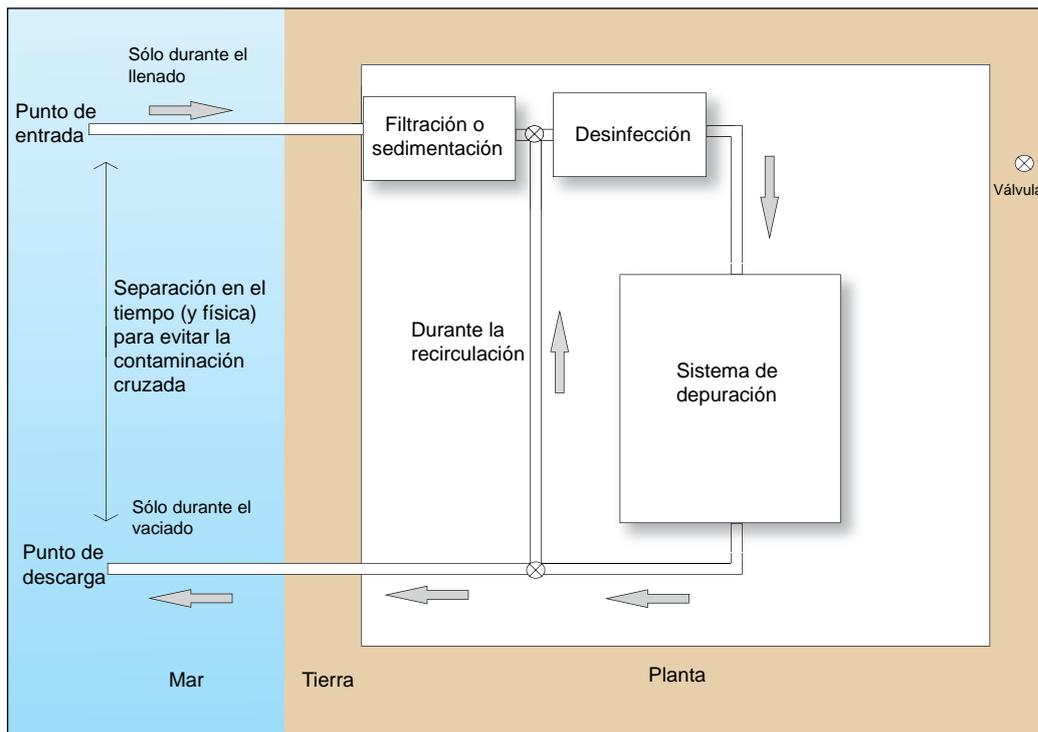


Figura 5.8: Circulación del agua de mar en un sistema cerrado

al objeto de impedir que los contaminantes pasen de un tanque a otro. Los requisitos para el funcionamiento en lotes se aplican al agua y a los moluscos y a los sistemas de recirculación que contienen más de un tanque conectado a la misma fuente de agua. Deben arrancar y detenerse al mismo tiempo. Los moluscos en todos los tanques que están interconectados forman un único lote.

Las Figuras 5.7 y 5.8 indican la circulación de agua de mar en un sistema abierto y en un sistema de recirculación, respectivamente.

Las tuberías deben estar hechas de materiales que no se corroan y ser aptas para estar en contacto con alimentos. Se emplea frecuentemente plástico de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS, por sus siglas en inglés), aunque el policloruro de vinilo (PVC) también es apropiado. La circulación del agua desinfectada se introduce preferiblemente en el tanque por medio de una barra de aspersores sobre la superficie del agua en un extremo, y la retirada se debe hacer mediante una barra de succión a unos pocos centímetros de la base del otro extremo del tanque, para evitar la resuspensión del material sedimentado. Las dos barras están compuestas por tubos perforados colocados a lo largo de la barra, que permiten distintas velocidades de entrada y salida en la parte ancha del tanque. Al tener las entradas y salidas en la parte superior y cerca del fondo del tanque, respectivamente (sin estar en el mismo fondo), la circulación del agua pasa obligatoriamente a través de los moluscos. La circulación también se maximiza si se colocan las cestas cargadas en la parte ancha y profunda del tanque para que el agua tenga que circular a través de las cestas en vez de alrededor de ellas. Hay que dejar suficiente espacio por encima de los moluscos para así permitir su apertura y movimiento durante la depuración y mantener la inmersión.

En un sistema de recirculación que utilice UV, el agua pasará a través de la bomba y la unidad UV y volverá a la barra de aspersión. En un sistema de circulación abierta, el agua de la barra de succión descargará en el entorno o en el sistema de drenaje. Una metodología alternativa al uso de barras de succión consiste en la utilización de uno o

Cuadro 5.2: Velocidades mínimas de circulación especificadas en el Reino Unido para sistemas de diseño estándar¹

Tipo de sistema	Pequeña escala 550-600 litros	Media escala 2 000–2 500 litros	Gran escala 4 000–4 500 litros	Contenedor a granel 1 100 litros	Pila vertical 650 litros sumidero
Caudal mínimo	20 l/min	208,3 l/min	158,3 l/min	108,3 l/min	15 l/min
Velocidad de circulación	1,2m ³ /hr	12,5 m ³ /hr	9,5 m ³ /hr	6,5m ³ /hr	0,9m ³ /hr

¹ Cuando se aplica un caudal mayor durante el proceso de autorización, éste puede especificarse por las autoridades como caudal mínimo debido a las diferencias en el rendimiento del sistema introducidas por variaciones menores en el sistema de tuberías y operaciones del sistema.

varios tubos centrales de desagüe, por encima del nivel del agua, provisto de una serie de agujeros en posiciones tales que se creen vórtices que proporcionan una circulación adecuada a través de los moluscos. Es necesario llevar a cabo pruebas de trazado con tintes para demostrar que el tubo proporciona la circulación adecuada.

Las barras de aspersión u otros sistemas de cascada proporcionan generalmente una aireación suficiente para mantener el contenido de oxígeno disuelto por encima de 5 mg/l con tal de que la ratio moluscos:agua sea suficientemente baja, la tasa de circulación sea la correcta para el sistema y la temperatura del agua no sea demasiado alta. Pueden darse problemas cuando los niveles de oxígeno disuelto son bajos, con mayor frecuencia con los mejillones. Los tipos de sistema de depuración sin circulación de agua (tanques estáticos) necesitan, de todas formas, alguna forma de aireación. Si ha de suministrarse aireación primaria o suplementaria, ésta no debería entrar en contacto directo con los moluscos, o no funcionarán adecuadamente, ni causar una resuspensión del material sedimentado. En sistemas abiertos o de recirculación, es preferible proporcionar una aireación suplementaria en el espacio que existe entre el extremo de la barra de los aspersores del tanque y una pantalla de circulación colocada delante de la primera pila de cajas. La pantalla de circulación es una hoja vertical de plástico o acero inoxidable, con agujeros dispuestos de manera regular. En el Reino Unido en los tanques más grandes de diseño estándar se colocan las pantallas de circulación en cada extremo para contribuir a una circulación lateral y uniforme del agua.



CEFAS (UK CROWN COPYRIGHT)

Figura 5.9: Caudalímetro longitudinal utilizado en un sistema de depuración

En los sistemas que utilizan barras de aspersores o tubos como forma principal de aireación, la concentración de oxígeno disuelto dependerá de la velocidad de circulación, además del diseño y la carga del sistema. Se suele aconsejar especificar un mínimo para un cambio completo de volumen por hora para los sistemas de recirculación. El Cuadro 5.2 muestra las velocidades de circulación mínima especificadas para los distintos sistemas de diseño estándar. En el programa sanitario nacional de moluscos (NSSP) de los Estados Unidos se recomienda una velocidad mínima de circulación de 107 litros por minuto por metro cúbico de moluscos. Este valor es el mínimo estipulado en Nueva Zelanda, salvo que se compruebe la eficacia de una velocidad inferior durante el procedimiento de verificación. En la Prefectura de Hiroshima, Japón, la circulación mínima especificada es de 12 litros por 1 000 ostras por minuto. En Marruecos, no se especifica una velocidad de circulación pero las utilizadas en los centros de depuración se encuentra entre 30 y 38 m³ por hora. Para asegurarse de que la velocidad de circulación

sea suficiente para una actividad óptima, y para cumplir las especificaciones de las autoridades, es necesario disponer de un medio para medir la circulación. La Figura 5.9 muestra un caudalímetro longitudinal.

Las superficies internas de las bombas no deben contener materiales que puedan corroerse por su exposición al agua de mar, o que puedan desprender elementos o compuestos tóxicos (p. ej. cobre). Se recomiendan bombas impulsoras tipo «*Recessed Impeller*» de capacidad suficiente para obtener la circulación máxima disponible con una válvula de diafragma, para poder conseguir siempre la circulación necesaria. Todas las unidades deben estar equipadas con un caudalímetro para medir la circulación y ajustarla al valor requerido.



Figura 5.10: Unidad mixta de calefacción y refrigeración para uso en un sistema de pequeña escala de diseño estándar

En algunos lugares del mundo, hay sistemas que utilizan tanques que emplean un sistema estático en vez de un sistema de circulación. Se llenan los tanques a partir de una fuente independiente de agua desinfectada que luego se deja durante el período de depuración. Dado que el agotamiento del oxígeno es una preocupación en estos sistemas, se puede suministrar un aporte de aireación primaria. Si el período de depuración es prolongado se podrá proceder a vaciar y rellenar los tanques, al menos una vez durante el ciclo, para recuperar los niveles de oxígeno (si no se proporciona aireación primaria) y eliminar los contaminantes inicialmente expulsados. Algunos de los sistemas contienen dispositivos potentes de aireación forzada que inciden directamente sobre los moluscos o provocan una resuspensión del material sedimentado, por lo que no cumplen con los principios generales de depuración identificados en el Capítulo 3.

Pueden necesitarse unidades de calentamiento o de refrigeración para satisfacer las temperaturas necesarias para la depuración, quizás sólo durante parte del año, dependiendo de la temperatura ambiente local y la temperatura de depuración necesaria.

Se puede calentar o enfriar el agua colocando las serpentinas directamente dentro de los tanques (apartadas de los moluscos) o desviando el agua del tanque a una unidad independiente de calefacción o refrigeración. Las serpentinas, o partes internas de una unidad de calefacción o refrigeración, no deben contener materiales que pueden corroerse con facilidad o disolverse en el agua de mar. Se debe disponer de una bomba independiente para las unidades más alejadas para mantener la circulación general dentro del tanque de depuración. La unidad de calefacción o de refrigeración debe estar controlada con un termostato y poder mantener la temperatura en el tanque en todo momento dentro del rango necesario. La Figura 5.10 muestra una unidad combinada de calefacción y de refrigeración.

También es posible controlar la temperatura de la depuración mediante el control de la temperatura ambiente en todo el edificio. Esto podría suponer una ventaja para el control de la temperatura en varios tanques y en otras partes del proceso al mismo tiempo.

5.5 VERTIDO DEL AGUA DE MAR UTILIZADA

El punto de desagüe del agua utilizada en el proceso debe estar alejado del punto de entrada para evitar que el agua de vertido contaminada pueda llegar a ser reciclada. La localización de los puntos de entrada y de vertido también debe tener en cuenta los flujos de la marea, etc., para reducir aún más esta posibilidad. Con los sistemas de recirculación, las operaciones de entrada y descarga pueden también realizarse en momentos diferentes. El vertido del agua de mar ya utilizada puede requerir una licencia por parte de las autoridades competentes. También, puede haber requisitos locales para la desinfección del agua de vertido, p. ej. para impedir la introducción de patógenos de los moluscos o la liberación de fitoplancton tóxico de moluscos importados.

Capítulo 6

Métodos de depuración de agua

6.1 SEDIMENTACIÓN Y FILTRACIÓN.....	36
6.2 LUZ ULTRAVIOLETA	37
6.3 CLORO Y COMPUESTOS CON CLORO	39
6.4 OZONO	40
6.5 YODOFOROS	41

La desinfección del agua puede resultar innecesaria si el lugar de captación está ubicado en una zona clasificada con una calidad que permita que los moluscos se comercialicen directamente para el consumo humano (Clase A de la UE; Autorizado por los Estados Unidos) y si el sistema sigue un diseño de circulación abierta. No obstante, en estas circunstancias, el tratamiento proporcionará además una salvaguarda adicional frente a contaminaciones intermitentes –también protegerá contra la contaminación por patógenos que podrían encontrarse de manera natural en el agua de mar, como los vibrios. Si el punto de captación está ubicado dentro de una zona de calidad de agua ligeramente inferior, o si se trata de sistemas de recirculación, entonces será necesaria la desinfección de la fuente de agua y del agua en recirculación al objeto de inactivar los patógenos que pueda haber. Por encima de 5 unidades nefelométricas de turbidez (UNT) (aproximadamente 15 mg/l de sólidos en suspensión) se producirá alguna atenuación de los UV, aunque el programa NSSP de los Estados Unidos indique un límite de turbidez de 20 UNT. Hay que prestar especial atención para asegurarse de que el sistema de UV funciona de manera efectiva y de que el material particulado no se acumula en otras partes del sistema, como los caudalímetros. El Cuadro 6.1 compara las ventajas y desventajas relativas de los tres métodos principales de desinfección.

Cuadro 6.1: Comparación de tres sistemas de desinfección de agua

Operación/condición	Luz ultravioleta	Cloro/compuesto clorado	Ozono
Costes de capital	Bajos	Medios	Elevados
Costes operativos	Los más bajos	Bajos	Elevados
Instalación	Simple	Compleja	Compleja
Facilidad de mantenimiento	Fácil	Moderada	Difícil
Costes de mantenimiento	Bajos	Medios	Elevados
Funcionamiento	Excelente	Posible crecimiento	No fiable
Claridad de la fuente de agua	Elevada	Baja	Media
Efecto virucida	Bueno	Malo	Bueno
Riesgo para el personal	Medio (ojos, piel)	Elevado	Medio (oxidante)
Toxicidad química	No	Sí	Sí
Efecto residual	No	Sí	Algo
Efecto sobre el agua	Ninguno	Trihalometanos	Subproductos tóxicos
Problemas operativos	Pocos	Medio	Muchos
Tiempo de contacto (mm)	1–5 seg	30–60 mm	10–20 mm
Efecto en los moluscos	Ninguno	Irritante	Oxidante

Fuente: Zinnbauer, *Pharmaceutical Engineering* Marzo-Abril, 1985.

Podrían aplicarse también tratamientos adicionales al agua de mar recirculada (y especialmente reutilizada) para reducir la concentración de subproductos metabólicos de los moluscos (como proteínas y amoníaco), como son los biofiltros y separadores de proteínas. Cuando se empleen deberán manejarse y mantenerse siguiendo estrictamente las instrucciones y recomendaciones técnicas del fabricante. Al igual que con el resto de los sistemas de depuración, necesitan tener capacidad suficiente para el volumen y caudal de agua que se va a tratar. Los biofiltros deben situarse antes de que comience el proceso de desinfección. Esto garantizará que los desinfectantes químicos residuales no inactivan los microorganismos de los biofiltros y que cualquier microorganismo liberado por los filtros (que podría incluir potencialmente patógenos, p. ej., vibrios) se inactivará antes de alcanzar a los moluscos. La colocación de separadores antes de la desinfección también reducirá la interferencia de los subproductos con los procesos de desinfección.

Es por tanto necesario colocar componentes múltiples de los sistemas de depuración de agua en el orden lógico, para así maximizar el rendimiento de cada componente y de todo el sistema. Debe conocerse el rendimiento buscado de cada componente (p. ej., la dosis objetivo para los procesos de desinfección) y cada unidad debería funcionar y mantenerse de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

6.1 SEDIMENTACIÓN Y FILTRACIÓN

Estos son los dos métodos tradicionales para reducir la turbidez de una fuente de agua para la depuración.

Sedimentación

La sedimentación es más apropiada para los sistemas de recirculación ya que para los sistemas en circuito abierto se necesitarían volúmenes de almacenamiento muy grandes. Se lleva a cabo en grandes tanques durante períodos que van hasta un día (normalmente 12 horas o más) de tal manera que las partículas de tamaño grande y moderado caen al fondo del tanque. Es importante que el agua de mar no se perturbe durante este período porque de lo contrario se producirá una resuspensión. Las partículas muy finas no se depositarán, por lo que el proceso puede no ser totalmente efectivo en todas las zonas. Después de la sedimentación, para llenar el sistema de depuración debería tomarse el agua de una llave de paso situada, al menos, a varios centímetros por encima del fondo del tanque para así evitar perturbar el material depositado. Por la misma razón, la velocidad de caudal debería mantenerse relativamente baja. Los tanques de sedimentación deberían ubicarse antes de la unidad de recirculación y el agua reciclada no debería volver al tanque de sedimentación. Debería haber un punto de drenaje adicional en la base del tanque para que éste se pueda vaciar completamente y limpiar de manera regular. Si se va a mantener el agua depositada más de un día antes de su uso, debería bombearse en un circuito corto preferiblemente a través de una lámpara de UV para evitar que se enrancie. Si se procede así los puntos de toma y retorno y la velocidad de caudal deberían ser tales que se evite la resuspensión del material sedimentado. La Figura 6.1 muestra un diagrama de un tanque de deposición simple.

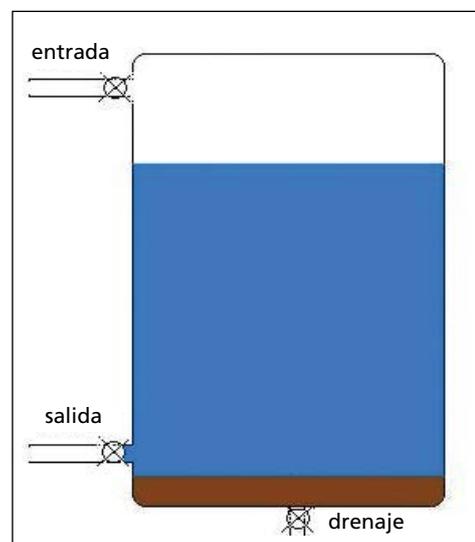


Figura 6.1: Tanque de sedimentación empleado para la clarificación de agua de mar

Filtración

La filtración puede emplearse tanto en sistemas de circulación abierta como de recirculación, aunque su uso para este último dependerá de la máxima capacidad de circulación de la unidad de filtrado. Los filtros se emplean antes del proceso de desinfección. Para las unidades de recirculación, el filtro debería estar en el lado del llenado inicial del sistema de instalación de agua y no dentro del mismo sistema de recirculación, de lo contrario las bacterias y otros microorganismos podrían crecer en el material de filtración y formar una fuente potencial de contaminación dentro del sistema.



ALESSANDRO LOVATELLI (FAO)

Figura 6.2: Filtro de arena bajo presión en un sistema de depuración

Tradicionalmente, se empleaban las unidades de filtración con arena, que son efectivas a la hora de eliminar partículas hasta un tamaño relativamente pequeño pero necesitan construirse y mantenerse de manera cuidadosa para que sean efectivas. También tienen una capacidad de caudal máximo relativamente baja. Las unidades deberían obtenerse de una fuente comercial o bien construirse siguiendo las indicaciones del diseñador. La Figura 6.2 muestra un filtro de arena bajo presión incluido en un sistema de depuración basado en desinfección por UV.

Para este fin hay otras unidades de filtración que podrían resultar igualmente efectivas, incluidas aquellas con cartuchos reemplazables o unidades de fácil limpieza. Es importante que dichas unidades de fácil limpieza se construyan con material que no favorezca el crecimiento de microorganismos. De nuevo, deberían seguirse de manera estricta las instrucciones del fabricante sobre limpieza y mantenimiento (incluida la sustitución de cualquier cartucho, si fuera pertinente).

En Malasia, el agua de mar filtrada se emplea para la depuración sin ningún otro tratamiento. El agua de mar se filtra hasta $1\ \mu\text{m}$ para eliminar partículas en suspensión así como otra flora y fauna presentes en el agua (Aileen Tan Shau-Hwai, comunicación personal). Desde la perspectiva microbiológica, este proceso eliminará las bacterias y partículas asociadas, aunque no los virus.

6.2 LUZ ULTRAVIOLETA

El tratamiento del agua de mar con luz ultravioleta (UV) podría emplearse tanto para sistemas de circulación abierta como de recirculación. En los sistemas de depuración se han aplicado con frecuencia lámparas de baja presión, debiendo encontrarse la producción principal de tales lámparas en la región de UVc (de 200 a 280 nm; pico de longitud de onda microbicida de 254 nm) que se



CEFAS (UK CROWN COPYRIGHT)

Figura 6.3: Unidad de UV instalada en un sistema a pequeña escala de tanques poco profundos

Clave: SB = Conmutador (en esta unidad controla el calentador/refrigerador, bomba y unidad UV)
 UV = Unidad de UV
 UVPS = Suministro de energía UV



M.GI.B. SRL, MESOLA (FE), ITALIA

Figura 6.4: Dos unidades de UV incluidas en una planta de depuración a gran escala

emplea para la desinfección. La unidad de lámpara UV está compuesta de un tubo en el que dicha lámpara está contenida dentro de una funda de cuarzo y el agua de mar pasa por el espacio que queda entre el tubo y la funda.

La Figura 6.3 muestra esta unidad colocada al final de un sistema a pequeña escala de tanques poco profundos (también se puede ver el caudalímetro en línea a la izquierda de la unidad de UV). La Figura 6.4 muestra dos grandes unidades UV que funcionan en una gran planta de depuración (también se puede ver al final de la sala un separador de proteínas con ozonador). La unidad, por tanto, tiene una distancia máxima fija para que pueda viajar la luz UV –la distancia radial– entre el exterior de la funda de cuarzo y el interior del tubo exterior. Antes del desarrollo de estas unidades de tubos cerradas, los sistemas de depuración con UV llevaban lámparas situadas por encima del agua que circulaba a través de un conducto poco profundo o por encima de un azud (unidades Kelly-Purdy). Estos sistemas no son tan eficaces como los cerrados ni tan seguros de accionar –por lo que no se recomienda su uso.

Se ha calculado una dosis mínima adecuada de $10 \text{ mW/cm}^2/\text{seg}$ para sistemas de recirculación. Esto es equivalente a una lámpara de 30W para un sistema que contenga 2 200 litros de agua de mar. El fabricante de la unidad de UV especificará la velocidad máxima de caudal que se puede usar en la unidad.

La eficacia de producción de UV en el rango de referencia se reduce con el uso. Los fabricantes de lámparas UV suelen especificar su vida útil, que equivale a la eficiencia restante del 80 por ciento del original. Para determinar el tamaño de la unidad de UV necesaria para un sistema específico al final hay que considerar la eficiencia de la vida media. Por ejemplo, la lámpara GE G55T8/HO 55W tiene una vida útil recomendada de 8 000 horas, transcurridas las cuales la producción nominal será de 44 W. Las lámparas que alcancen su vida media tienen que sustituirse, aunque todavía estén en funcionamiento, con el objeto de garantizar que se alcanza la dosis correcta. Es muy importante que cada lámpara esté dotada de un mecanismo de registro automático que muestre el tiempo transcurrido desde que se cambió la lámpara por última vez o, en su defecto, debe llevarse un registro manual. Debería advertirse que la vida media de las lámparas se suele basar en el uso continuo y que apagarlas y encenderlas reducirá su vida efectiva.

La dosis que se aplica realmente al agua de mar depende de una serie de factores distintos, incluida la transmisividad del medio (capacidad de que la UV atraviese el medio, en este caso el agua de mar). La transmisividad también dependerá de una serie de factores adicionales, como la turbidez del agua y la presencia de sales inorgánicas disueltas o material orgánico. La cantidad de luz UV que se aplique realmente al agua de mar también depende del estado de limpieza de la funda de cuarzo que contiene las lámparas. La acumulación de material en la funda reducirá enormemente la cantidad de luz UV que traspasa y es por tanto necesario tener un calendario de limpieza regular, que siga las instrucciones del fabricante a este respecto. Cabría mencionar que cualquier material empleado en el proceso de limpieza debería estar aprobado para su uso en instalaciones de producción de alimentos, y que las unidades deberán aclararse siempre concienzudamente después del proceso de limpieza.

La dosificación de UV se puede citar bien como la dosis aplicada (normalmente calculada a partir de la producción de la lámpara, bien teórica o medida) y la transmisividad del agua de mar, o bien como la dosis recibida (realmente medida en la pared del tubo que contiene la lámpara). En la práctica, los sistemas para medir la dosis de UV varían mucho en cuanto a su funcionamiento y la manera más práctica de determinar la dosis requerida es basarla en el funcionamiento teórico de la lámpara y controlar la transmisividad del agua todo lo que sea posible (p. ej., incluyendo la sedimentación y filtración), cuando sea necesario.

La radiación UV puede ser dañina tanto para los ojos como para la piel. El uso de lámparas en unidades opacas selladas significa que el personal no está expuesto a la radiación. Algunas unidades tienen cierres terminales traslúcidos que transmitirán la luz visible emitida por la lámpara de tal manera que se sabrá si están funcionando. De lo contrario, tiene que contarse con algún otro sistema para verificar que la lámpara está encendida para poder comprobar el funcionamiento al comienzo de la depuración y en períodos regulares durante el ciclo. Debe señalarse que la prueba de que la lámpara está en funcionamiento NO significa que la producción sea satisfactoria. Se requiere un control del uso y la sustitución posterior después del número prescrito de horas, esté encendida la lámpara o no.

Cuando se desmantelan y reagrupan unidades durante la limpieza o sustitución de lámparas, las instrucciones del fabricante deberían seguirse muy de cerca para evitar dañar las lámparas y mantener el agua alejada de los aparatos eléctricos.

6.3 CLORO Y COMPUESTOS CON CLORO

El cloro fue uno de los primeros medios utilizados para desinfectar el agua de mar para la depuración. Cuando se utiliza con agua de mar de cargas bajas o moderadas de sedimentos o materia orgánica es un efectivo bactericida. No obstante, existen dudas respecto a su efectividad frente a virus.

La adición de cloro se lleva a cabo normalmente empleando una solución de hipoclorito de sodio, aunque podrían emplearse los compuestos que generan cloro o gas de cloro (nótese que esta práctica es arriesgada). En Japón, algunas plantas emplean electrolisis en línea de agua de mar para generar cloro.

Para la depuración, se utiliza de 2 a 3 mg/l de cloro libre durante un tiempo de contacto de hasta una hora. En Marruecos, la autoridad competente especifica un máximo de concentración de cloro libre de 3 mg/l y un tiempo de contacto de al menos una hora.

La cantidad de solución de cloro requerida puede determinarse utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen a añadir (litros)} = \frac{\text{Concentración final requerida (mg/l)} \times \text{volumen del tanque (litros)}}{\text{Concentración de la solución madre (mg/l)}}$$

p. ej. para obtener una concentración final de 3 mg/l con un volumen de tanque de 1 000 litros y una concentración de solución madre del 10 por ciento (100 000 mg/l) cloro libre:

$$\begin{aligned} \text{Volumen a añadir (litros)} &= \frac{3 \times 1\,000}{100\,000} \\ &= 0,03 \text{ litros} \\ &= 30 \text{ ml} \end{aligned}$$



MAMORU YOSHIMIZU

Figura 6.5: Electrolizador con caudalímetro para la depuración de ostras

Antes de su uso es necesario reducir el cloro libre en el agua hasta menos de 0,1 mg/l, de lo contrario los moluscos no mostrarán la actividad necesaria y la depuración se verá mermada. Esta reducción se consigue añadiendo tiosulfato de sodio. También existe la inquietud de que los subproductos formados en contacto con materiales orgánicos en el agua de mar puedan acumularse en los moluscos y supongan un riesgo potencial a largo plazo para la salud.

En Japón se emplea un electrolizador (véase la Figura 6.5) para clorar el agua de entrada, que contiene de 3,0 a 3,3 por ciento (de 30 a 33 ppt) de NaCl que se descompone pasando por encima de un electrodo. Normalmente para la desinfección se emplea de 0,2 a 0,3 mg/l de cloro. Esta concentración no es tóxica para las ostras pero sí se ha visto que inactiva *E. coli*, *V. parahaemolyticus* y el *Calicivirus felino* (CVF), un sustituto en investigación del norovirus.

6.4 OZONO

El ozono es muy efectivo para inactivar tanto bacterias como virus. Se puede comprar en forma gaseosa en cilindros o se puede producir en el mismo sitio a través de una descarga eléctrica de alta energía o mediante luz UV (longitud de onda máxima a 185 nm en lugar de los 254 nm utilizados para la desinfección con UV). El ozono se introduce luego en el agua de mar a través de un difusor para obtener una buena mezcla.

El ozono es una forma relativamente cara de desinfección y el gas es muy tóxico. Por lo tanto, tienen que seguirse unas normas de seguridad muy estrictas. El ozono se puede emplear a una concentración que no exceda los 0,5 mg/l (para minimizar la producción de bromato – véase abajo) para tratar agua de mar en tandas por períodos de hasta 10 minutos. Esto se lleva a cabo en un tanque separado del que se usa para la depuración y luego el ozono residual tiene que extraerse del agua de mar antes de su uso para que no afecte de manera adversa a los animales – esto se consigue a través de la aireación.

Hay dos preocupaciones adicionales cuando se usa ozono. La primera es que los bromatos que se forman cuando el ozono está en contacto con el agua de mar son considerados como compuestos potencialmente cancerígenos. La segunda es que los niveles residuales de ozono podrían hacer que los moluscos redujeran o cesaran la actividad, mermando por tanto la efectividad del proceso depurativo.

6.5 YODOFOROS

En el pasado se han empleado yodoforos en Italia y se ha intentado comercializarlos en otros países. El objetivo es que, además de desinfectar el agua de depuración, los bajos niveles residuales de yodoforos en el tracto intestinal de los moluscos aportan un efecto microbiocida directo, incluso frente a virus. Sin embargo, se han expresado ciertas preocupaciones en lo que se refiere al alcance de la actividad frente a los virus. En Italia los sistemas ahora usan predominantemente UV u ozono.

Capítulo 7

Consideraciones previas a la depuración

7.1 RECOLECCIÓN	43
7.2 TRANSPORTE	43
7.3 MANEJO GENERAL	43
7.4 ALMACENAMIENTO	44
7.5 LAVADO, SELECCIÓN Y ELIMINACIÓN DEL BISO	44

7.1 RECOLECCIÓN

Las técnicas de recolección no deberían provocar una gran conmoción en los animales, o un daño visible en las conchas ya que podría provocar una menor eficiencia de la depuración o un aumento de la mortalidad, bien en el sistema de depuración o en fases posteriores. En general, la recolección a mano y las técnicas de rastrilleo provocan menos trastornos y daños en los animales, mientras que las técnicas mecánicas de recolección pueden ocasionar los mayores daños. No obstante, el alcance depende tanto de la especie animal como del método que se emplee. Por ejemplo, los berberechos (*Cerastoderma edule*) sufren una proporción relativamente elevada de daños al recolectarse utilizando medios mecánicos.

7.2 TRANSPORTE

Los procedimientos de transporte deberían proteger a los moluscos de la contaminación, de las temperaturas extremas y de daños físicos o el exceso de vibración. Para proteger a los moluscos de la contaminación deben cubrirse y colocarse separados del suelo del vehículo, para así mantenerlos alejados del agua de drenaje. Véase la Sección 7.4 sobre las temperaturas ideales de almacenamiento.

Algunas especies de moluscos bivalvos son incapaces de cerrar herméticamente sus valvas y esto puede suponer una restricción adicional para la duración del transporte. En el Reino Unido, se especifica un máximo de 6 horas entre la recolección y el comienzo de la depuración, tanto para los berberechos (*C. edule*) como para las navajas (*Ensis* spp.). Además, las navajas tienen que colocarse en manojos de un máximo de 12 animales, normalmente atados con una goma elástica, para que mantengan la integridad y viabilidad.

7.3 MANEJO GENERAL

Los procedimientos de manejo en todas las etapas deberían evitar trastornos que afecten a los animales. En particular, cuando se manejen grandes cantidades debería evitarse que

los animales se cayeran sobre superficies duras, se aplastaran o sufrieran otros daños. Aunque la mayoría de los animales pueden sobrevivir a tales circunstancias, su capacidad de depuración y su vida comercial se verá mermada.

7.4 ALMACENAMIENTO

Los moluscos que se reciben en la planta deberían almacenarse preferiblemente dentro de la zona de recepción, de tal manera que se evite la contaminación y la exposición a temperaturas extremas (bien sea calor o frío). Deberían estar separados del suelo y si no están almacenados en el interior, deberían estar cubiertos. Las temperaturas extremas pueden reducir la efectividad de la depuración y las temperaturas elevadas pueden generar la multiplicación de bacterias, especialmente vibrios. Para el almacenamiento el rango de referencia que se considera normalmente es entre 2 y 10 °C, aunque tienen que considerarse las características de las especies locales a la hora de determinar el rango real específico. Los reglamentos locales pueden estipular otros rangos para el almacenamiento y el transporte.

7.5 LAVADO, SELECCIÓN Y ELIMINACIÓN DEL BISO

Hay que lavar y limpiar los moluscos retirando cualquier barro o material del exterior de las conchas antes de colocarlos en contenedores (cajas o cestas) para cargarlos en los tanques de depuración. Los moluscos también deben clasificarse e inspeccionarse, y debe eliminarse cualquier molusco muerto o dañado, así como cualquier otra especie, algas, etc. Estas operaciones son necesarias para minimizar la cantidad de contaminantes externos que entran en el tanque y evitar la posibilidad de que los moluscos muertos y otras especies se descompongan en los tanques. La presencia de depredadores (como la estrella de mar) olvidados entre los moluscos podría provocar estrés y evitar que se diera una buena depuración. En el mercado existen sistemas mecánicos para eliminar moluscos rotos y otros residuos, incluida una instalación de aclarado, pero aún así se necesita realizar inspecciones visuales.

Los hilos del biso en el mejillón tienen que retirarse antes de colocarlos en los contenedores de depuración. Se comercializan sistemas para llevar a cabo esta operación.

Capítulo 8

Funcionamiento del sistema

8.1 CARGA DE LAS CAJAS	45
8.2 CARGA DE LOS TANQUES	45
8.3 OPERACIÓN EN TANDAS	47
8.4 CONDICIONES PARA LA DEPURACIÓN	47
8.5 PERÍODO DE DEPURACIÓN	47
8.6 DRENAJE POR FLUJO DESCENDENTE	48
8.7 VIGILANCIA	48

8.1 CARGA DE LAS CAJAS

Un aspecto importante a tener en cuenta a la hora de cargar las cajas y las cestas es el peso máximo bajo el cual los moluscos bivalvos pueden abrirse y bombear adecuadamente, que varía según la especie. El Cuadro 8.1 indica la profundidad máxima estipulada en el Reino Unido para distintas especies.

8.2 CARGA DE LOS TANQUES

En general, es preferible cargar el tanque antes de introducir el agua de mar. De esta manera se evita que el operario contamine el agua de mar y facilita que se coloquen bien las cajas y cestas sin que los moluscos bivalvos se abran y digieran el material en suspensión. Las cajas o cestas deben estar dispuestas según las necesidades del diseño y de los requisitos para la autorización del sistema (véanse las Secciones 5.2 y 5.3). Una sobrecarga del sistema provocará la reducción de los niveles de oxígeno y altas concentraciones de productos metabólicos finales, como el amoníaco, así como una menor eficacia de la depuración.

Los tanques pequeños pueden cargarse manualmente mientras que los más grandes pueden cargarse utilizando medios mecánicos tal como se muestra en la Figura 8.1. El operario no debería estar dentro del tanque para la carga y descarga para así evitar el riesgo de contaminación del sistema.

Cuadro 8.1: Máxima profundidad de las cajas estipulada en el Reino Unido, para distintas especies de moluscos bivalvos

Nombre científico	Nombre común	Profundidad máxima
<i>Crassostrea gigas</i>	Ostión japonés	Capa doble
<i>Ostrea edulis</i>	Ostra europea	Capa simple solapada
<i>Mytilus edulis</i>	Mejillón	80 mm
<i>Cerastoderma edule</i>	Berberecho	80 mm
<i>Mercenaria mercenaria</i>	Chirla mercenaria	80 mm
<i>Tapes decussatus</i>	Almeja fina	80 mm
<i>Ensis</i> spp.	Navaja	Manojos de 12 navajas



ALESSANDRO LOVATELLI (FAO)

Figura 8.1: Sistema mecánico de carga y descarga de tanques

Si se utiliza la desinfección ultravioleta, el sistema debe llenarse a través de la unidad de UV. Esto significa que debe lograrse el nivel inicial necesario de desinfección del agua de mar en una sola pasada por la unidad, sin embargo esto no es posible en algunos sistemas debido a la disposición de las tuberías. En estos casos, se introduce en el tanque el volumen correcto de agua de mar (sin moluscos) y la desinfección inicial se consigue mediante la recirculación del agua a través del sistema de radiación

UV durante un mínimo de 12 horas para que el volumen completo de agua de mar en el tanque pueda atravesar toda la unidad.

Después se introducen los moluscos. Sin embargo, es preferible realizar el llenado a través de la unidad UV. Desde el punto de vista regulatorio, se pueden especificar cargas máximas para limitar la relación moluscos:agua en el sistema con el fin de garantizar el mantenimiento de unas concentraciones adecuadas de oxígeno disuelto e impedir la acumulación de productos metabólicos tales como el amoníaco. Normalmente se calcula la función de la carga máxima por caja y número de cajas. En el Cuadro 8.2 se presentan las cargas máximas permitidas en el Reino Unido para los sistemas de diseño estándar. En Marruecos, la densidad máxima autorizada por la autoridad competente es de 30 kg/m².

En los Estados Unidos la ordenanza modelo del programa NSSP recomienda que se utilice un volumen de agua de mar por tanque de al menos 6 400 litros por metro cúbico de moluscos para la chirla mercenaria (*M. mercenaria*) y la ostra americana (*Crassostrea virginica*) y de 4 000 litros por metro cúbico de moluscos para la almeja babosa (*M. arenaria*). En Nueva Zelanda, el valor mínimo de 6 400 litros por metro cúbico de moluscos se especifica para berberechos y ostras salvo que se determine un valor menor,

Cuadro 8.2: Cargas máximas estipuladas en el Reino Unido para sistemas de diseño estándar

Tipo de sistema	Mejillón <i>Mytilus</i> Especies e híbridos	Berbercho <i>Cerastoderma edule</i>	Ostra ¹ <i>Crassostrea gigas</i> y <i>Ostrea edulis</i>	Almeja <i>Tapes philippinarum</i> y <i>Tapes decussatus</i>	Chirla mercenaria <i>Mercenaria mercenaria</i>	Navaja <i>Ensis</i> spp.
Pequeña escala 550–600 litros	90 kg	30 kg	750	56 kg	72 kg	40 kg
Media escala ² 2 000–2 500 litros	750 kg	110 kg	4150	500 kg	650 kg	145 kg
Gran escala ² 4 000–4 500 litros	1 500 kg	220 kg	12 000	1 000 kg	1 300 kg	290 kg
Contenedor ³ 1 100 litros	300 kg	–	–	–	–	–
Pila vertical 650 litros sumidero total 16 cajas	240 kg	80 kg	2 000	168 kg	216 kg	105 kg

¹ La carga se especifica en número de ostras.

² La capacidad de los sistemas de media y gran escala dependen del tipo de cajas autorizadas que se utilice.

³ El sistema de contenedores solo se ha comprobado de manera completa para su utilización con mejillones.

y se autorice, basado en estudios de procesos de depuración en el momento del encargo del estudio, mientras que los valores mínimos para otras especies deben basarse en estos procedimientos.

Los moluscos que no estén totalmente sumergidos no se depurarán, por lo que, después de cargar los tanques de los moluscos y después del llenado de agua de mar, es necesario controlar que los moluscos estén cubiertos por un nivel mínimo recomendado de agua de mar.

8.3 OPERACIÓN EN TANDAS

La depuración consiste en un proceso de entrada y salida total en cada sistema. No se debe añadir ni retirar animales de un tanque ni de ninguna otra parte de un sistema interconectado durante un ciclo. En un sistema interconectado, un tanque comparte la misma fuente de agua de recirculación o de circulación abierta que fluye desde un tanque a otro. Cuando la circulación del agua a través de tanques simples pueda aislarse, se puede efectuar un drenaje con flujo descendente en distintos momentos una vez completada la depuración necesaria y el tanque que se vaya a drenar se haya aislado de los demás. Si se produce alguna perturbación en el sistema o en la circulación del agua durante un ciclo, debe reemplazarse a todos los moluscos en el sistema y comenzarse el ciclo entero de nuevo.

8.4 CONDICIONES PARA LA DEPURACIÓN

Las condiciones para la depuración deben seguir los principios descritos en la Sección 3, cumplir los requisitos legales locales, y donde proceda, estar autorizadas por la agencia local de control previa inspección.

En general, para los sistemas basados en circulación abierta o en recirculación, se recomienda al menos un cambio del agua de mar por hora. Sin embargo, el valor real dependerá del diseño del sistema, teniendo en cuenta la relación moluscos:agua y de la especie que se vaya a depurar.

8.5 PERÍODO DE DEPURACIÓN

Se utiliza un rango amplio de períodos de depuración en el mundo, desde unas pocas horas hasta varios días. Cabe resaltar que la tasa de retirada de coliformes fecales o *E. coli* no está directamente relacionada con la tasa de eliminación de patógenos. Esto se aplica sobre todo a algunos de los patógenos víricos y vibrios marinos. El ajustar los períodos de depuración al contenido de bacterias indicadoras de lotes individuales (el cual puede que no esté directamente relacionado con el contenido de patógenos del lote) a las tasas de depuración teóricas u observadas de estos indicadores no garantiza resultados fiables. Ha habido una tendencia general de aplicar períodos de 48 horas si el sistema está bien diseñado y funciona correctamente. Este tiempo aseguraría la eliminación de la mayoría de los patógenos bacterianos derivados de aguas fecales o aportaría una reducción aproximada de dos tercios de los patógenos víricos como Norovirus. Ampliar el tiempo de depuración, por ejemplo a 5 días, favorecería la eliminación de los patógenos víricos, si la temperatura y otras condiciones son satisfactorias (p. ej. 18 °C para *C. gigas* en Europa septentrional).

Desde el punto de vista reglamentario, se especifica un mínimo de 42 horas en el Reino Unido y 44 horas según la ordenanza modelo estadounidense NSSP. En Nueva

Zelanda el período mínimo estipulado es de 48 horas, salvo que la autoridad pida que los requisitos en destino se satisfagan con un período más corto. Incluso en este caso, se especifica un mínimo de 36 horas aunque se reconoce que algunas especies puedan necesitar más de 48 horas. Se utilizan períodos más cortos en algunos países donde la autoridad competente no especifica un período mínimo y donde la industria enfoca este período principalmente hacia la eliminación de bacterias fecales indicadoras. Por ejemplo, en Italia se utilizan frecuentemente períodos de depuración de 18–24 horas y en algunos casos el período puede ser significativamente más corto.

8.6 DRENAJE POR FLUJO DESCENDENTE

El agua del tanque debería drenarse en la misma dirección que la circulación normal para evitar una resuspensión de material fecal sedimentado. Por el mismo motivo, la velocidad de drenaje debe ser más o menos la misma que la velocidad de circulación del agua durante el funcionamiento. Si la altura normal de la salida de agua, por ejemplo con una barra de succión, se encuentra por encima de la capa inferior de moluscos, se recomienda abrir una salida adicional más abajo cuando el agua se acerca a ese nivel.

8.7 VIGILANCIA

La temperatura, la salinidad y la velocidad de circulación deben comprobarse al menos tres veces durante cada ciclo de depuración: al principio, a mitad y al final. Si cualquiera de estos parámetros no se encuentra dentro de los rangos estipulados, (definido por la agencia de control local o acordado con la misma o especificado en el plan de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control [HACCP]) debería ajustarse donde proceda y el proceso debe cronometrarse de nuevo desde el principio.

Las recomendaciones sobre la vigilancia del sistema UV se ofrecen en la Sección 6.2. Para otros procedimientos de desinfección del agua de mar, se deberá utilizar un kit de pruebas para garantizar que se ha utilizado la cantidad de desinfectante adecuada al inicio del tiempo de contacto para cada tanda de agua de mar. El tiempo de contacto del desinfectante con el agua debe registrarse. Después de la desinfección, se deberá controlar de nuevo el nivel residual de desinfectante para garantizar que se encuentre por debajo de los niveles requeridos.

Es importante que cualquier método utilizado para determinar la concentración del desinfectante sea apropiado para su utilización con agua de mar, dado que las sales marinas pueden interferir con algunas reacciones químicas. También es importante asegurarse de que cualquier método utilizado sea adecuado para su utilización dentro del rango de las concentraciones esperadas (normales y anormales).



Figura 8.2: Ejemplo de un kit para la medición de ozono

El cloro libre se mide normalmente mediante una reacción cromática con N,N-dietil-p-fenilén diamina (DPD). El cloro total se mide normalmente siguiendo el mismo método después de la liberación de cloro ligado por la adición de yodo de potasio. Una medición precisa requiere la utilización de un contador para comprobar la intensidad del color producido por la reacción. Se pueden determinar

valores aproximados con el uso de un kit donde el color resultante se compare con una carta de colores.

El ozono se añade normalmente de forma automática para alcanzar un potencial redox preestablecido y se mide con un contador apropiado. Sin embargo, la concentración que realmente se consigue en el agua objeto de desinfección debe medirse ocasionalmente utilizando un método químico, mientras que la concentración en el agua de mar utilizada para la depuración debería comprobarse regularmente. Ambas comprobaciones pueden realizarse utilizando una reacción cromática. Dos métodos incluyen el blanqueo de trisulfonato de índigo y una forma de reactivo DPD sustituido por metal utilizado para el análisis de cloro. Al igual que con las determinaciones de cloro, existen *kits* para hacer comparaciones visuales sencillas, mientras que en grandes plantas con laboratorios *in situ* se puede utilizar mediciones instrumentales para conseguir un resultado más preciso. En la Figura 8.2 se puede ver la fotografía de un *kit* utilizado en un centro de depuración para la medición de ozono residual.

El Apéndice 3 presenta un formulario de registro recomendado.

Capítulo 9

Manipulación posterior a la depuración

9.1 DESCARGA	51
9.2 LAVADO Y ELIMINACIÓN DE BISOS	51
9.3 ENVASADO	52
9.4 ALMACENAMIENTO	53
9.5 TRANSPORTE	54

Al igual que con la manipulación previa a la depuración, ésta debiera evitar la recontaminación de los moluscos, conmociones innecesarias o vibración. Tampoco deberían estar los moluscos expuestos a temperaturas extremas.

9.1 DESCARGA

Antes de retirar los moluscos, debe drenarse el agua en el sistema de depuración por debajo de su capa inferior para evitar la resuspensión y la reingestión de material sedimentado. Según sea el diseño y tamaño de tanques y contenedores (cajas, cestas, etc.), los moluscos pueden retirarse manualmente o a través de un mecanismo de elevación mecánico.

Después de la descarga, se debe drenar el agua de mar residual y retirar y lavar cualquier material sólido restante. Se recomienda fregar el interior del tanque con una solución de limpieza apta para uso en la producción de alimentos (esto podría estar sometido a normas locales): se suelen emplear para este fin soluciones de hipoclorito de sodio. El tanque tiene que aclararse después concienzudamente con agua potable o agua de mar limpia para eliminar cualquier traza del agente de limpieza. El resto del agua de aclarado debería drenarse completamente antes de que el tanque se utilice de nuevo. Cada cierto número de ciclos, debe limpiarse el sistema de tuberías con una solución de limpieza y luego aclararse meticulosamente con agua potable o agua de mar limpia. Esto evitará la acumulación de suciedad y limos en las tuberías.

9.2 LAVADO Y ELIMINACIÓN DE BISOS

Los moluscos deben aclararse con agua potable o agua de mar limpia después de la depuración para eliminar cualquier material sólido adherido como las heces. Esta actividad se puede llevar a cabo en el tanque después del drenaje o después de haber descargado los moluscos. En ningún momento los moluscos deben estar sumergidos en el agua de lavado – debe proporcionarse un drenaje adecuado.

Los mejillones que han tenido las condiciones fisiológicas correctas durante la depuración producirán bisos y los filamentos tendrán que eliminarse antes del envasado

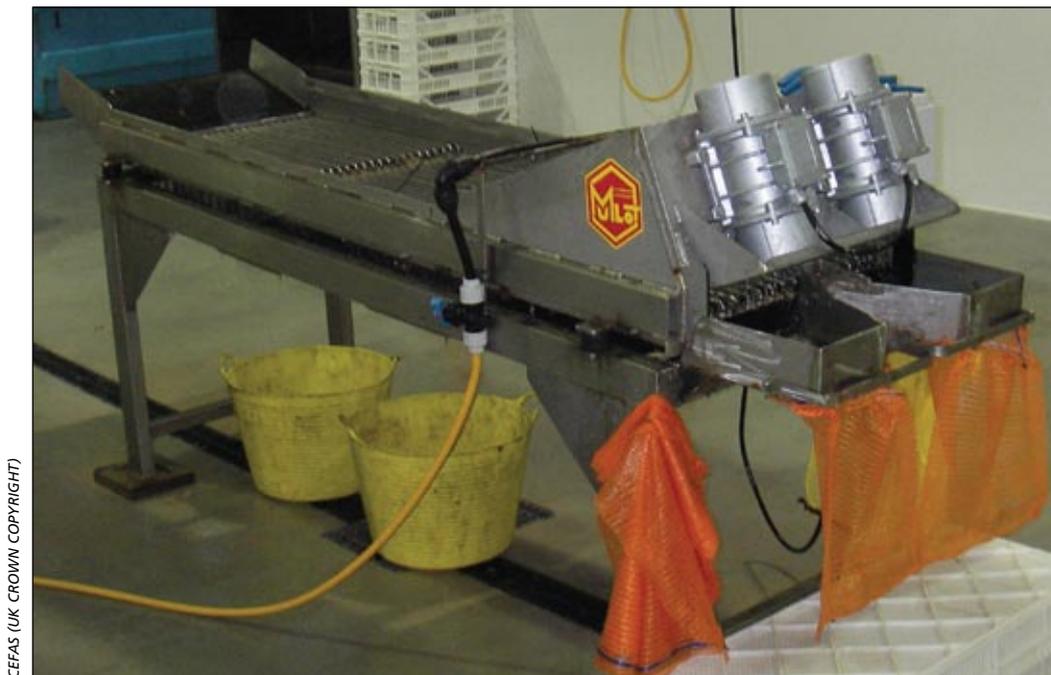


Figura 9.1: Mesa de clasificación y envasado

con el mismo proceso que se empleó antes de la depuración. Es preferible contar con un equipo separado, especialmente en plantas de mucha producción. Para plantas más pequeñas, se podría emplear el mismo equipo antes y después de la depuración siempre que se retiren todos los moluscos y otro material antes de la depuración y que el equipo se limpie concienzudamente.

La Figura 9.1 muestra una mesa vibradora con atomizador de aclarado empleado para la clasificación y envasado de mejillones después de la depuración.

9.3 ENVASADO

Las actividades de envasado deben realizarse en un lugar de la planta separado del que se utiliza para otras actividades y preferiblemente físicamente separadas de esas zonas (Figura 9.2). Los materiales para el envasado deben ser de la categoría empleada para alimentos, aunque, con la mayoría de las especies de moluscos que se venden vivos, el envasado no debe entrar en contacto directo con las partes comestibles. Los materiales de envasado pueden ser redes de malla, cajas con o sin cubierta, o bolsas de plástico. Las normativas locales o internacionales (para productos exportados) pueden dictar el tipo de envase que se emplee. El envase debiera permitir la salida de cualquier líquido que pierdan los moluscos durante el almacenamiento y para evitar así que éstos queden encharcados. Las ostras se envasan generalmente colocando la concha cóncava hacia abajo.

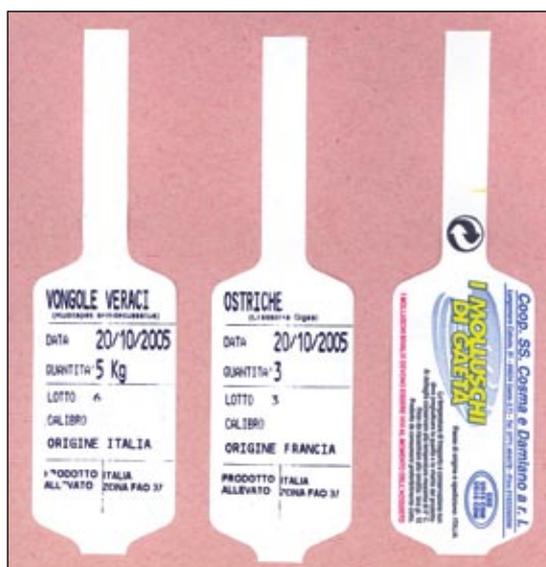
Según sea la producción de la planta, se pueden emplear máquinas envasadoras ya existentes en el mercado. Se pueden configurar para cantidades específicas (pesos) de moluscos para cada envase. Si se emplean estas máquinas deben limpiarse de manera regular. Para algunas especies de moluscos, p. ej. ostras, los compradores pueden pedir que el molusco se clasifique (p. ej. por tamaño, peso) por lo que esta clasificación se realizará antes del envasado. De nuevo, si la clasificación se lleva a cabo por una máquina, ésta debe limpiarse regularmente.



M.G.B. SRL, MESOLA (FE), ITALIA

Figura 9.2: Clasificación y envasado de bivalvos después de la depuración

La normativa local o internacional podría dictar también el tipo de etiqueta aceptable que va en el envase y los detalles que hay que incluir en las mismas. La propia etiqueta y la impresión sobre ella tienen que ser resistentes al agua y permanecer fijas en el envase durante varios procedimientos de transporte y manipulación. El mismo etiquetado incluirá la especie de molusco, fecha de envasado, fecha de caducidad o de consumo preferente y número de autorización del centro de envasado. En la UE, la etiqueta debe indicar el país de origen (al efecto se adjudican códigos específicos) y la fecha de caducidad o de consumo preferente puede sustituirse con la frase «estos animales deben estar vivos en el momento de la venta». Para ayudar a realizar una referencia cruzada con los registros en el centro de depuración, es útil incluir un número de lote que indique el ciclo o sistema (y posiblemente el tanque) al que se refiere el producto envasado. Para propósitos comerciales, las etiquetas deben contener el nombre de la empresa y otros detalles. En la Figura 9.3 se pueden ver ejemplos de etiquetas.



ALESSANDRO LOVATELLI (FAO)

Figura 9.3: Etiquetas en el envase de productos depurados

9.4 ALMACENAMIENTO

Los moluscos envasados y a la espera del transporte (o de la venta directa desde la planta) deben guardarse en una zona limpia (o sala refrigerada) en condiciones de temperatura

controladas, normalmente entre 2 y 10°C según la especie. Esta zona debería estar separada de otras zonas de la planta que se dedican a la transformación antes de la fase de envasado y deben ser parte de la misma zona de envasado o estar adjuntas a ella.

9.5 TRANSPORTE

El transporte no debería exponer a los moluscos a la contaminación, aplastamiento o vibración extrema para que la calidad y viabilidad del producto se mantenga. El transporte debe efectuarse en vehículos recubiertos de materiales fáciles de limpiar. Los mismos moluscos deben estar separados del suelo del vehículo para que cualquier líquido que se pierda de los envases drene fuera de la carga. La temperatura debería estar controlada, normalmente dentro del rango de los 2–10°C según la especie de la que se trate. Al igual que con el almacenamiento y transporte previos a la depuración, las normas locales pueden estipular otro rango de temperatura. El comercio internacional, o incluso los métodos lentos de transporte para mercados locales, podrían provocar períodos de transporte potencialmente prolongados entre el envasado y la llegada a destino final y esto incrementaría la dificultad de mantener la temperatura óptima durante el transporte.

Capítulo 10

Control microbiológico

10.1 VERIFICACIÓN DE LOS PROCESOS	55
10.2 CONTROL CONTINUO	56
10.2.1 Agua de mar	56
10.2.2 Moluscos	56

El determinante definitivo del éxito del proceso de depuración está relacionado con la capacidad que tiene éste de eliminar los contaminantes microbianos a la vez que asegura que los moluscos bivalvos estén vivos y que sean de buena calidad. El control microbiológico constituye por lo tanto la base para verificar este extremo. Sin embargo, este control está normalmente fundamentado en bacterias fecales indicadoras que se eliminan con mayor facilidad que muchos otros patógenos (especialmente los virus) (véase la Sección 3.5), y por lo tanto, no proporciona una medida definitiva de la seguridad del producto depurado.

10.1 VERIFICACIÓN DE LOS PROCESOS

Una evaluación física satisfactoria del sistema de depuración y la comprobación de que los factores que afectan a la actividad fisiológica estén dentro del rango adecuado para las especies en cuestión no siempre consigue que el sistema reduzca de manera adecuada la carga bacteriana. Por este motivo, la normativa local puede llegar a exigir que se demuestre en la práctica la efectividad del sistema antes de ser utilizado para la depuración de un producto destinado al mercado. Estos requisitos difieren notablemente. Normalmente se basan en pruebas bacteriológicas de las muestras recogidas del sistema, antes y después de la depuración, así como un análisis para determinar si la reducción en las concentraciones de bacterias fecales indicadoras (o coliformes fecales o *E. coli*) es satisfactoria. En Europa, los requisitos varían según países: en algunos los sistemas de diseño estándar pueden necesitar tan solo un ciclo de verificación satisfactoria antes de la aprobación total, mientras que los diseños no estándar pueden requerir una validación muy completa. Según el programa sanitario de los EE.UU., los productos que pasan por sistemas sin verificar se someten a una aprobación positiva basada en criterios del producto final para ciclos únicos siempre que se consiga la verificación demostrando que la puntuación general en 10 ciclos consecutivos es satisfactoria. El Cuadro 10.1 presenta los criterios de verificación de la NSSP. En el caso de plantas que todavía no han conseguido una verificación completa en 10 ciclos, donde se utilice una nueva fuente de moluscos o donde haya ocurrido un fallo en la verificación, los moluscos deben cumplir los siguientes criterios después de someterse al proceso de depuración:

- (i) La media geométrica (de tres muestras) de almejas babosas no debe superar los 110 coliformes fecales/100 g y ni una sola muestra debe superar las 170; o

Cuadro 10.1: Criterios del programa sanitario nacional de los Estados Unidos para la verificación del rendimiento de una planta de depuración

Especie	Coliformes fecales por 100 gramos	
	Media geométrica	Percentil 90
Almeja babosa <i>Mya arenaria</i>	50	130
Chirla mercenaria <i>Mercenaria mercenaria</i>	20	70
Ostras	20	70
Almeja japonesa <i>Tapes philippinarum</i>	20	70
Mejillones	20	70

- (ii) La media geométrica (de tres muestras) de otras especies de almejas, mejillones, u ostras no debe superar las 45 coliformes fecales por 100 g y ni una sola muestra debe superar las 100.

10.2 CONTROL CONTINUO

El control microbiológico no siempre se lleva a cabo como un control primario, ni siquiera como parte del control rutinario de puntos críticos en el proceso. Más bien se hace para comprobar que el proceso esté produciendo el resultado necesario, teniendo en cuenta los otros procedimientos de seguimiento y control establecidos. Normalmente, el control microbiológico incluirá un análisis del agua de mar antes y después de la desinfección y de los moluscos antes y después de la depuración. El control microbiológico debe realizarse con una frecuencia estipulada por la agencia local de control o ser el resultado de un estudio HACCP (véase el Capítulo 11). Las frecuencias recomendadas a continuación son las que deben considerarse en caso de que no existan estos requisitos. Si hay más de un tanque por sistema, las muestras deben tomarse aleatoriamente en al menos un tanque elegido al azar. El Apéndice 3 presenta una hoja de registro a modo de ejemplo.

10.2.1 Agua de mar

Al menos una vez a la semana debería controlarse el agua de mar que entra en los tanques de depuración para detectar la presencia de organismos fecales indicadores. Se deben tomar muestras asépticas que posteriormente se envíen a un laboratorio acreditado para la detección de coliformes fecales o *E. coli* utilizando un método o métodos apropiados (p. ej. ISO 9308, primera, segunda o tercera parte). Ninguna de estas bacterias fecales indicadoras debería ser detectable en 100 ml del agua de mar desinfectada.

10.2.2 Moluscos

Es necesario hacer pruebas con regularidad de los moluscos del mismo lote antes y después de la depuración. La prueba realizada antes de la depuración confirma que el contenido microbiológico del molusco recolectado es el esperado según el estado de clasificación de la zona de recolección, e identifica la carga microbiana objeto de reducción en el proceso, mientras que la muestra tomada después de la depuración indica si la depuración ha sido exitosa. Los resultados de las muestras tomadas antes de la depuración dependerán del estado microbiológico de la zona de recolección. Las muestras simples tomadas después de la depuración no deben superar las 230 *E. coli* (300 coliformes fecales) por 100 gramos. La normativa local puede exigir niveles inferiores después de la depuración y un sistema bien diseñado y en buen funcionamiento debe ser capaz de producir de manera uniforme niveles de ≤ 80 *E. coli* (100 coliformes fecales) por 100 gramos. Un método apropiado para el laboratorio es el ISO TS 16649-3 en el

Apéndice 7 se presenta un procedimiento estándar de funcionamiento basado en este método.

En algunos países hay requisitos adicionales para los moluscos depurados. Por ejemplo, en Japón, además del estándar de *E. coli* de 230 por 100 gramos, el recuento de bacterias no debe superar los 50 000 por gramo y el NMP para *V. parahaemolyticus* no debe superar los 100 por gramo.

Capítulo 11

Sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control (HACCP)

11.1 PRINCIPIOS DEL SISTEMA DE HACCP	59
11.2 APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS DEL SISTEMA DE HACCP A LA DEPURACIÓN DE MOLUSCOS BIVALVOS	60
11.3 TRAZABILIDAD	69

El HACCP es un sistema que permite identificar, evaluar y controlar peligros significativos para la inocuidad de los alimentos (CAC, 2003). Este sistema, que tiene fundamentos científicos y es de carácter sistemático, es un instrumento para evaluar los peligros y establecer sistemas de control que se centran en la prevención en lugar de basarse principalmente en el ensayo del producto final. No solo tiene la ventaja de mejorar la inocuidad del producto, sino que mediante la documentación y control, proporciona una herramienta para demostrar a los clientes la competencia en estos temas y a las autoridades la conformidad con los requisitos legales.

11.1 PRINCIPIOS BASICOS DEL HACCP

La Comisión del *Codex Alimentarius* ha adoptado los textos básicos sobre higiene de los alimentos, incluyendo el Sistema de HACCP, en 1997 y 1999 y las Directrices para la aplicación del Sistema de HACCP en 2003 (CAC, 2003).

El sistema de HACCP puede aplicarse desde la producción primaria hasta el consumo final y consiste en los siete principios siguientes:

Principio 1: Realizar un análisis de peligros

Identificar los peligros potenciales asociados a la producción de alimentos en todas las fases, evaluar la posibilidad de que surjan uno o más peligros e identificar las medidas para controlarlos;

Principio 2: Determinar los puntos críticos de control (PCC)

Determinar los puntos, procedimientos o fases del proceso que pueden controlarse con el fin de eliminar uno o varios peligros y, en su defecto, reducir al mínimo la posibilidad de que estos ocurran;

Principio 3: Establecer un límite o límites críticos

Establecer un límite o límites críticos que deben ser cumplidos para asegurar que los PCC estén bajo control;

Principio 4: Establecer un sistema de vigilancia del control de los PCC

Establecer un sistema para vigilar el control de los PCC mediante pruebas u observaciones programadas;

Principio 5: Establecer las medidas correctoras

Establecer las medidas correctoras que han de adoptarse cuando la vigilancia indica que un determinado PCC no está controlado;

Principio 6: Establecer procedimientos de verificación

Establecer procedimientos de verificación, que incluyen métodos y procedimientos adicionales, para confirmar que el sistema de HACCP funciona eficazmente;

Principio 7: Establecer un sistema de documentación y registro

Establecer un sistema de documentación sobre todos los procedimientos y los registros apropiados para estos principios y su aplicación.

11.2 APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS DEL SISTEMA DE HACCP A LA DEPURACIÓN DE MOLUSCOS

Previamente a la aplicación de un sistema de HACCP en la unidad de depuración, esa unidad debería estar operativa de acuerdo con el *Código Internacional Recomendado de Prácticas – Principios Generales de Higiene de los Alimentos* (CAC/RCP 1-1969, Rev.4 2004). Para más información sobre cómo asesorar en el diseño de un plan específico de un Sistema de HACCP debe consultarse el Apéndice 1: Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (HACCP) – Directrices para su Aplicación.

El conocimiento y el compromiso por parte de la dirección son necesarios para poder aplicar un sistema de HACCP eficaz. Tal eficacia también dependerá de que la dirección y los empleados posean los conocimientos y las aptitudes técnicas adecuados en relación con el sistema de HACCP.

Si la empresa no dispone de los recursos y conocimientos especializados necesarios para formular y aplicar un plan de HACCP eficaz, deberá obtenerse asesoramiento especializado de otras fuentes, entre las que se pueden incluir asociaciones comerciales e industriales, expertos independientes y entidades reguladoras. Es aconsejable consultar la literatura sobre el sistema de HACCP y en especial las guías aplicadas a la depuración, las cuales pueden ser una herramienta útil para las empresas a la hora de diseñar y aplicar sus planes de HACCP.

No obstante, la eficacia de cualquier sistema de HACCP dependerá de que la dirección y los empleados posean los conocimientos y las aptitudes adecuadas sobre el sistema de HACCP, requiriéndose por tanto un programa de formación continua apropiado para los empleados y la dirección a todos los niveles.

La aplicación de los principios del sistema de HACCP consta de las siguientes operaciones, que se identifican en la secuencia lógica para la aplicación del sistema de HACCP (CAC, 2003).

Un plan de HACCP es un documento que describe cómo una planta depuradora aplicará los siete principios anteriormente mencionados en una unidad de depuración determinada. La siguiente secuencia para la preparación de un plan específico de HACCP es una recomendación del *Codex Alimentarius* (Figura 11.1). Esta se aplica, a continuación, para la depuración de moluscos bivalvos considerando solo los procedimientos de los puntos críticos de control y asumiendo que los PCC sanitarios (prácticas de higiene, limpieza y desinfección, etc.) se implementan de acuerdo con los requisitos legales.

1. Formación de un equipo de HACCP

El equipo de HACCP debe tener acceso a toda la información necesaria para desarrollar su trabajo. Este manual es una buena fuente de información para que dicho equipo de HACCP pueda identificar los peligros y las medidas de control necesarias.

Si los recursos y conocimientos especializados necesarios no están disponibles en el establecimiento de depuración, el equipo puede asesorarse a través de los responsables locales de salud pública, expertos independientes, agentes de capacitación pesquera e inspectores pesqueros.

Por ejemplo, un hipotético equipo de HACCP de una planta depuradora puede estar formado por:

- El supervisor de la Unidad de Inocuidad con titulación o formación en ciencias de los alimentos o inocuidad de alimentos, con buena experiencia en la depuración de moluscos bivalvos y con una formación específica en la aplicación del sistema de HACCP a la depuración
- El supervisor de la Unidad de Personal con titulación o formación en la inocuidad de alimentos, experiencia en la industria alimentaria, y con una formación específica en la aplicación del sistema de HACCP a la depuración
- La Unidad del equipo de mantenimiento
- Un asesor en inocuidad de moluscos bivalvos y requisitos legales

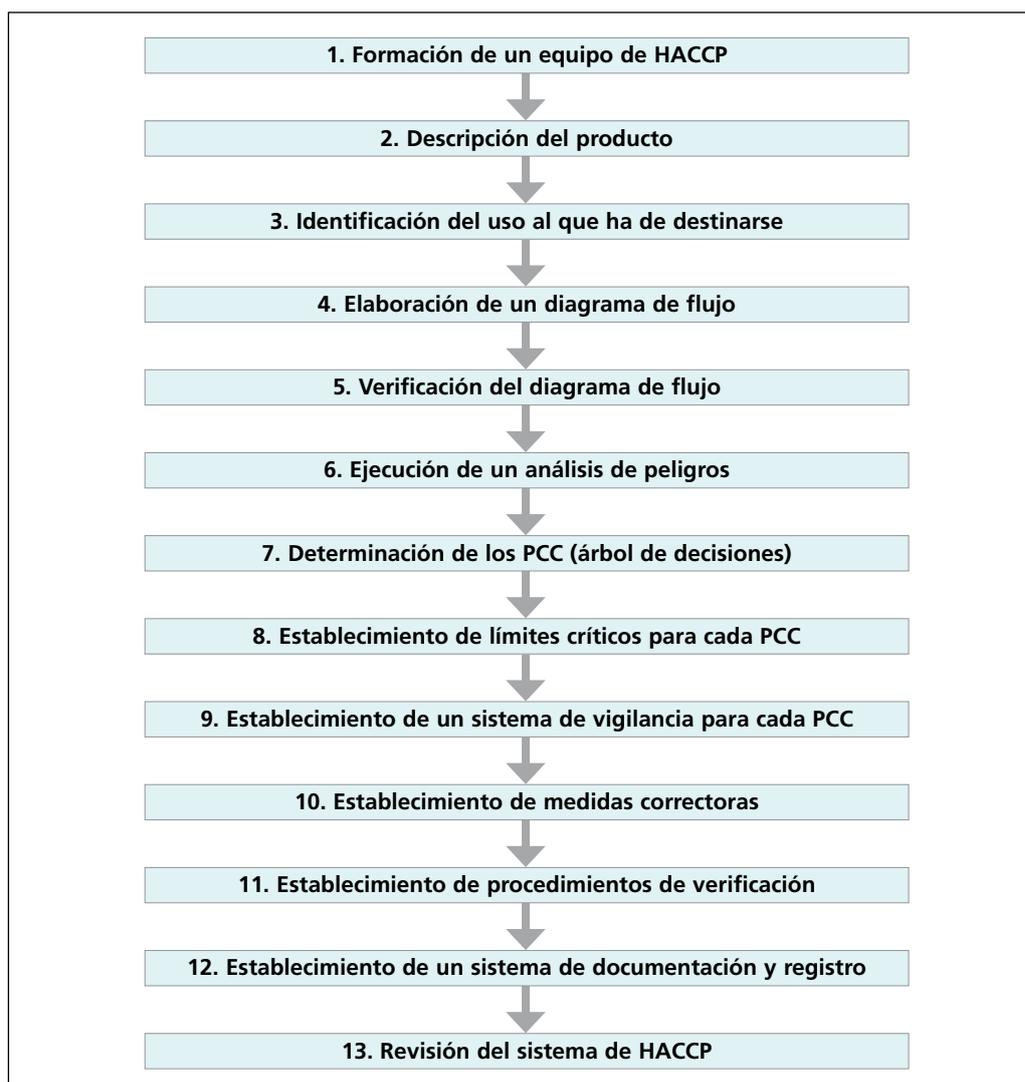


Figura 11.1: Secuencia lógica para la aplicación del sistema de HACCP

2. Descripción del producto

Deberá detallarse una descripción completa del producto, que incluya información sobre la inocuidad pertinente, como por ejemplo la zona de recolección, técnica de depuración, condiciones de almacenamiento y sistema de distribución. La descripción debe, al menos, incluir los siguientes puntos:

- Nombre del producto
- Especie de molusco bivalvo (nombre común o nombre científico)
- Tipo de depuración
- Método de conservación (vivo, fresco refrigerado en hielo)
- Sistema de envasado (cajas de plástico o poliuretano, otras)

Un ejemplo de la descripción del producto puede ser la siguiente:

«Ostras vivas (*Crassostrea gigas*) recolectadas en (localidad), depuradas durante al menos 44 horas, usando agua desinfectada mediante rayos ultravioleta». Las ostras depuradas se envasan en sacos de red con ventas al por menor y a restauración.

3. Determinación del uso previsto

La identificación del uso previsto deberá basarse en los usos esperados por parte del usuario o consumidor final. Es importante identificar si el producto será utilizado de alguna manera que pueda incrementar el riesgo de dañar al consumidor, o si el producto es usado especialmente por consumidores que son susceptibles a un peligro. En determinados casos, como en la alimentación en instituciones, habrá que tener en cuenta si se trata de grupos vulnerables de la población.

Un ejemplo de la descripción del uso previsto puede ser la siguiente:

«Ostras vivas (*Crassostrea gigas*) compradas por restaurantes, transportadas en camiones refrigerados, almacenadas a 5–10°C y servidas vivas al consumidor».

4. Elaboración de un diagrama de flujo

El equipo de HACCP deberá construir un diagrama de flujo (véase la Figura 11.2), que incluye todas las fases relativas a la operación. Al aplicar el sistema de HACCP a una operación determinada, deberán tenerse en cuenta las fases anteriores y posteriores a dicha operación.

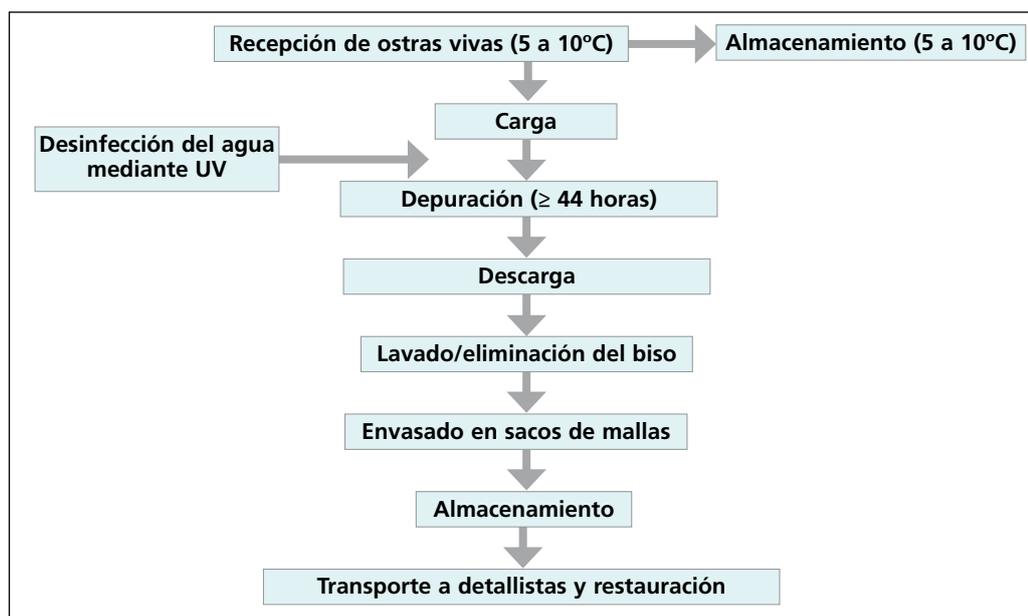


Figura 11.2: Ejemplo de un diagrama de flujo de depuración de moluscos bivalvos

5. Verificación *in situ* del diagrama de flujo

El equipo de HACCP deberá confirmar *in situ* la correspondencia entre el diagrama de flujo y la operación de elaboración en todas sus etapas y momentos, y modificarlo donde proceda con la información correcta de duración, temperatura, etc.

6. Enumeración de todos los posibles riesgos relacionados con cada fase, ejecución de un análisis de peligros, y estudio de las medidas para controlar los peligros identificados (véase el principio 1)

El equipo de HACCP deberá enumerar todos los peligros que pueden razonablemente preverse que se producirán durante la depuración y el transporte hasta el punto de consumo.

Un peligro se define como un agente biológico, químico o físico presente en el alimento, o bien la condición en que éste se halla, que puede causar un efecto adverso para la salud.

A continuación, el equipo de HACCP deberá llevar a cabo un análisis de peligros para identificar cuáles son los peligros cuya eliminación o reducción a niveles aceptables, resulta indispensable para la producción de moluscos bivalvos inocuos depurados.

El análisis de peligros es el primer principio de un sistema de HACCP y una de las tareas más importantes para la aplicación de dicho sistema. Un análisis de peligros incorrecto puede conducir inevitablemente al desarrollo de un plan de HACCP inadecuado.

Al realizar un análisis de peligros, deberán incluirse, siempre que sea posible, los siguientes factores:

- la probabilidad de que surjan peligros y la gravedad de sus efectos perjudiciales para la salud;
- la evaluación cualitativa o cuantitativa de la presencia de peligros;
- la supervivencia o proliferación de los microorganismos de interés;
- la producción o persistencia de toxinas, sustancias químicas o agentes físicos en los moluscos bivalvos; y
- las condiciones que pueden originar lo anterior.

El equipo de HACCP deberá analizar qué medidas de control, si las hubiera, se pueden aplicar en relación con cada peligro. Puede que sea necesario aplicar más de una medida para controlar un peligro o peligros específicos, y que con una determinada medida se pueda controlar más de un peligro.

Deben darse las consideraciones necesarias sobre si cualquier elemento del proceso introducirá peligros potenciales. Con respecto a la depuración, éstas pueden incluir productos desinfectantes, como por ejemplo el cloro o el ozono utilizado para producir agua salada limpia o cualquier otro subproducto formado durante su uso.

Utilizando la información que proporciona este manual, aquí a modo de ejemplo (véase la página 62), se resume un análisis de peligros dentro del plan de HACCP (Cuadro 11.1). Este incluye, entre otra información de HACCP, la identificación de peligros y las medidas seleccionadas para controlar dichos peligros.

7. Determinación de los puntos críticos de control (PCC)

Un PCC es una fase en la que puede aplicarse un control y que es esencial para prevenir o eliminar un peligro relacionado con la inocuidad de los alimentos o para reducirlo a un nivel aceptable. La determinación de un PCC en el sistema de HACCP se puede facilitar con la aplicación de un árbol de decisiones (Figura 11.3) recomendado por el Codex, en el que se indique un enfoque de razonamiento lógico.

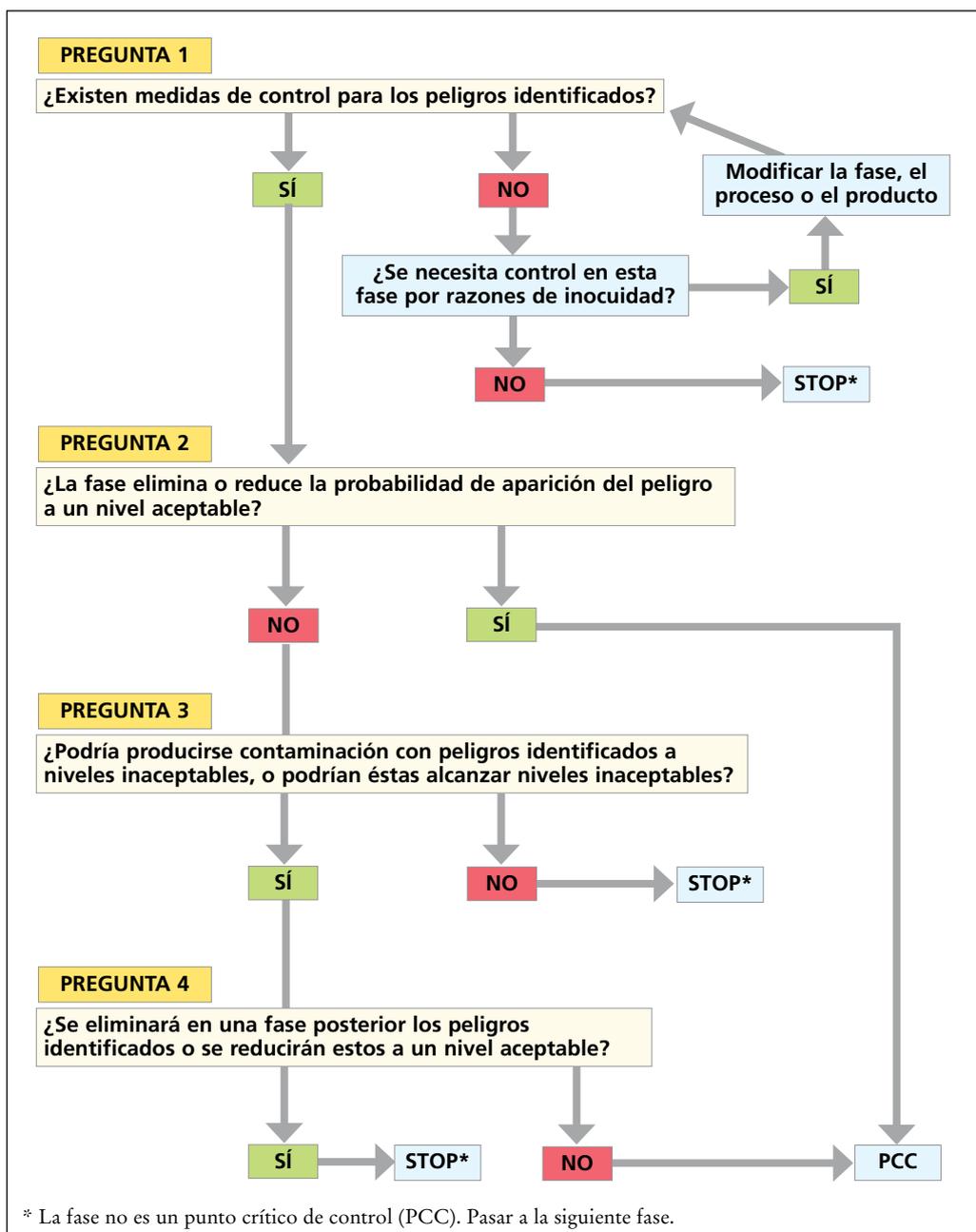


Figura 11.3: Árbol de decisiones para la identificación de puntos críticos de control

Puede haber más de un PCC en el cual se aplique un control para el mismo peligro. De la misma manera varios peligros pueden controlarse con un solo PCC.

La aplicación del árbol de decisiones debe ser flexible y de acuerdo con el tipo de operación. Además del árbol de decisiones pueden utilizarse otros enfoques para la determinación de los PCC. En el caso de que un peligro haya sido identificado en una fase donde un control sea necesario por seguridad, y dicha medida no exista en esa fase o en cualquier otra, entonces deberá modificarse el producto o el proceso en esa fase o en alguna otra anterior o posterior para así incluir una medida de control.

Tal como se describe en este manual, la depuración que se practica de manera comercial no asegura la reducción de concentraciones potencialmente peligrosas de vibrios marinos patógenos, biotoxinas o contaminantes químicos a aquellas concentraciones a las cuales el producto pueda considerarse inocuo para su consumo.

A continuación se describe un ejemplo de la aplicación de un árbol de decisiones para poder decidir si la recepción de producto crudo es un PCC en lo referente a la presencia de biotoxinas y la presencia de salmonela y virus.

Paso 1: Recepción de ostras vivas

Peligro 1: Presencia de bacterias y virus patógenos

Medida/s de control:

- 1) Compra de ostras vivas solo de recolectores con licencia que las hayan recolectado de una zona B autorizada y que hayan etiquetado los contenedores y tengan unos registros de compras correctos

¿Es el paso 1 un PCC para el peligro considerado o no?

Pregunta 1: ¿Existen medidas de control para el peligro identificado? Sí (medida descrita anteriormente)

Pregunta 2: ¿Se elimina o reduce con el paso anterior la probabilidad de aparición del peligro a un nivel aceptable? Sí. Mediante la aplicación de la medida 1 descrita anteriormente, se evita la compra de ostras que no deberían destinarse como inocuas al consumo humano mediante la depuración.

Conclusión: Este paso es un PCC para la obtención de ostras vivas inocuas después de la depuración

Peligro 2: Presencia de biotoxinas

Medida/s de control:

- 1) Compra de ostras vivas solo de recolectores con licencia que las hayan recolectado de una zona autorizada y que hayan etiquetado los contenedores y tengan unos registros de compras correctos

¿Es el paso 1 un PCC para el peligro considerado de las biotoxinas o no?

Pregunta 1: ¿Existen medidas de control para el peligro identificado? Sí (compra restringida a recolectores con licencia)

Pregunta 2: ¿Se elimina o reduce con el paso anterior la probabilidad de aparición del peligro a un nivel aceptable? Sí. Mediante el uso de recolectores con licencia que hacen la recolección solo en zonas aprobadas se evita depurar ostras que contengan biotoxinas.

Conclusión: Este paso es un PCC para el peligro considerado

Este ejercicio deberá realizarse para cada paso y cada peligro para identificar los PCC. En este ejemplo, el PCC identificado usando el árbol de decisiones se resume, junto con otra información útil, en el Cuadro 11.1.

Los PCC para estos peligros deben reconocer que – invariablemente se centrarán en asegurar que el producto recibido procede de áreas donde las concentraciones en los moluscos bivalvos están por debajo de los límites de seguridad establecidos o recomendados. Los controles vigentes en las zonas de recolección no asegurarán que los moluscos recolectados estarán libres de virus patógenos aunque su presencia y concentración tenderá a ser menor en las zonas de mejor calidad de agua, por ejemplo en una zona aprobada según la ordenanza NSSP de los Estados Unidos o en una zona de clase A de la UE. Adicionalmente, la depuración tal como actualmente se practica no asegura la eliminación de virus pero puede, si se lleva a cabo de acuerdo con las mejores prácticas, reducir la concentración de éstos. Ambas concentraciones tienen que tenerse en cuenta cuando se identifiquen los PCC y estos se apliquen en un plan de HACCP.

8. Establecimiento de límites críticos para cada Punto Crítico de Control (PCC)

El límite crítico se define como el criterio para distinguir entre aceptabilidad e inaceptabilidad. Un límite crítico representa el umbral que se usa para determinar si un proceso produce un alimento inocuo como resultado de la aplicación adecuada a las

medidas de control. En otras palabras, los límites críticos deben cumplirse para poder asegurar que un PCC está bajo control.

Entre los límites críticos aplicados suelen figurar las mediciones de temperatura, tiempo y concentración de cloro. Estos parámetros, si se mantienen dentro de los límites establecidos, confirmarán que un determinado peligro está bajo control para un PCC.

Los límites críticos deben cumplir los requisitos de las regulaciones de las administraciones públicas y de las normas de las compañías o basarse en datos científicos. Es esencial que las personas responsables de establecer los límites críticos tengan conocimiento del proceso, de la legislación y de las normas comerciales requeridas para los productos.

A modo de ejemplo, el plan de HACCP (Cuadro 11.1) define los límites críticos para las medidas designadas para controlar los peligros identificados en cada PCC.

9. Establecimiento de un sistema de vigilancia para cada PCC

Vigilar se define como el acto de llevar a cabo una secuencia planificada de observaciones o mediciones de una serie de parámetros de control. Mediante los procedimientos de vigilancia se determinará si las medidas de control se están llevando a cabo y se asegura que los límites críticos no se sobrepasan. Mediante los procedimientos de vigilancia deberá poderse detectar un fallo en el PCC.

La vigilancia incluye los siguientes objetivos:

- Medir el grado de eficacia con que opera el sistema en el PCC (análisis de tendencia)
- Determinar en qué momento el nivel de ejecución del sistema está provocando una pérdida de control en el PCC, por ejemplo cuando hay una desviación de un límite crítico
- Establecer registros que reflejen el nivel de funcionamiento del sistema en los PCC para cumplir con un plan de HACCP

Los procedimientos de vigilancia deben proporcionar información sobre:

¿Qué se vigilará (Qué)?

La vigilancia puede significar medir una característica del proceso de depuración o del producto para determinar su conformidad con un límite crítico. La vigilancia también puede incluir el observar si se está poniendo en práctica una medida en un PCC. Por ejemplo, la verificación de la duración y de la intensidad de un tratamiento con rayos UV.

¿Cómo se vigilarán los límites críticos y las medidas preventivas (Cómo)?

La desviación de un límite crítico debe detectarse lo antes posible, para permitir que una medida correctora limite la cantidad de productos afectados adversamente. Por este motivo son poco eficaces para vigilar los PCC. En su lugar, se prefieren las mediciones físicas y químicas (por ejemplo, pH, tiempo, apariencia externa de las ostras), puesto que éstas pueden realizarse rápidamente y a menudo están relacionados con el control microbiológico del proceso. Las correlaciones entre estas mediciones y los controles microbiológicos deben ser validadas regularmente.

El equipo utilizado para los procedimientos de vigilancia debe someterse a calibraciones o estandarizaciones periódicas que sean necesarias para garantizar su precisión.

Los operarios deben ser formados en el uso adecuado de los equipos de vigilancia y se les debe proporcionar una descripción clara de cómo debe efectuarse esta tarea.

La frecuencia de la vigilancia (¿Cuándo?)

Siempre que sea posible, se prefiere la vigilancia continua; la cual puede aplicarse para muchos tipos de métodos físicos o químicos. Entre los ejemplos de vigilancia continua puede mencionarse la medición automática del nivel de cloro libre en el agua.

Cuando se aplica la vigilancia discontinua, la frecuencia debe determinarse sobre la base del conocimiento histórico que se tenga tanto del producto como del proceso. Cuando se detectan problemas, puede aumentarse la frecuencia de la vigilancia hasta que la causa del problema se corrija.

¿Quién efectuará la vigilancia (Quién)?

La designación de los responsables de la vigilancia debe hacerse con especial atención. Una vez nombrada, la persona responsable de vigilar un PCC debe:

- Recibir la adecuada formación en las técnicas de vigilancia del PCC
- Comprender totalmente la importancia de la vigilancia del PCC
- Tener fácil acceso (estar cerca) de la actividad a vigilar
- Documentar de forma precisa cada actividad de vigilancia
- Tener autoridad para adoptar las acciones necesarias, tal como se establece en el plan de HACCP
- Informar de inmediato sobre las desviaciones de un límite crítico

Como ejemplo podría citarse la designación del Director de Compras como el responsable de los procedimientos de vigilancia del PCC en la recepción de las ostras recolectadas.

¿Donde vigilar (Dónde)?

La vigilancia debe realizarse en cada PCC para que se aplique una medida determinada para controlar un peligro determinado.

El plan de HACCP (Cuadro 11.1) resume los procedimientos de vigilancia recomendados para las operaciones descritas en la Figura 11.2.

10. Establecimiento de medidas correctivas

Puesto que la razón principal para implementar un sistema de HACCP es prever la aparición de problemas, las medidas correctivas deben ponerse en práctica cuando los resultados de la vigilancia en los PCC indican una pérdida en el control del proceso. La pérdida en el control puede producir una desviación de un límite crítico para un PCC. Todas las desviaciones deben ser controladas mediante medidas predeterminadas para controlar los productos no-aptos y corregir la causa de estos incumplimientos.

El control del producto incluye la adecuada identificación, control y retirada del producto afectado. El control y la retirada del producto afectado, así como las medidas correctoras adoptadas deben anotarse y archivarse en los registros correspondientes.

Los establecimientos deben disponer de procedimientos efectivos para identificar, aislar, marcar claramente, y controlar todos los productos depurados cuando se produce una desviación.

A modo de ejemplo, el procedimiento de verificación siguiente puede recomendarse para la operación de depuración descrita en la Figura 11.2.

Siempre que sea necesario, pero al menos una vez por semana, el equipo de HACCP debe evaluar internamente todos los resultados de los controles, de la vigilancia, y las medidas correctoras y establecer conclusiones para la producción en las semanas siguientes.

Con menor periodicidad, es decir anualmente, el equipo de HACCP puede:

- Evaluar los datos de la vigilancia y las medidas correctoras para valorar el nivel de funcionamiento y analizar las razones de cualquier pérdida de control y de las quejas por parte de los clientes o de las autoridades de vigilancia.
- Los resultados de estos análisis deben utilizarse para poner al día el manual de HACCP, identificar las necesidades internas de una mejor formación y mejorar las prácticas y el funcionamiento, el mantenimiento, modificar la frecuencia (aumentar o disminuir) de vigilancias específicas, revisar la lista de proveedores autorizados.
- Una auditoría por parte del asesor para evaluar el nivel de eficiencia de cada control, vigilancia o procedimiento correctivo. Auditará los diferentes registros, incluidos los referentes a la vigilancia, el calibrado y mantenimiento, formación, quejas e informes de clientes y autoridades de vigilancia. Preparará un informe que presentará a gerencia y lo discutirá en una reunión con la gerencia y el equipo de HACCP. El ejercicio de auditoría será también utilizado como una oportunidad para introducir nuevos procedimientos, técnicas de vigilancia, o límites críticos para poder tomar en consideración nuevos desarrollos, incluidos nuevos requisitos legales.

Los procedimientos relativos a las medidas correctoras son necesarios para determinar la causa del problema, adoptar las medidas para impedir que éste se repita, realizar un seguimiento de la vigilancia y evaluaciones que aseguren que las medidas adoptadas son eficaces. Por ello, suele ser necesario efectuar una reevaluación del análisis de peligros o una modificación del plan de HACCP, a fin de evitar la repetición de las desviaciones.

Como ejemplo podría incluirse el rechazo de las ostras no certificadas provenientes de una zona de recolección no autorizada o de un recolector o distribuidor sin licencia. Se debe contar con registros que permitan demostrar el control de los productos afectados por la desviación y las medidas correctoras adoptadas.

Unos registros adecuados permiten verificar que el productor ha tenido las desviaciones bajo control y ha adoptado medidas correctoras.

El plan de HACCP (Cuadro 11.1) resume las medidas correctoras recomendadas para la operación descrita en la Figura 11.2.

11. Establecimiento de procedimientos de verificación

Verificación es la aplicación de métodos, procedimientos, y ensayos, incluidos los muestreos y análisis aleatorios y otras evaluaciones, además de la vigilancia, para constatar el cumplimiento del plan de HACCP. El objetivo de los procedimientos de verificación es determinar que el sistema de HACCP funciona eficazmente.

La cuidadosa preparación y puesta a punto del plan de HACCP no garantiza su eficacia. Hacen falta procedimientos de verificación para evaluar la eficacia del plan y confirmar si el plan de HACCP se ajusta al sistema.

La verificación deberá efectuarse por personas con la cualificación apropiada que sean capaces de detectar deficiencias en el plan o en su puesta a punto.

Las actividades de verificación deben ser documentadas en el plan de HACCP. Los registros deben incluir los resultados de todas las actividades de verificación. Estos deben incluir métodos, fechas, personas o organizaciones responsables, así como los resultados o hallazgos y las acciones emprendidas.

12. Establecimiento de un sistema de documentación y registro

Los registros son esenciales para examinar la idoneidad del plan de HACCP y para determinar si el plan de HACCP cumple con los principios del sistema. Un registro muestra la historia, los controles, las eventuales desviaciones y las medidas correctoras de un proceso que se han producido en un PCC establecido. Puede adoptar cualquier forma, sea gráfico de elaboración, registro escrito o registro informatizado. Por lo tanto, es fundamental que se mantengan registros completos, actualizados, bien archivados y precisos. Si no se documenta el control de un PCC, se produce un grave incumplimiento del plan de HACCP.

Como parte del plan de HACCP se deben mantener varios tipos de registros:

- Documentos de apoyo para desarrollar el plan de HACCP
- Registros generados por el sistema de HACCP. Registros de los controles de todos los PCC
- Desviaciones y medidas correctoras, registros de verificación o validación
- Documentación de los métodos y procedimientos aplicados
- Registros de los programas de capacitación del personal

Los Cuadros 11.2 y 11.4 muestran ejemplos de formularios para registrar controles de diferentes elementos de un sistema de HACCP aplicado a una planta de depuración. Pueden utilizarse otros formatos que se adapten a las necesidades específicas de una determinada planta depuradora, siempre que estos recojan toda la información requerida.

11.3 TRAZABILIDAD

Trazabilidad es la *«capacidad para seguir la historia, la aplicación o la localización de todo aquello que está bajo consideración (ISO 9000:2000)*. Al considerar un producto la trazabilidad puede estar relacionada con el origen de los materiales y las partes, la historia del procesamiento y la distribución y localización del producto después de su entrega.

En el caso de de la inocuidad de los alimentos, el *Codex Alimentarius* (CAC, 2005) define la trazabilidad (*Rastreabilidad/rastreo de los productos*) como *«La capacidad de seguir el desplazamiento de un alimento a través de una o varias etapas especificadas de su producción, transformación y distribución»*.

Esta definición ha sido revisada en la reglamentación de la UE que la define así *«la posibilidad de encontrar y seguir el rastro, a través de todas las etapas de producción, transformación y distribución, de un alimento, un pienso, un animal destinado a la producción de alimentos o una sustancia destinados a ser incorporados en alimentos o piensos o con probabilidad de serlo»* (UE, 2002).

Para la trazabilidad se pueden utilizar tanto sistemas en papel como electrónicos, aunque la mayoría son una mezcla de ambos. Los sistemas de trazabilidad electrónicos utilizan los códigos de barras o más recientemente los sistemas de identificación por radiofrecuencia (RFID: radio frequency identification). Los de códigos de barras

han sido utilizados desde los años setenta y están bien establecidos en la industria alimentaria. La tecnología de RFID utiliza etiquetas que envían códigos de identificación electrónicos a un receptor al pasar a través de una zona de lectura.

La trazabilidad puede dividirse en interna o externa. La trazabilidad interna es la trazabilidad del producto y la de la información con él relacionada, dentro de la propia empresa, mientras que la trazabilidad externa es la información del producto que bien se recibe o se provee a otros miembros de la cadena de suministro de alimentos.

La información siguiente es la mínima requerida para la trazabilidad en la recepción de moluscos bivalvos vivos en una planta depuradora:

- Nombre, dirección y número de licencia del recolector
- Fecha de la recolección
- Lugar de la recolección y estado sanitario (por ejemplo, y para la UE zona A, B o C)
- Especie de molusco
- Número de lote

Además, los moluscos depurados puede que necesiten rastrear (Figura 11.4):

- Nombre, dirección y número de registro/certificación de la planta depuradora
- Especie y cantidad de molusco
- Fecha de la depuración, número del ciclo o del lote
- Dirección del lugar de destino

Los registros de trazabilidad deben guardarse durante al menos 90 días (en caso de consumo vivo o crudo) o durante 1 año para moluscos congelados, o más tiempo para producto enlatado.



Figura 11.4: Depuración y envasado de moluscos claramente etiquetados para la trazabilidad

Cuadro 11.1: Plan de HACCP para la depuración de moluscos bivalvos*

Punto/s crítico/s de control	Procedimientos de control					Registro	Verificación	
	Medidas correctivas	Límite(s) críticos(s)	Qué	Cómo	Quién			Cuándo
PCC-1 Recepción de moluscos bivalvos	Presencia de bacterias y virus patógenos	Aceptar solo moluscos provenientes de zonas autorizadas y de recolectores con licencia	Licencia del recolector	Verificación visual	Responsable de calidad	Para cada entrega	Identificar el producto afectado y, si es posible, alargar los tiempos de depuración	Cuadro 11.2 Diariamente en circunstancias normales, y para cada recepción cuando suceda alguna desviación
		No aceptar moluscos provenientes de recolectores sin licencia	Etiquetar los contenedores de entrega o los registros de compras	Verificación visual	Responsable de calidad	Para cada entrega	Investigar por qué los moluscos altamente contaminados se aceptaron en la planta y ocuparse del problema	
	Presencia de biotoxinas	Aceptar en la depuración solo moluscos provenientes de zonas autorizadas y de recolectores con licencia	Licencia del recolector	Verificación visual	Responsable de calidad	Para cada entrega	Identificar el producto sospechoso de contener biotoxinas y eliminarlo del reparto	Cuadro 11.2 Diariamente en circunstancias normales, y para cada recepción cuando suceda alguna desviación
	Presencia de niveles no aptos de <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Las concentraciones en las zonas de recolección están por debajo de los límites de seguridad recomendados	Confirmar que el área de procedencia de los moluscos cumple los límites establecidos	Verificación visual de la etiqueta del registro de entrega	Responsable de calidad	Para cada entrega	No aceptar ningún envío con riesgo de <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Cuadro 11.2 Diariamente en circunstancias normales, y para cada recepción cuando suceda alguna desviación
PCC-2 Depuración	Supervivencia de bacterias patógenas en moluscos bivalvos	Diseñar especificaciones para la depuración (véase el capítulo 6.2 y especificaciones de fabricantes).	Intensidad de rayos UV ($\geq 10 \text{ mW/cm}^2/\text{seg}$)	Véase la sección 6.2 y condiciones de los fabricantes	Responsable de la depuración	Semanal o con la frecuencia necesaria	- Identificar el producto afectado y volver a depurar. De no ser posible, eliminar el producto de la distribución - Investigar las causas para que el agua de desinfección vuelva a cumplir con las especificaciones del técnicas	Cuadro 11.3 Semanal en circunstancias normales, y para cada recepción cuando suceda alguna desviación
		Transportar a $5^{\circ}\text{C} \leq T \leq 10^{\circ}\text{C}$ durante ≤ 6 horas	Temperatura de los moluscos y duración del transporte	Medir la temperatura y verificación visual	Responsable de calidad	Para cada entrega	No aceptar ningún envío con riesgo de <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Cuadro 11.2 Diariamente en circunstancias normales, y para cada recepción cuando suceda alguna desviación
		Almacenamiento refrigerado	Temperatura	Lectura de termómetros	Responsable de calidad	Diaria	- Identificar el producto afectado y evaluar la duración del almacenamiento a $T > 10^{\circ}\text{C}$. Si fuera necesario y posible, volver a depurar. De no ser posible, retirar el producto de la distribución - Investigar las causas de la desviación y ocuparse de ellas	Cuadro 11.4 Semanal en circunstancias normales, y para cada recepción cuando suceda alguna desviación
PCC-3 Almacenamiento	Multiplicación de las bacterias supervivientes	$5^{\circ}\text{C} \leq T \leq 10^{\circ}\text{C}$	Duración	Coordinación	Responsable de la depuración	Para cada ciclo de depuración	- Identificar el producto afectado y volver a depurar. De no ser posible, retirar el producto de la distribución - Investigar las causas de la desviación y ocuparse de ellas	Cuadro 11.3 Semanal en circunstancias normales, y para cada recepción cuando suceda alguna desviación

* Este Plan de HACCP se muestra a modo ilustrativo. Los responsables de las plantas de depuración deben adaptarlo a sus situaciones y necesidades particulares para así asegurar la definición de los peligros reales y las medidas de control.

Nombre y dirección de la empresa: _____

Nombre y firma del gerente: _____

Nombre y firma del responsable de calidad: _____

Fecha: _____

Fecha: _____

Cuadro 11.2: Control de los moluscos bivalvos en el momento de la recepción

Fecha de recepción	Especie y cantidad (Kg)	Fecha de recolección	Zona de cría y tipo	Nombre y número de licencia del recolector	Duración del transporte	Temperatura de los moluscos en el momento de la recepción

Nombre y firma del repartidor: _____ Fecha: _____

Nombre y firma del responsable de calidad: _____ Fecha: _____

Cuadro 11.3: Control de los moluscos bivalvos en el momento de la depuración

Nº del lote	Fecha y hora de inicio	Fecha y hora de término	Cantidad	Ciclo de depuración

Nombre y firma de responsable de la depuración: _____ Fecha: _____

Nombre y firma del responsable de calidad: _____ Fecha: _____

Cuadro 11.4: Almacenamiento de los moluscos bivalvos en el momento de la depuración

Fecha de inicio	Nº del lote	Especie y cantidad (Kg)	Temperatura	Fecha de salida

Nombre y firma del Director de producción: _____ Fecha: _____

Nombre y firma del responsable de calidad: _____ Fecha: _____

Cuadro 11.5: Formulario de las acciones correctivas

Fecha:	Lote:	Punto Crítico de Control:
Descripción de la pérdida (desviación) de control:		
Descripción de las acciones correctivas:		
Fecha y hora a la que se restablece el control:		
Descripción de la nueva situación:		
Nombre y firma del Director de producción:		Fecha:
Nombre y firma del Responsable de calidad:		Fecha:

Capítulo 12

Solución de problemas

La depuración es un proceso complejo en el que entran en juego una serie de variables interrelacionadas que inciden en la actividad de los animales y en la manera de eliminar el material depurado y mantenerlo alejado de los moluscos. El Cuadro 12.1 incluye algunos de los problemas frecuentes junto con sus posibles causas.

Podría darse más de un problema a la vez y esto ayudaría a restringir las posibles causas. Cuando surge un problema hay que revisar de manera sistemática la relación de posibles causas y verificar de cuál se trata y si es necesario rectificarla. Si este planteamiento no solventa los problemas, se podría tratar de conseguir la ayuda de otros operadores, instituciones de la industria, responsables de pesca o responsables de salud pública. Algunos países tienen instituciones técnicas responsables de ayudar a la industria de la pesca en el diseño e instalación de sistemas de depuración de moluscos (p. ej. *Seafish* en el Reino Unido) y asistir a las autoridades locales en la aprobación de dichos sistemas (p. ej. *Cefas* para Inglaterra y Gales) y estos organismos tendrán experiencia específica en esa zona. Las instituciones de la industria, responsables de pesca o de sanidad pública deben disponer de información de contacto sobre estas instituciones técnicas allá donde existan.

Cuadro 12.1: Problemas frecuentes en los sistemas de depuración y causas asociadas

Problema observado	Posibles causas
No hay caudal hacia el tanque	Tubería de entrada bloqueada Nivel del depósito demasiado bajo Bloqueo o bolsas de aire en las tuberías Abierta la válvula equivocada No hay suministro eléctrico a la bomba Bloqueo de bomba o en el filtro de la bomba
No hay caudal dentro del tanque	Bloqueo o bolsa de aire en las tuberías Válvula equivocada abierta No hay suministro eléctrico a la bomba Bloqueo de bomba o filtro de la bomba
Caudal bajo en el tanque	Bomba subdimensionada para el sistema La bomba necesita mantenimiento Bomba o filtro de la bomba parcialmente bloqueados El drenaje del tanque necesita limpiarse Las tuberías necesitan limpiarse Fuga de aire dentro del sistema Fuga de agua dentro del sistema
La lámpara UV no está encendida	No hay suministro eléctrico a la lámpara: interruptor apagado o suministro defectuoso de la red, terminales rotos o corroídos Hay que cambiar la unidad de encendido de lámpara Lámpara rota o defectuosa
Exceso de espuma	Excesiva velocidad del caudal Agua reutilizada demasiadas veces

Cuadro 12.1: Problemas frecuentes en los sistemas de depuración y causas asociadas(cont.)

Problema observado	Posibles causas
Moluscos sin actividad	Moluscos no aptos para la depuración (débiles, a punto de desovar) Manipulación inadecuada de los moluscos antes de la depuración (daño físico, temperatura) Desove de los moluscos durante la depuración Las condiciones de la depuración fuera del rango recomendado (bajo nivel de oxígeno disuelto, salinidad, temperatura) Mala calidad del agua Excesiva reutilización del agua
Moluscos muertos o moribundos	Véase apartado anterior Período prolongado de inmersión
Agua de mar turbia en el momento del llenado	Captación de agua demasiado cerca del lecho marino Captación de agua en estado mareal erróneo Captación de agua después de condiciones climáticas adversas Multiplicación bacteriana en el sistema de almacenamiento
El agua de mar se enturbia durante el ciclo	Desove de los moluscos durante la depuración Crecimiento bacteriano excesivo por muerte de moluscos en el tanque
<i>E. coli</i> del agua de mar \geq 1/100ml post-UV	Nivel inicial de contaminación demasiado elevado Turbidez muy elevada Desinfección inefectiva: <ul style="list-style-type: none"> - No funcionan las lámparas UV - Eficiencia de las lámparas UV demasiado baja - Concentración de ozono/cloro demasiado baja - Tiempo de contacto demasiado breve
<i>E. coli</i> en moluscos >230 <i>E. coli</i> /100g tras la depuración (única ocasión) >80 <i>E. coli</i> /100g tras la depuración (múltiples ocasiones)	Nivel inicial de contaminación demasiado elevado Moluscos no aptos para la depuración (débiles, a punto de desovar) Manipulación inadecuada de los moluscos antes de la depuración (daño físico, temperatura) Desove de los moluscos durante la depuración Las condiciones de la depuración fuera del rango recomendado (bajo nivel de oxígeno disuelto, salinidad, temperatura) Período de depuración demasiado breve

Capítulo 13

Lecturas seleccionadas

ENFERMEDADES ASOCIADAS A LOS MOLUSCOS

EU Commission. 2001. *Opinion of the scientific committee on Veterinary measures relating to public health on Vibrio vulnificus and Vibrio parahaemolyticus (in raw and undercooked seafood)*. Adoptado el 19-20 de septiembre de 2001. Dirección General de Salud y Protección del Consumidor.

Lee, R.J. y Younger, A.D. 2002. Developing microbiological risk assessment for shellfish purification. *Int. Biodeterior. Biodegrad.*, 50: 177–183.

Lees, D. 2000. Viruses and bivalve shellfish. *Int. J. Food Microbiol.*, 59: 81–116.

Rippey, S.R. 1994. Infectious diseases associated with molluscan shellfish consumption. *Clin. Microbiol. Rev.*, 7: 419–425.

WHO. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/>

DEPURACIÓN – GENERAL

Jackson, K.L. y Ogburn, D.M. 1999. *Review of depuration and its role in shellfish quality assurance*. FRDC Project No. 96/355. NSW Fisheries Final Report Series No. 13. ISSN 1440–3544.

Otwell, W.S., Rodrick, G.E. y Martin, R.E. (eds). 1991. *Molluscan Shellfish Depuration*. Boca Raton, CRC Press Inc. 400 pp.

West, P.A. 1986. Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) concept: application to bivalve shellfish purification systems. *J. Roy. Soc. Health*, 4: 133–140.

Younger, A. 1997. Approval of shellfish depuration systems in England and Wales. *Shellfish News*, Number 4. Lowestoft, Reino Unido, Cefas.

DIRECTRICES Y MANUALES OPERATIVOS

SFIA. 1995. *The Use of Artificial Seawater in Mollusc Purification (1994/25/FT)*. Hull, Reino Unido, Sea Fish Industry Authority.

SFIA. 1995. *Operating Manual for the Medium Scale Multi-Layer System (95/31/FT)*. Hull, Reino Unido, Sea Fish Industry Authority.

SFIA. 1995. *Operating Manual for the Vertical Stack System (95/32/FT)*. Hull, Reino Unido, Sea Fish Industry Authority.

SFIA. 1995. *Operating Manual for the Large Scale Multi-Layer System (95/33/FT)*. Hull, Reino Unido, Sea Fish Industry Authority.

SFIA. 1995. *Operating Manual for the Small Scale Shallow Tank System (95/34/FT)*. Hull, Reino Unido, Sea Fish Industry Authority.

SFIA. 1995. *Operating Manual for the Bulk Bin System for Mussels (95/35/FT)*. Hull, Reino Unido, Sea Fish Industry Authority.

SFIA. 1995. *General Operating Manual for Purification Systems of Non-Standard Design (95/36/FT)*. Hull, Reino Unido, Sea Fish Industry Authority.

SFIA. 1997. *Guidelines for the harvesting, handling and distribution of live bivalve molluscs*. Hull, Reino Unido, Sea Fish Industry Authority.

Wood, P.C. y Ayres, P.A. 1977. Artificial seawater for shellfish tanks. Laboratory Leaflet No. 39. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food: Directorate of Fisheries Research. Lowestoft, Reino Unido.

HACCP

Bird, P.D. 1993. *Oyster Purification Assessment*. New South Wales Health Department Oyster Program.

FAO/WHO. 2003. Food hygiene. Basic texts. Second edition. Joint FAO/WHO. Food Standards Programme. FAO, Roma.

Huss, H.H., Ababouch, L. y Gram, L. 2003. Assessment and management of seafood safety and quality. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 444. Rome, FAO. 2003. 230p.

Mortimore, S. y Wallace, C. 1994. *HACCP: A practical approach*. Chapman & Hall: Londres.

National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods. 1992. Hazard Analysis and Critical Control Point System. *International Journal of Food Microbiology* 16: 1–23.

National Seafood HACCP Alliance for Training and Education. 1997. *HACCP Hazard Analysis and Critical Control Point Training Curriculum Third Edition*. North Carolina Sea Grant, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, Estados Unidos.

SFIA. 1999. Guidance on Procedures to Minimise Risks to Food Safety in Bivalve Mollusc Purification, 1st Edition. Sea Fish Industry Authority: Hull, Reino Unido.

LEGISLACIÓN

European Communities. 2002. Regulation (EC) No 178/2002 Of The European Parliament and of The Council of 28 January 2002 laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety. *Off. J. Eur. Communities* L 31, 1.2.2002: 1–24.

European Communities. 2004. Corrigendum to Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 laying down specific hygiene rules for food of animal origin. *Off. J. Eur. Communities* L 226, 25.6.2004: 22–82.

European Communities. 2004. Corrigendum to Regulation (EC) No 854/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 laying down specific rules for the organisation of official controls on products of animal origin intended for human consumption. *Off. J. Eur. Communities* L 226, 25.6.2004: 83–127.

European Communities. 2005. Commission Regulation (EC) No 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs. *Off. J. Eur. Communities* L 338, 22.12.2005: 1–26.

European Communities. 2005. Commission Regulation (EC) No 2074/2005 of 5 December 2005 laying down implementing measures for certain products under Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council and for the organisation of official controls under Regulation (EC) No 854/2004 of the European Parliament and of the Council and Regulation (EC) No 882/2004 of the European Parliament and of the Council, derogating from Regulation (EC) No 852/2004 of the European Parliament and of the Council and amending Regulations (EC) No 853/2004 and (EC) No 854/2004. *Off. J. Eur. Communities* L 338, 22.12.2005: 27–59.

European Communities. 2006. Regulation (EC) No 1666/2006 of 6 November 2006 amending Regulation (EC) No 2076/2005 laying down transitional arrangements for the implementation of Regulation (EC) No 853/2004 and (EC) No 882/2004 of the European Parliament and the Council. *Off. J. Eur. Communities* L 320, 18.11.2006: 47–49.

FAO. Risk assessment of *Vibrio vulnificus* in raw oysters, Interpretative Summary and Technical Report – Microbiological Risk Assessment Series – 8 Pre-Publication Version (Agosto 2005).

JETRO. 2006. *Food Sanitation Law*. April 2006. Tokyo, External Trade Association.

JETRO. 2006. *Specification, standards and testing methods for foodstuffs, implements, containers and packaging, toys, detergents*. Junio 2006. Tokio, Japón External Trade Association.

Opinion of the Scientific Committee on Veterinary Measures relating to Public Health on *V. vulnificus* and *V. parahaemolyticus* in raw and undercooked seafood, adoptado el 19–20 Septiembre 2001.

Sumner, J., Ross, T. y Ababouch, L. 2004. Application of risk assessment in the fish industry. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 442. Rome, FAO. 2004. 78p.

US FDA. 2006. *National Shellfish Sanitation Programme: Guide for the control of molluscan shellfish 2005*. <http://www.cfsan.fda.gov/~ear/nss3-toc.html>

MÉTODOS MICROBIOLÓGICOS

APHA. 1970. Recommended procedures for the examination of seawater and shellfish, 4th ed. American Public Health Association, Washington, DC.

Donovan, T.D., Gallagher, S., Andrews, N.J., Greenwood, M.H., Graham, J., Russell, J. E., Roberts, D. y Lee, R. 1988. Modification of the standard UK method for the enumeration of *Escherichia coli* in live bivalve molluscs. *Communicable Disease and Public Health* 1: 188–196.

ISO. 2004. ISO TS 16649-3:2004 Microbiology of food and animal feeding stuffs – Enumeration of β -glucuronidase positive *Escherichia coli* – part 3: Most Probable Number technique using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl- β -D-glucuronide acid. International Organization for Standardization, Ginebra

CALIDAD DEL AGUA

European Communities. 1998. Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption. *Off. J. Eur. Communities* L 330, 5.12.1998: 32–54.

WHO. 2004. Guidelines for drinking water quality. Volume 1: Recommendations. 3rd edition. World Health Organisation, Ginebra. 515 pp.

GENERAL

FAO. 1989. Report of the Workshop and Study Tour on Mollusc Sanitation and Marketing, 15–28 October 1989, France. Rome, FAO. 1989. 215 pp. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB710E/AB710E00.HTM>

Apéndices

Apéndice 1: Código de prácticas para el pescado y los productos pesqueros ...	81
Apéndice 2: Norma para los moluscos bivalvos vivos y los moluscos bivalvos crudos	101
Apéndice 3: Ejemplo de una ficha para un ciclo de depuración	111
Apéndice 4: Criterios de depuración según el programa sanitario nacional de moluscos de los Estados Unidos de América	113
Apéndice 5: Guías de la OMS para la calidad del agua potable	127
Apéndice 6: Almacenamiento de langostas y depuración de moluscos	131
Apéndice 7: Enumeración de <i>Escherichia coli</i> en moluscos bivalvos	143

Apéndice 1

Código de Prácticas para el Pescado y los Productos Pesqueros (RCP/CAC 52–2003)

Extractos relevantes a los moluscos bivalvos vivos

La finalidad de los Códigos de Prácticas del Codex es ofrecer recomendaciones que sirvan para identificar los elementos esenciales necesarios para la producción de alimentos inocuos y de alta calidad

SECCIÓN 2. DEFINICIONES

2.3 Moluscos bivalvos VIVOS Y CRUDOS

Aceptado/ aceptable/aprobado	Aceptado por el organismo oficial competente.
Acondicionamiento	Acción de poner los moluscos bivalvos vivos en tanques, balsas o sitios naturales con objeto de eliminar la arena, el fango o el limo y mejorar la aceptabilidad del producto.
Centro de Distribución	Cualquier instalación o establecimiento aprobado, situado en tierra o en el mar, donde tiene lugar la recepción, acondicionamiento, lavado, limpieza, clasificación y envasado de moluscos bivalvos vivos aptos para el consumo humano.
Zonas de cría	Zonas de aguas marinas o salobres aprobadas para la producción o la recolección de moluscos bivalvos destinados al consumo humano, ya sea por desarrollo natural o por acuicultura. Las zonas de cría pueden ser aprobadas como zonas de producción o de recolección de moluscos bivalvos para el consumo directo, o pueden ser aprobadas como zonas de producción o recolección para moluscos bivalvos, ya sea para purificación o reinstalación.
Desconchado térmico	Proceso de someter moluscos bivalvos dentro de la concha a cualquier forma de tratamiento térmico, por ejemplo mediante vapor, agua caliente o calor seco, durante un breve período de tiempo a fin de facilitar la extracción rápida de la carne a efectos de su desconchado.
Purificación	(Depuración) reducción de microorganismos a un nivel aceptable para el consumo directo por el procedimiento de mantener los moluscos bivalvos vivos durante un período de tiempo y en condiciones aprobadas y controladas, en agua de mar natural o artificial idónea para el proceso, que puede haber sido tratada o no.
Centro de purificación	Cualquier establecimiento aprobado para la purificación de los moluscos bivalvos vivos.
Reinstalación	Traslado de los moluscos bivalvos de una zona de cría contaminada microbiológicamente a una zona de cría o de estabulación aceptable bajo la supervisión del organismo competente, y su mantenimiento en dicha zona durante el tiempo necesario para reducir la presencia de contaminantes a un nivel aceptable para el consumo humano.

SECCIÓN 7 - MOLUSCOS BIVALVOS VIVOS Y CRUDOS

Con miras a reconocer los controles en las distintas fases de elaboración, en esta sección se ofrecen ejemplos de posibles peligros y defectos y se describen directrices tecnológicas que pueden ser utilizadas para establecer medidas de control y medidas correctivas. Para cada fase concreta, sólo se enumeran los peligros y defectos que podrían introducirse o controlarse en ella. Hay que tener presente que, al preparar un plan de HACCP o PCD, es esencial consultar la Sección 5, en la que se ofrece orientación con respecto a la aplicación de los principios de HACCP y de análisis en PCD. Sin embargo, dentro del ámbito de aplicación del presente Código de Prácticas no es posible dar detalles de los límites críticos, la vigilancia, el mantenimiento de registros y la verificación para cada una de las fases, ya que son específicos de peligros y defectos concretos.

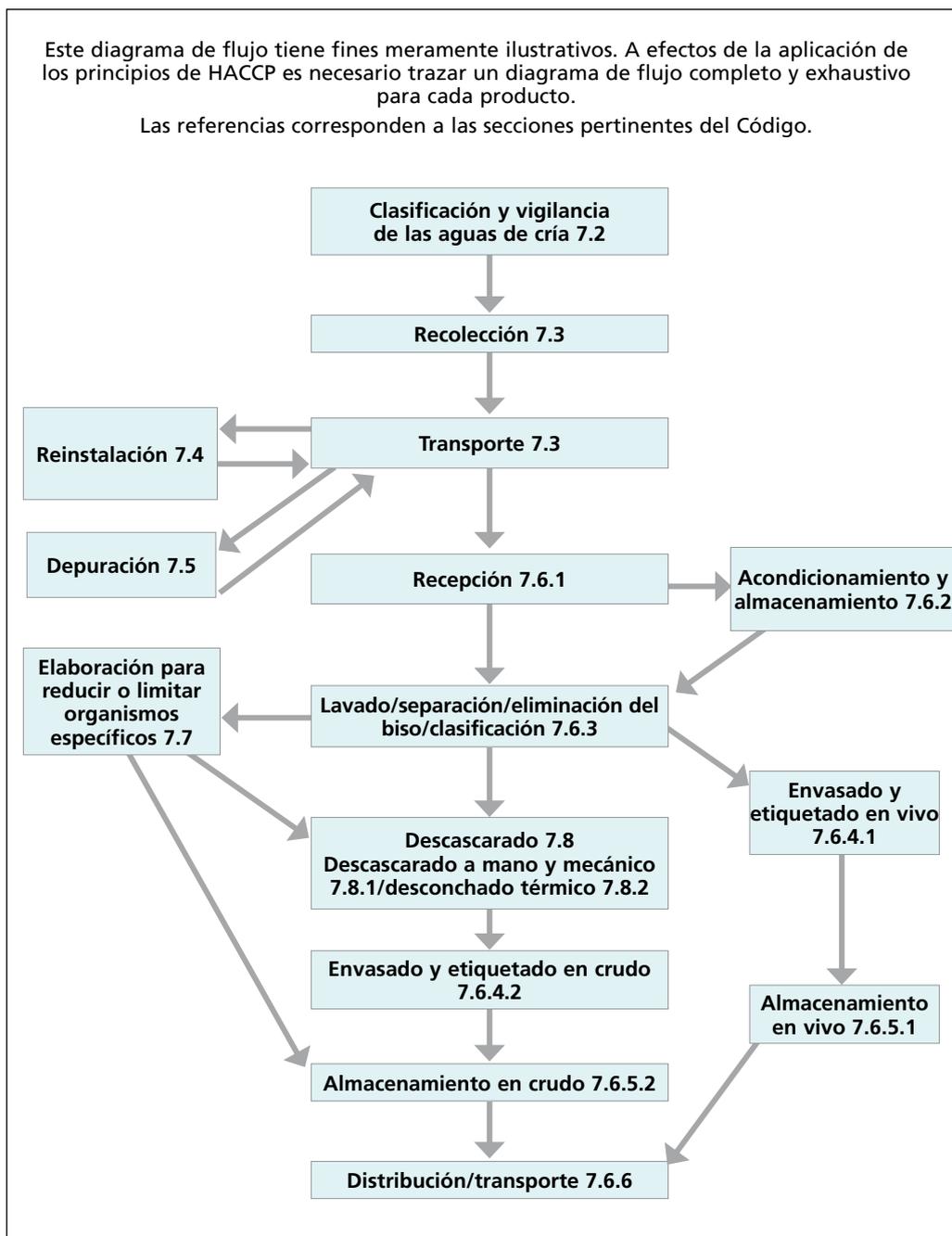


Figura 7.1: Ejemplo de un diagrama de flujo de producción de moluscos bivalvos vivos y crudos

7.1 OBSERVACIONES GENERALES QUE COMPLEMENTAN EL PROGRAMA DE REQUISITOS PREVIOS

Las especies de moluscos bivalvos tales como las ostras, mejillones, almejas japonesas y almejas de concha dura pueden sobrevivir durante un tiempo prolongado fuera del agua, de modo que pueden comercializarse vivos para el consumo humano. También los moluscos de otras especies, como los berberechos, pueden comercializarse vivos si se manipulan con cuidado, pero normalmente se someten a elaboración. Los moluscos de especies no adaptadas a condiciones de deshidratación mueren al poco tiempo de ser extraídos del agua, por lo que es más fácil manipularlos como productos refrigerados o elaborados.

Durante el desove (que sigue a la «maduración de las gónadas») resulta poco conveniente y, en muchos casos, impracticable comercializar los moluscos como animales vivos. El estrés puede inducir el desove.

El principal peligro conocido para la producción de moluscos bivalvos es la contaminación microbiológica de las aguas en que se crían, especialmente cuando los moluscos bivalvos están destinados a consumirse vivos o crudos. Puesto que los moluscos son organismos filtrantes, en ellos los contaminantes se concentran en niveles mucho más altos que los de las aguas marinas que los circundan. Por consiguiente, la contaminación por bacterias y virus en la zona de cría es de importancia crítica para la especificación del producto final y determina los requisitos del proceso de elaboración ulterior. La contaminación por aguas de escorrentía agrícola o aguas negras que contienen patógenos bacterianos o víricos (virus del tipo de Norwalk, virus de la hepatitis) o patógenos bacterianos presentes naturalmente (*Vibrio* sp.) puede provocar gastroenteritis y otras enfermedades graves como la hepatitis. Otro peligro es el que deriva de las biotoxinas. Las biotoxinas producidas por algunas algas pueden causar diversas formas de intoxicación grave, como la intoxicación diarreica de moluscos bivalvos (DSP), la parálisis tóxica producida por los moluscos bivalvos (DSP), la intoxicación neurotóxica producida por los moluscos bivalvos (NSP), la intoxicación amnésica producida por los moluscos bivalvos (ASP) o la intoxicación por azaspirácido (AZP). En determinadas zonas también pueden constituir un peligro las sustancias químicas como metales pesados, plaguicidas, compuestos organoclorados, y sustancias petroquímicas.

A efectos de controlar los peligros, es muy importante la identificación y vigilancia de las zonas de cría para la inocuidad de los moluscos bivalvos. La identificación, clasificación y vigilancia de estas áreas es tarea de las autoridades competentes en cooperación con los pescadores y productores primarios. Pueden utilizarse el recuento de *E. coli*/coliformes fecales o el recuento total de coliformes como indicadores de la posible contaminación fecal. Si se encuentran biotoxinas en la carne de moluscos bivalvos en cantidades peligrosas, debe cerrarse la zona de cría a la recolección de moluscos bivalvos hasta que la investigación toxicológica aclare que la carne de tales moluscos está exenta de cantidades peligrosas de biotoxinas. No debe haber presencia de sustancias químicas nocivas en la parte comestible en cantidades que determinen una ingestión alimentaria superior a la ingesta diaria admisible.

Los moluscos bivalvos procedentes de aguas que, según lo determinado por la autoridad competente, presenten contaminación microbiológica podrán hacerse inocuos reinstalándolos en zonas idóneas o aplicando ya sea un proceso de purificación que reduzca el nivel de las bacterias y virus, siempre que tal proceso se continúe por un tiempo suficiente, o bien un tratamiento térmico que destruya organismos específicos. La purificación es un procedimiento a corto plazo utilizado habitualmente para reducir niveles bajos de contaminación bacteriana, pero en caso de que el riesgo de contaminación sea mayor se requerirá la reinstalación a largo plazo.

En particular cuando los moluscos bivalvos necesitan ser sometidos a reinstalación o purificación para ser consumidos crudos, debe evitarse todo estrés y golpes excesivos. Ello es importante porque los moluscos bivalvos en cuestión deben poder cumplir nuevamente sus funciones durante la purificación, la reinstalación o el acondicionamiento.

7.2 CLASIFICACIÓN Y VIGILANCIA DE LAS ZONAS DE CRÍA

Posibles peligros: Contaminación microbiológica, por biotoxinas y química

Posibles defectos: Improbables

Orientación técnica:

Existen 5 tipos distintos de peligros significativos procedentes del medio en el que crecen los moluscos bivalvos:

- las bacterias patógenas entéricas (p. ej. *Salmonella* sp.);
- los virus patógenos entéricos (p. ej. virus del tipo de Norwalk, virus de la hepatitis);
- patógenos bacterianos presentes naturalmente (p. ej. *Vibrio* sp.);
- biotoxinas (p. ej., grupo de ácido okadaico (DSP), grupo de las saxitoxinas (PSP), grupo de las brevetoxinas (NSP), grupo del ácido domoico (ASP), grupo de los azaspirácidos (AZP));
- contaminantes químicos (p. ej. metales pesados tales como el plomo, cadmio y mercurio).

7.2.1 Clasificación de las zonas de cría

Se deberían realizar estudios de la zona de cría, del litoral y de la zona terrestre de captación a fin de determinar cuáles son las fuentes de contaminación doméstica e industrial que pueden afectar a la calidad de las aguas de la zona de cría, así como de los moluscos bivalvos. Dichas fuentes pueden ser las salidas de redes municipales de cloacas, efluentes industriales, aguas residuales de minas, contaminantes geofísicos, recintos de retención de animales domésticos, centrales nucleares, refinerías u otras. La necesidad de programar nuevos estudios de higiene estará determinada por eventuales desplazamientos de población y cambios en las actividades agrícolas e industriales de la zona ribereña. Deberían realizarse exámenes con frecuencia y reevaluar las fuentes de contaminación periódicamente para determinar cualesquiera variaciones de sus efectos en la zona de cría.

Cuando se hayan identificado y evaluado las fuentes de contaminación, deberían establecerse estaciones de muestreo del agua o de los moluscos bivalvos o sedimentos, y realizarse estudios para determinar los efectos de los contaminantes en el agua y la calidad de los moluscos bivalvos. El organismo oficial competente debería evaluar estos datos y clasificar las zonas de cría con arreglo a las normas y criterios oficiales.

En la interpretación de los datos relativos a las zonas de cría, el organismo oficial competente tendrá en cuenta las posibles variaciones que puedan afectar el nivel de contaminación en las condiciones hidrográficas y climáticas más desfavorables, determinadas por precipitaciones, mareas, vientos, métodos de tratamiento de las aguas residuales, variaciones demográficas y otros factores locales, ya que cuando el número de bacterias o virus presentes en el medio acuático aumenta, los moluscos bivalvos responden con rapidez acumulando dichos agentes. El organismo competente también debería tener en cuenta que los moluscos bivalvos son capaces de acumular productos químicos tóxicos en sus tejidos en concentraciones superiores a las de las aguas circundantes. Para determinar los niveles aceptables se utilizarán como guía las normas alimentarias de la FAO, de la OMS u otras normas internacionales o nacionales.

El organismo oficial competente debería anunciar inmediatamente las decisiones relativas a la clasificación de las zonas de cría a los productores y los centros de purificación y distribución a los que la misma atañe. Cuando se toman muestras de carne de moluscos a fines de clasificación, si se superan los límites de cualesquiera

peligros biológicos o microbiológicos establecidos en la especificación para el producto final, deberían adoptarse medidas apropiadas bajo la responsabilidad del organismo oficial competente.

El organismo oficial competente debería definir claramente las zonas de cría clasificadas como:

- idóneas para la recolección destinada al consumo humano directo, con reinstalación en aguas aceptables o purificación en un centro de purificación aprobado, u otras formas de elaboración para reducir o limitar organismos específicos, como por ejemplo el tratamiento térmico, la radiación, la presión hidrostática, o la congelación rápida individual; o
- no idóneas para el cultivo o la recolección de moluscos bivalvos.

7.2.2 Vigilancia de las zonas de cría

Las zonas de cría se controlarán sistemáticamente a fin de detectar posibles cambios en la calidad del agua o los moluscos bivalvos, y las zonas de condiciones deficientes se patrullarán para impedir que en ellas se recojan moluscos para fines diferentes de los establecidos por el organismo oficial.

Las biotoxinas en los moluscos bivalvos pueden proceder de plancton que contiene toxinas. Para fines de alerta temprana, según proceda, se recomienda disponer de un programa a efectos de vigilar las zonas de cría con el fin de identificar especies de plancton que puedan producir toxinas, y reconocer otras señales ambientales de que se está por producir un acontecimiento tóxico.

Las sustancias químicas nocivas en los moluscos bivalvos no deberían encontrarse en concentraciones tales que la ingestión dietética calculada exceda la ingesta diaria admitida. Debería disponerse de un sistema de vigilancia respecto de las sustancias químicas nocivas.

Si los programas ordinarios de vigilancia o los estudios periódicos revelan que la zona de cría ha dejado de cumplir con los criterios de clasificación, inmediatamente el organismo oficial competente debería volver a clasificarla o bien cerrarla a la recolección.

A efectos de determinar la idoneidad de las zonas de cría de moluscos bivalvos desde el punto de vista de la salud pública, el organismo oficial competente debería examinar las siguientes medidas:

- Clasificación/reclasificación de las zonas de cría mediante vigilancia frecuente de *E.coli*/coliformes fecales o número total de coliformes con una frecuencia apropiada basada en la probabilidad de contaminación y otras medidas sanitarias de control según corresponda.
- Clasificación/reclasificación de las áreas de cría mediante vigilancia de patógenos con una frecuencia apropiada basada en la probabilidad de contaminación de la carne de moluscos bivalvos (véase 7.2.2.2).
- Cierre/reapertura de las aguas de cría, en función sólo de una vigilancia de la presencia de biotoxinas en los moluscos bivalvos, o en combinación con vigilancia del fitoplancton en el agua de mar con una frecuencia apropiada basada en el riesgo de contaminación (véase 7.2.2.3).
- Control de contaminantes químicos.

Bajo la responsabilidad del organismo competente, las zonas de cría en que se producen moluscos bivalvos para consumo humano directo deberían satisfacer los siguientes requisitos al momento de la recolección:

- La zona no esté expuesta a contaminación que pueda suponer un peligro efectivo o potencial para la salud humana.
- Los moluscos bivalvos recogidos satisfagan la especificación para el producto final. Ello puede determinarse por medio del examen de la carne del molusco o por vigilancia adecuada del agua, según proceda.

Las zonas de cría en que se producen moluscos bivalvos para el consumo humano indirecto deberían definirse en relación con la elaboración ulterior a que ha de someterse el lote.

7.2.2.1 *E. coli*/coliformes fecales o número total de coliformes

Todas las aguas o carne de moluscos deberían ser vigiladas frecuentemente para detectar la presencia de *E. coli*/coliformes fecales o un número total de coliformes con una frecuencia apropiada en base a la probabilidad y grado de contaminación fecal.

Para determinar el grado de contaminación fecal se efectuarán ensayos con indicadores bacterianos idóneos, como coliformes fecales o *Escherichia coli*. Debería mantenerse en examen constante la eficacia de los indicadores bacterianos utilizados por su fiabilidad como medidas respecto del grado de contaminación fecal. Si la contaminación fecal supera determinados niveles, podrá permitirse la reinstalación o purificación durante el tiempo que apruebe el organismo oficial competente.

Puede utilizarse el recuento de *E. coli*/coliformes fecales, o el recuento total de coliformes, como indicador de la presencia de contaminación fecal. Como no hay una buena correspondencia entre dichos indicadores y la presencia de virus, siempre se deberían emplear otros controles, tales como estudios costeros.

Otros métodos tales como la detección de bacteriófagos y de virus también podrán utilizarse como indicadores cuando haya métodos analíticos validados en el futuro.

7.2.2.2 Vigilancia de patógenos

Los programas de saneamiento para los moluscos se basan en la utilización de organismos indicadores de una presencia de contaminación más que en la vigilancia de patógenos específicos. Sin embargo, en el caso de epidemia de enfermedades causada por un patógeno identificado, tal como *Salmonella* y otros (*Vibrio* y virus), la vigilancia sobre los moluscos bivalvos quizás sea adecuada en el ámbito del proceso de cierre/reapertura de la zona de recolección afectada. La especie, y en particular la cepa misma se debería conocer para asegurar que la vigilancia aborde el origen del patógeno. Se deberían establecer con anterioridad los niveles de aceptación/rechazo para los patógenos con el fin de utilizar tales resultados de vigilancia para el proceso de decisión. Se debería cumplir con otras condiciones incluyendo los requisitos de vigilancia sanitaria como condición para la reapertura de tal área.

7.2.2.3 Control de biotoxinas marinas

La vigilancia del fitoplancton es una herramienta complementaria valiosa que se puede usar, en combinación con la vigilancia exigida de las biotoxinas marinas en los tejidos de los moluscos, para optimizar la gestión del programa y los recursos. Deberían vigilarse todas las zonas de cría para detectar señales ambientales de que quizás haya aparecido alguna toxina, p. ej., pájaros, mamíferos o peces muertos o por morir. El riesgo de proliferación de algas tóxicas puede mostrar variaciones estacionales, y las zonas de cría pueden sufrir contaminación por algas tóxicas antes desconocidas en los mares circundantes o aguas del litoral. Dichos riesgos deberían tenerse en cuenta a la hora de elaborar los calendarios de programación de vigilancia.

Es importante notar que al usar una especie de molusco indicador, se supone que la ausencia de toxicidad en la especie indicada implica la ausencia de toxicidad en otras especies de la zona de cría. Esta suposición debería ser verificada por cada especie de molusco y por cada grupo de toxinas, antes de reconocer una especie de molusco en particular como indicador para una zona determinada de producción.

El organismo oficial competente debería cerrar inmediatamente las zonas afectadas y patrullarlas cuando se excedan los niveles aceptables en las porciones comestibles de la carne de los moluscos bivalvos. Dichas zonas no deberían abrirse antes de que la investigación toxicológica haya establecido claramente que la carne de los moluscos bivalvos está libre de cantidades peligrosas de biotoxinas.

El organismo oficial competente debería anunciar inmediatamente dichas decisiones a los productores afectados y centros de depuración y distribución.

Al establecer programas de muestreo en el tiempo y el espacio, se debería considerar una garantía de la posición adecuada y la cantidad de los sitios de muestreo. Los ensayos para una biotoxina específica pueden no ser apropiados cuando se ha demostrado que no existen relaciones entre una biotoxina determinada y los moluscos bivalvos en las áreas de cría y de recolección. La frecuencia del muestreo debería ser suficiente como para abordar cambios espaciales y temporales en microalgas, y toxinas en mariscos, y para incluir los riesgos de aumentos rápidos de toxicidad en los moluscos.

Muestreo de representación espacial

La selección de estaciones de muestreo para cultivos bentónicos y en suspensión deberían basarse en sitios que históricamente hayan presentado toxicidad en las primeras etapas de un episodio tóxico. Se reconoce que el muestreo, por lo general, no puede llevarse a cabo de una manera estadísticamente válida, sin un coste excesivo. A efectos de proteger la salud pública, la selección de estaciones de muestreo debería cubrir en forma apropiada el alcance del episodio tóxico o la «peor posibilidad» probable en una zona de crecimiento. Ello debería basarse en un juicio experto que utilice los siguientes factores:

- La hidrografía, las surgencias conocidas, los frentes, las pautas actuales y los efectos de las mareas.
- El acceso a las estaciones de muestreo en todas las condiciones climáticas durante la recolección.
- La deseabilidad de muestreo de toxinas y microalgas en una misma estación de muestreo.
- Además de las estaciones primarias (de rutina), la necesidad de estaciones secundarias (complementarias) y de estaciones marinas.
- La existencia de crecimiento *in situ* (p. ej., microalgas tóxicas provenientes de bancos de quistes).
- La advección de proliferaciones de microalgas tóxicas a las zonas de cría.

El muestreo rutinario de microalgas generalmente significa tomar una muestra integrada de la columna de agua. Cuando ocurre, o está en proceso de ocurrir, un episodio tóxico se debería considerar un muestreo de profundidad específica dirigida.

El muestreo de moluscos criados en suspensión, debería por lo menos incluir una muestra integrada compuesta de moluscos tomados de la parte superior, media e inferior de las líneas.

Muestreo representativo temporal

La mayoría de los programas de vigilancia adoptan frecuencias semanales mínimas de muestreo en zonas en que la toxicidad es prevalente y donde se está llevando a

cabo, o se está por llevar a cabo, la recolección. Las decisiones sobre la frecuencia del muestreo deberían basarse en la evaluación de riesgos. Las contribuciones a la decisión pueden incluir factores tales como las variaciones estacionales (toxicidad o recolección), accesibilidad, información histórica de base, incluso datos sobre toxinas y microalgas, y los efectos de factores ambientales tales como el viento, la marea y las corrientes.

La frecuencia del muestreo y los factores que pueden resultar en su cambio deberían describirse en un «Plan de Acción para Biotoxinas Marinas» para la zona de cría en cuestión.

Tamaño de muestra de mariscos

No hay un tamaño de muestra acordado internacionalmente para las diferentes especies de moluscos. Puede existir una alta variabilidad de toxicidad entre individuos. El número de moluscos incluidos en la muestra debería ser suficiente para abordar dicha variabilidad. Por ese motivo, el número de moluscos incluidos en la muestra, más que la cantidad de carne, debería ser el factor determinante del tamaño de la muestra. Asimismo, el tamaño de la muestra debería ser suficiente como para permitir que se realice el estudio o estudios para los que se toma la muestra, y los moluscos incluidos en la muestra deberían ser del tamaño comercializado.

7.2.2.4 Métodos de ensayo para biotoxinas marinas

Los métodos adecuados para la determinación de las biotoxinas marinas se listan en el proyecto de Norma para los Moluscos Bivalvos Vivos y Crudos. Cualquier método se puede considerar adecuado a fines de selección inicial si la autoridad competente lo ha aprobado.

7.2.2.5 Contaminantes químicos

Deberían vigilarse las zonas de cría en busca de contaminantes químicos con una frecuencia suficiente como para proporcionar confianza de que toda fuente identificada de contaminación química no está contaminando los moluscos. Las zonas de cría de moluscos en las que no existen lugares de origen de probable contaminación química deberían requerir sólo verificaciones ocasionales cada tantos años. No obstante, cuando existan lugares de origen de contaminación específica, quizás se deba inspeccionar los moluscos más frecuentemente en forma rutinaria. También debería existir la capacidad de tomar muestras de moluscos en forma reactiva si ocurre un brote definido - por ejemplo un derrame de pintura antiincrustante.

7.3 RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE MOLUSCOS BIVALVOS VIVOS

Véanse también las Secciones 3.1, 3.3, 3.4 y 3.5

Esta sección se aplica al transporte de moluscos bivalvos para fines de consumo humano directo, reinstalación, purificación, elaboración para reducir o limitar organismos específicos, o elaboración posterior.

Los procedimientos de manipulación apropiados variarán en función de la especie, la zona de cría y la temporada del año:

Posibles peligros: Contaminación microbiológica, por biotoxinas y química

Posibles defectos: Daño físico

Orientación técnica:

- Las dragas y otros aparejos de captura, cubiertas, bodegas y recipientes que resulten contaminados por el uso en una zona contaminada deberían limpiarse y, si procede, desinfectarse antes de ser empleados para moluscos de una zona no contaminada.
- Las bodegas o los recipientes en los que se mantengan los moluscos bivalvos deberían ser de construcción tal que el molusco bivalvo se mantenga por encima del nivel del suelo y pueda escurrir, de forma que no entre en contacto con agua de lavado o de sentina ni con líquido de concha. De ser necesario se instalará un sistema de bombeo de agua de sentina.
- Deberían adoptarse precauciones idóneas para proteger a los moluscos bivalvos de la contaminación por agua contaminada, deyecciones de aves marinas, calzado que pueda haber entrado en contacto con material fecal o por material contaminado. Las naves que se hallen en zonas de cría de mariscos no deberían emitir descargas de desperdicios, incluida la materia fecal humana. No se deberían permitir animales en las naves de recolección.
- Las bombas de lavado deberían tomar el agua sólo de agua marina no contaminada.
- Los moluscos bivalvos se deberían recoger y almacenar en una zona de cría o de reinstalación que el organismo oficial competente considere aceptable.
- En el momento de sacarlos del agua y durante la manipulación y el transporte, los moluscos bivalvos no deberían someterse a calor ni frío extremos ni a variaciones repentinas de temperatura. El control de la temperatura reviste importancia crítica en la manipulación de moluscos vivos. Si las temperaturas imperantes y la duración de las operaciones así lo exigen, deberían emplearse equipos especiales, tales como contenedores aislados y refrigeradores. Los moluscos bivalvos no deberían exponerse a la acción directa de los rayos solares o de superficies calentadas por el sol, o entrar en contacto directo con hielo o con otras superficies refrigerantes, ni tampoco mantenerse en recipientes cerrados con dióxido de carbono sólido. En la mayoría de los casos, debería evitarse el almacenamiento a temperaturas superiores a 10°C (50°F) o inferiores a 2°C (35°F).
- Los moluscos bivalvos deberían estar libres de todo exceso de fango o hierbas, y deberían lavarse con agua de mar limpia o agua potable a presión idónea inmediatamente después de su recolección. No debería permitirse que el agua del lavado caiga sobre los moluscos bivalvos ya lavados. Se podría recircular el agua de lavado si cumple con la definición de agua limpia.
- Debería mantenerse lo más breve posible el intervalo entre la recolección y la inmersión en agua para la reinstalación, almacenamiento, acondicionamiento o purificación. Lo mismo se aplica para el intervalo entre la recolección final y la entrega en el centro de distribución.
- Si los moluscos bivalvos deben ser sumergidos de nuevo después de la recolección, deberían ser sumergidos en agua de mar limpia.
- Debería mantenerse la documentación apropiada relativa a las actividades de recolección y transporte.

7.4 REINSTALACIÓN

Los requisitos de clasificación y vigilancia de las zonas de cría se aplican también a las zonas de reinstalación.

La finalidad de la reinstalación es reducir el nivel de contaminantes que puedan estar presentes en los moluscos bivalvos recogidos en zonas contaminadas, hasta alcanzar niveles en que el molusco bivalvo resulte aceptable para el consumo humano sin elaboración ulterior. Los moluscos bivalvos destinados a reinstalación sólo deberían recogerse en zonas designadas o clasificadas para tal fin por el organismo oficial

competente. Los métodos de reinstalación varían en todo el mundo. Los moluscos bivalvos pueden ser colocados en flotadores, balsas, o directamente sobre el fondo.

Posibles peligros: Contaminación microbiológica, por biotoxinas y química

Posibles defectos: Improbables

Orientación técnica:

- Las operaciones de reinstalación deberían ser rigurosamente supervisadas por el organismo oficial competente, para evitar que los moluscos bivalvos contaminados se lleven directamente al mercado de consumo e impedir la contaminación cruzada de otros moluscos bivalvos. Los límites de las zonas de reinstalación deberían identificarse claramente mediante boyas, postes u otros elementos fijos. Dichas zonas deberían separarse en forma adecuada de los moluscos bivalvos de aguas adyacentes y sistemas de control adecuados deberían aplicarse a efectos de prevenir la contaminación cruzada y la mezcla de los mismos.
- El organismo oficial competente determinará el período de retención y la temperatura mínima en la zona aceptada antes de la recolección, según el grado de contaminación antes de la reinstalación, la temperatura del agua, la especie de bivalvo molusco en cuestión y las condiciones geográficas e hidrográficas locales para asegurar que los niveles de contaminación han sido reducidos adecuadamente.
- Los sitios de reinstalación podrían volverse biotóxicos debido a una proliferación de algas, o podrían transformarse en una fuente inesperada de patógenos ambientales, tales como la bacteria del *Vibrio*, y por lo tanto deberían vigilarse de forma apropiada mientras se usan para la reinstalación.
- Los moluscos bivalvos deberían disponerse con una densidad que les permita abrirse y desarrollar el proceso de purificación natural.
- Debería mantenerse la documentación apropiada relativa a la reinstalación.

7.5 PURIFICACIÓN

Véanse también las Secciones: 3.2, 3.3, 3.4 y 3.5.

La finalidad de la purificación es reducir el número de microorganismos patógenos que puedan estar presentes en los moluscos bivalvos recogidos en zonas moderadamente contaminadas, para alcanzar concentraciones tales que el molusco bivalvo resulte aceptable para el consumo humano sin elaboración ulterior. La purificación por sí sola no es idónea para la limpieza de moluscos bivalvos procedentes de zonas donde el nivel de contaminación es más alto, o que pueden estar contaminadas por hidrocarburos, metales pesados, plaguicidas, virus, *Vibrio* o biotoxinas. Los moluscos bivalvos recogidos para fines de purificación deberían recolectarse solamente de zonas que estén designadas/clasificadas a tal efecto por el organismo oficial competente.

Las condiciones exigidas varían según la especie y el diseño del sistema de purificación.

Para que el funcionamiento natural y por tanto la purificación sean posibles es indispensable que los moluscos no se hayan sometido a un estrés excesivo ni hayan sufrido daños durante la recolección o la manipulación previas al proceso de purificación, y que no se encuentren en condiciones de debilidad estacional o en el período de desove.

Los centros de purificación deberían cumplir las mismas normas de higiene que las indicadas en las Secciones 3.2, 3.3, 3.4, 3.5.

Posibles peligros: Contaminación microbiológica

Posibles defectos: Daño físico

Orientación técnica:

Los centros y tanques de purificación deberían estar aprobados por el organismo oficial competente.

- Los moluscos bivalvos sometidos al proceso de purificación no deberían contener iones metálicos, plaguicidas, residuos industriales o biotoxinas marinas en cantidades que representen un riesgo para la salud del consumidor.
- Deberían utilizarse únicamente moluscos designados aceptables por el organismo oficial competente.
- El procedimiento de purificación así como el equipo, p. ej. los tanques que se empleen, deberían haber sido aprobados por el organismo oficial competente.
- Siempre que sea posible, los moluscos bivalvos muertos o dañados se eliminarán antes del proceso de purificación. La superficie de las conchas habrá de estar exenta de lodo y organismos comensales blandos. De ser necesario, los moluscos bivalvos se lavarán con agua de mar limpia o agua potable antes del proceso de purificación.
- La duración del período de purificación debería adaptarse a los parámetros de temperatura del agua y calidad física del agua (agua de mar limpia, salinidad, concentraciones de oxígeno y pH disueltos idóneos para permitir el funcionamiento normal de los moluscos bivalvos), el grado de contaminación antes de la purificación y la especie de moluscos bivalvos. Para establecer los parámetros de la purificación se efectuarán estudios microbiológicos del agua empleada en el proceso y de la carne de los moluscos bivalvos. Hay que tener presente que los virus y *Vibrio* sp. resultan más persistentes durante la purificación que las bacterias más comúnmente utilizadas como indicadores en la vigilancia microbiológica y que la reducción del número de bacterias indicadores no refleja siempre la situación real con respecto a la contaminación por virus y *Vibrio*.
- El agua empleada en los tanques de purificación debería cambiarse continuamente, o a intervalos adecuados, y en caso de recircularse debería someterse al tratamiento apropiado. La corriente de agua por hora debería ser suficiente para la cantidad de moluscos bivalvos tratados y dependerá del grado de contaminación de los mismos.
- Los moluscos bivalvos que hayan de someterse a purificación deberían quedar sumergidos en agua de mar limpia hasta que satisfagan los requisitos sanitarios del organismo oficial competente.
- Los moluscos bivalvos deberían disponerse con una densidad que les permita abrirse y desarrollar el proceso de purificación natural.
- Durante el proceso de purificación no debería dejarse que las temperaturas del agua descendan por debajo del nivel mínimo hasta el que los moluscos bivalvos se mantienen fisiológicamente activos; asimismo deberían evitarse las temperaturas elevadas del agua que pueden tener un efecto desfavorable en la velocidad de bombeo y en el proceso de purificación; cuando sea necesario, los tanques han de estar protegidos contra la acción directa de los rayos solares.
- El equipo que haya de estar en contacto con el agua, es decir, tanques, bombas, tuberías, etc. debería estar construido con materiales que no sean porosos ni tóxicos. Será preferible no emplear cobre, zinc, plomo, ni sus aleaciones en los tanques, bombas o sistemas de tuberías utilizados en el proceso de purificación;
- Para evitar toda recontaminación de moluscos bivalvos sometidos a purificación, no deberían disponerse moluscos bivalvos no purificados en el mismo tanque que los moluscos bivalvos que estén ya sometidos al proceso de purificación.

- Una vez extraídos del sistema de purificación, los moluscos bivalvos deberían lavarse con agua potable corriente o agua de mar limpia, y manipularse de la misma manera que los moluscos bivalvos vivos recogidos directamente en zonas no contaminadas. Deberían eliminarse los moluscos bivalvos muertos, con la concha quebrada o que de otro modo no estén sanos.
- Antes de sacar los moluscos bivalvos de los tanques se hará escurrir el agua del sistema para evitar que las sustancias eliminadas vuelvan a entrar en suspensión y puedan ser reingeridas. Los tanques se limpiarán después de cada uso y se desinfectarán a intervalos adecuados.
- Después de la purificación, los moluscos bivalvos deberían satisfacer los requisitos de la especificación del producto.
- Debería mantenerse la documentación apropiada relativa a la purificación.

7.6 ELABORACIÓN DE MOLUSCOS BIVALVOS EN UN CENTRO O ESTABLECIMIENTO DE DISTRIBUCIÓN

Algunos países exigen que los moluscos bivalvos que deban ser congelados o desconchados, o procesados para reducir o limitar la existencia de organismos específicos deberían pasar primero por un «centro de distribución» del que deberían salir vivos. Otros países permiten que la congelación, desconchado y elaboración para reducir o limitar organismos específicos ocurra en establecimientos que realizan las funciones de un «centro de distribución». Ambas prácticas son legítimas y los productos provenientes de cada una de ellas deberían permitirse por igual en el comercio internacional. Cuando las actividades normales de centro de distribución y actividades de elaboración de un «centro de distribución» se realizan bajo un mismo techo, se debería separar dichas actividades cuidadosamente para prevenir la contaminación cruzada o la mezcla de los productos.

Los centros de distribución que preparan moluscos bivalvos vivos aptos para el consumo directo y los establecimientos que preparan moluscos bivalvos vivos y crudos aptos para el consumo directo deberían regirse por las mismas normas de higiene que se especifican en las Secciones 3.2, 3.3, 3.4, 3.5.

7.6.1 Recepción

<u>Posibles peligros:</u>	Contaminación microbiológica, química y física
<u>Posibles defectos:</u>	Parásitos viables, daño físico, sustancias extrañas, moluscos bivalvos muertos o que estén muriendo

Orientación técnica:

- Se deberían evitar el estrés y los golpes excesivos a los moluscos bivalvos que se despachen vivos desde un centro de distribución u otro establecimiento.
- Los centros de distribución y otros establecimientos que preparen moluscos bivalvos vivos deberían aceptar únicamente moluscos bivalvos que satisfagan los requisitos de la especificación para el producto final y que procedan directamente de zonas de cría aprobadas, o después de la reinstalación en zonas de reinstalación aprobadas, o después de la purificación en centros o tanques de purificación aprobados.

7.6.2 Acondicionamiento y almacenamiento de moluscos bivalvos

Véanse también las Secciones 3.2, 3.3, 3.4 y 3.5.

Posibles peligros: Contaminación microbiológica, contaminación química, biotoxinas

Posibles defectos: Daño físico, sustancias extrañas, moluscos bivalvos muertos o que estén muriendo

Orientación técnica:

El acondicionamiento es el almacenamiento de moluscos bivalvos en tanques, cubetas, flotadores, balsas o sitios naturales de agua marina con la intención de eliminar el fango, la arena y el limo.

- Se podrá emplear el procedimiento de almacenar moluscos bivalvos en tanques, cubetas, flotadores, balsas o sitios naturales de agua marina siempre y cuando el organismo oficial competente lo considere aceptable.
- Debería utilizarse únicamente agua de mar limpia en los tanques, flotadores, sitios naturales o balsas y se debería mantener parámetros apropiados de salinidad y calidad física del agua para permitir el funcionamiento normal de los moluscos bivalvos. La salinidad óptima dependerá de la especie y de la zona de recolección. Las condiciones del agua deberían ser adecuadas y satisfactorias para el proceso. Cuando se utilicen sitios naturales para el acondicionamiento, deberían ser clasificados por el organismo oficial competente.
- Antes del acondicionamiento o almacenamiento de los moluscos bivalvos, se lavarán éstos para eliminar el fango y los organismos comensales blandos; y cuando sea posible se eliminarán los moluscos bivalvos muertos o dañados.
- Durante el almacenamiento los moluscos bivalvos se dispondrán con una densidad y en unas condiciones que les permitan abrirse y funcionar normalmente.
- El contenido de oxígeno del agua marina se debería mantener en todo momento a un nivel adecuado.
- No se permitirá que la temperatura del agua de los tanques de almacenamiento aumente a niveles que puedan causar debilidad en los moluscos bivalvos. Si la temperatura ambiente es demasiado elevada, los tanques se deberían colocar en un edificio con buena ventilación, o en un lugar protegido de la acción directa de los rayos solares. La duración del período de acondicionamiento dependerá de la temperatura del agua.
- Los moluscos bivalvos se almacenarán en agua de mar limpia solamente por el tiempo durante el cual permanezcan sanos y activos.
- A intervalos adecuados se escurrirá el agua de los tanques y éstos se someterán a limpieza y desinfección.
- Los sistemas de recirculación de almacenamiento húmedo deberían contener sistemas aprobados de tratamiento del agua.

7.6.3 Lavado, separación, eliminación del bisco y clasificación

Véanse también las Secciones 3.2, 3.3, 3.4 y 3.5.

Posibles peligros: Contaminación microbiológica, contaminación química y física

Posibles defectos: Daño mecánico

Orientación técnica:

- Todas las operaciones del proceso, incluido el envasado, deberían realizarse sin excesivas demoras y en condiciones que impidan toda posibilidad de contaminación, deterioro o proliferación de microorganismos patógenos o causantes de putrefacción.
- Si las conchas resultan dañadas o el molusco bivalvo se somete a estrés, ello acortará su tiempo de conservación y aumentará el riesgo de contaminación y deterioro. En consecuencia, los moluscos bivalvos deberían manipularse cuidadosamente:

- Debería reducirse al mínimo el número de manipulaciones de moluscos bivalvos;
- Se evitará someter los moluscos a traumas excesivos.
- Las distintas fases del proceso deberían ser supervisadas por personal técnico competente.
- La superficie exterior de las conchas debería lavarse hasta quedar libre de lodo, y se eliminarán todos los organismos blandos adheridos a ellas. Debería hacerse lo propio con los duros, aunque evitando que un lavado demasiado enérgico astille los bordes de las conchas. El lavado debería realizarse utilizando agua (de mar) limpia a presión.
- Los moluscos bivalvos que hayan formado aglomeraciones deberían separarse y ser privados del biso cuando sea necesario. Los equipos que se empleen deberían ser diseñados y ajustados para reducir al mínimo el riesgo de dañar las conchas.

7.6.4 Envasado y etiquetado

Véanse también las Secciones: 3.2, 3.3, 3.4 y 3.5.

Todas las operaciones del proceso, incluido el envasado, deberían realizarse sin excesivas demoras y en condiciones que impidan toda posibilidad de contaminación, deterioro o proliferación de microorganismos patógenos o causantes de putrefacción.

El material de envasado debería ser apropiado para el producto que haya de contener y para las condiciones de almacenamiento previstas, y no ha de transmitir al producto sustancias, olores o gustos nocivos u objetables. Dicho material debería ser satisfactorio y conferir una protección apropiada para que el producto no sufra daños ni se contamine.

7.6.4.1 Envasado y etiquetado de moluscos bivalvos vivos

Posibles peligros: Contaminación microbiológica, contaminación física, y contaminación química

Posibles defectos: Etiquetado incorrecto, presencia de moluscos bivalvos muertos o dañados, sustancias extrañas

Orientación técnica:

- Antes de envasar moluscos bivalvos, los mismos deberían ser objeto de una inspección visual. Los moluscos bivalvos muertos, con conchas rotas, con tierra adherida, o que no estén sanos, se deberían rechazar para el consumo humano.
- El material de envasado no debería dar lugar a contaminación, y debería estar bien escurrido.
- Las etiquetas deberían estar impresas con claridad y ajustarse a la legislación sobre etiquetado del país donde se comercialice el producto. El material de envasado podrá emplearse para ofrecer indicaciones de cómo deberían conservarse los moluscos bivalvos desde el momento de su compra al por menor. Se recomienda indicar la fecha de envasado.
- Todo el material que se emplee para el envasado debería almacenarse en condiciones higiénicas y limpias. Los recipientes no deberían haber sido utilizados para ningún fin que pueda dar lugar a contaminación del producto. El material de envasado debería inspeccionarse inmediatamente antes del uso, a fin de tener la seguridad de que se encuentre en buen estado y, de ser necesario, poder eliminarlo o bien limpiarlo y/o desinfectarlo. Cuando se lave, debería escurrirse bien antes del llenado. En la zona de envasado o llenado sólo debería almacenarse el material de envasado necesario para uso inmediato.

7.6.4.2 Envasado y etiquetado de moluscos bivalvos vivos

<u>Posibles peligros:</u>	Contaminación física y microbiológica
<u>Posibles defectos:</u>	Materia objetable, tal como pedazos de concha; etiquetado incorrecto

Orientación técnica:

- Las etiquetas deberían estar impresas con claridad y ajustarse a la legislación sobre etiquetado del país donde se comercialice el producto. El material del envase podrá utilizarse para incluir instrucciones adecuadas de almacenamiento para el consumidor desde el momento de compra al por menor. Se recomienda indicar la fecha de envasado.
- Todo el material de envasado se debería almacenar de manera limpia e higiénica. Todo el material de envasado que se requiera para uso inmediato debería mantenerse en la zona de envasado o llenado.
- El producto desconchado y tratado después de la recolección debería envasarse y refrigerarse o congelarse tan pronto como sea posible.
- La congelación debería llevarse a cabo rápidamente (véase la Sección 8.3). La congelación lenta dañará la carne.
- Si las etiquetas de moluscos bivalvos crudos tratados después de su recolección contienen declaraciones de inocuidad referentes al tratamiento o recolección, las declaraciones deberían especificar que el peligro de que se trate ha sido eliminado o reducido.

7.6.5 Almacenamiento

7.6.5.1 Almacenamiento de moluscos bivalvos vivos

<u>Posibles peligros:</u>	Contaminación microbiológica
<u>Posibles defectos:</u>	Daño físico

Orientación técnica:

- El producto final debería almacenarse en condiciones tales que excluyan su contaminación o la proliferación de microorganismos. El material de envase del producto final no debería estar en contacto directo con el suelo, sino que debería colocarse sobre una superficie limpia y elevada.
- Los períodos de almacenamiento deberían ser tan cortos como sea posible.
- Una vez que los moluscos bivalvos vivos se hayan envasado y hayan salido del centro o establecimiento de distribución, no se deben volver a sumergir o rociar con agua, salvo en el caso de venta al por menor en el centro de distribución.

7.6.5.2 Almacenamiento de moluscos bivalvos crudos

<u>Posibles peligros:</u>	Contaminación microbiológica, contaminación química y física
<u>Posibles defectos:</u>	Daño físico

Orientación técnica:

- Los períodos de almacenamiento deberían ser tan cortos como sea posible
- Evitar daños al envase de los productos congelados.

7.6.6 Distribución/Transporte

7.6.6.1 Distribución de moluscos bivalvos vivos

Véanse también las Secciones 3.6 y 17

Posibles peligros: Contaminación microbiológica

Posibles defectos: Daño físico

Orientación técnica:

- El producto se debería expedir siguiendo el orden de numeración de los lotes.
- Debería mantenerse la temperatura durante la distribución para controlar la proliferación microbiana.
- Los moluscos bivalvos destinados al consumo humano deberían salir del centro de distribución únicamente en envases cerrados.
- Los medios de transporte deberían ser tales que proporcionen suficiente protección a los moluscos bivalvos contra posibles daños provenientes de golpes a las conchas. No se transportarán los moluscos bivalvos junto con otros productos que pudieran contaminarlos.

7.6.6.2 Distribución de moluscos bivalvos crudos

Posibles peligros: Contaminación microbiológica

Posibles defectos: Improbables

Orientación técnica:

- Debería mantenerse la temperatura durante la distribución para controlar la proliferación microbiana.
- El producto se debería expedir siguiendo el orden de numeración de los lotes.
- El transporte debería poder mantener producto refrigerado o congelado para garantizar su inocuidad y calidad.

7.7 ELABORACIÓN PARA REDUCIR O LIMITAR ORGANISMOS DETERMINADOS

Véanse también las Secciones 3.2, 3.3, 3.4 y 3.5.

Los moluscos bivalvos tratados después de la recolección son productos preparados a partir de moluscos bivalvos que han recibido un tratamiento después de su recolección, con objeto de eliminar, reducir o limitar la presencia en el producto de ciertos organismos especificados a niveles que resulten satisfactorios para el organismo oficial competente. La finalidad del tratamiento posterior a la recolección consiste en mantener las cualidades sensoriales de un molusco bivalvo vivo. Al igual que todos los moluscos bivalvos crudos y vivos, estos moluscos bivalvos deben cumplir todos los criterios microbiológicos relacionados con los controles tradicionales de las aguas de cría destinados a prevenir la contaminación fecal y la consiguiente introducción de patógenos entéricos, así como de toxinas y otros contaminantes. Sin embargo, estos controles de las zonas de cría son formulados para verificar la presencia de patógenos que son independientes de la contaminación fecal.

<u>Posibles peligros:</u>	Contaminación microbológica
<u>Posibles defectos:</u>	Coagulación de la carne, textura defectuosa de la misma, penetración del medio hidrostático en la carne

Orientación técnica:

- Todo tratamiento que tenga por objeto eliminar o reducir la presencia de patógenos debería ser objeto de una completa validación científica y garantizar la eficacia del proceso (véase el Proyecto de Directrices para la validación de las medidas de control de inocuidad de los alimentos).
- Los tratamientos de control (calor, presión, etc.) deben vigilarse atentamente para garantizar que la textura de la carne del producto no sufra cambios que la hagan inaceptable para el consumidor.
- Los parámetros de tratamiento establecidos para reducir o limitar la presencia de patógenos deben ser aprobados por el órgano oficial competente.
- Cada establecimiento que depure moluscos bivalvos con tratamiento térmico debe elaborar un programa de tratamiento térmico, aceptable para el organismo oficial competente, que se ocupe de todos los factores críticos, tales como la especie y tamaño de los moluscos bivalvos, período de contacto con el calor, temperatura interna de los moluscos bivalvos, tipo de elaboración térmica utilizada, proporciones de agua por molusco bivalvo, naturaleza del equipo térmico, dispositivos de medición y su calibración, operaciones de refrigeración post tratamiento térmico, y limpieza e higiene del equipo de elaboración térmica.

7.8 DESCONCHADO

Desconchado es la etapa de la elaboración que separa la porción comestible del molusco de la concha. Normalmente se realiza a mano, mecánicamente o por medio de tratamiento térmico con vapor o agua caliente. Esta etapa puede exponer el producto a contaminación microbológica o física.

7.8.1 Desconchado y lavado a mano y mecánico

La separación física de la carne del molusco de la concha a menudo expone el producto a tierra, fango y detrito que se debe quitar, antes de su ulterior elaboración por medio del lavado o por otros medios.

<u>Posibles peligros:</u>	Contaminación física, contaminación microbológica
<u>Posibles defectos:</u>	Cortes y desgarrones de la carne, presencia de arena y fango

Orientación técnica:

- El exceso de fango, detrito y arena debe eliminarse cuidadosamente de las mesas de desconchado.
- Se debe examinar el producto para asegurar que los cortes y los desgarrones se reduzcan a un mínimo.
- Los moluscos desconchados deben enjuagarse o lavarse para eliminar aún más el fango, la arena, y el detrito y reducir el nivel microbológico de los productos.

7.8.2 Desconchado térmico de moluscos bivalvos seguido de envasado

El desconchado térmico es un método para quitar la concha de los moluscos bivalvos. Véanse también las Secciones 3.2, 3.3, 3.4 y 3.5.

Posibles peligros: Contaminación física

Posibles defectos: Improbables

Orientación técnica:

- Los moluscos bivalvos deben proceder de zonas de cría aprobadas o después de haber sido retenidos en una zona aprobada o haber estado en purificación en un centro o tanque de purificación aprobado. Cada establecimiento que desconcha moluscos bivalvos con tratamiento térmico debe formular un programa de elaboración de desconchado térmico, aceptable para el organismo oficial competente, que se ocupe de todos los factores críticos, tales como la especie y tamaño de los moluscos bivalvos, período de contacto con el calor, temperatura interna de los moluscos bivalvos, tipo de elaboración térmica utilizada, proporciones de agua vapor por molusco bivalvo, naturaleza del equipo térmico, dispositivos de medición y su calibración, operaciones de refrigeración post tratamiento térmico, y limpieza e higiene del equipo de elaboración térmica.
- Todos los moluscos bivalvos se lavarán con agua potable o agua de mar limpia a presión; antes del tratamiento térmico se eliminarán los moluscos dañados o muertos.
- Antes del desconchado térmico los moluscos bivalvos deben ser inspeccionados para determinar si los moluscos bivalvos están vivos y no seriamente dañados.
- Los moluscos bivalvos desconchados térmicamente deben refrescarse a 7°C o menos, dentro de las dos horas del tratamiento térmico (este tiempo incluye el proceso de desconchado). Dicha temperatura debe mantenerse durante el transporte, almacenamiento y distribución.
- Los moluscos bivalvos desconchados térmicamente deben ser envasados tan pronto como sea posible. Antes del envasado, los moluscos bivalvos deben ser examinados en busca de materia objetable, tal como trozos de concha.

7.9 DOCUMENTACIÓN

- El transporte de moluscos bivalvos vivos desde una zona de cría a un centro de distribución, centro de purificación, o establecimiento de reinstalación debe ir acompañado de la documentación necesaria para la identificación de las remesas de moluscos bivalvos vivos.
- Se deben indicar las temperaturas de almacenamiento y de transporte.
- Se deben mantener registros permanentes legibles y fechados de la reinstalación y depuración con respecto a cada lote. Dichos registros deben retenerse por un período mínimo de un año.
- Los centros o tanques de purificación y centros y establecimientos de distribución deben aceptar sólo lotes de moluscos bivalvos vivos con documentación emitida por el organismo oficial competente o aceptado por el mismo. Según proceda, dicho documento debe contener la siguiente información:
 - identidad y firma del recolector;
 - fecha de la recolección;
 - nombre común o científico y cantidad de moluscos bivalvos;
 - localidad de la zona de cría y estatus de la zona (adecuada a fines de recolección par el consumo humano, adecuada a fines de reinstalación, adecuada a fines de purificación, adecuada para tratamiento aprobado para reducir o limitar los organismos determinados);
 - para los centros y establecimientos de distribución, según proceda, la fecha y duración de purificación y la identidad y firma del responsable;

- para los centros y establecimientos de distribución, según proceda, la fecha y duración de reinstalación, la localidad de la zona de reinstalación y la identidad y firma del responsable.
- El centro o establecimiento de distribución debe mantener registros completos de la zona de cría y fecha de recolección y plazo de la reinstalación o depuración de cada lote durante un período designado por el organismo oficial competente.

7.10 IDENTIFICACIÓN DE LOTE Y PROCEDIMIENTOS PARA LA RETIRADA DEL MERCADO

Véase también la Sección 3.7.

- Cada producto debe tener un número de lote de fácil identificación. Este número de lote debe incluir un código de identificación, el número del establecimiento que distribuye el producto, el país de origen y el día y mes de envasado, de manera que se facilite la rastreabilidad del producto. Un sistema de registro debe basarse en dichos números de lote, para poder rastrear lotes individuales de moluscos bivalvos desde la zona de cría hasta el usuario final.

Apéndice 2

Norma para los moluscos bivalvos vivos y los moluscos bivalvos crudos (RCP/CAC 292–2008)

1 ÁMBITO DE APLICACIÓN

La presente norma se aplica a los moluscos bivalvos vivos y a los moluscos bivalvos crudos, que han sido desconchados o congelados, o han sido tratados para disminuir o limitar determinados organismos, al tiempo que mantienen esencialmente las características sensoriales de los moluscos bivalvos vivos. Los moluscos bivalvos crudos se comercializan congelados o refrigerados. Los moluscos bivalvos vivos y los crudos podrán destinarse al consumo directo o a una elaboración ulterior. La presente norma no se aplica a las vieiras cuando el producto final incluye solamente el músculo aductor.

La Parte I se aplica a los moluscos bivalvos vivos. La Parte II se aplica a los moluscos bivalvos crudos.

PARTE I - MOLUSCOS BIVALVOS VIVOS

I-2 DESCRIPCIÓN

I-2.1 Definición del producto

Los moluscos bivalvos vivos son los productos que se encuentran vivos inmediatamente antes de su consumo. El producto se presenta con las valvas o concha.

I-2.2 Definición del proceso

Los moluscos bivalvos se capturan vivos en una zona de cría que esté autorizada para el consumo humano directo o clasificada como autorizada para la captura usando un método autorizado de depuración, por ejemplo, la reinstalación o depuración antes del consumo humano. La reinstalación y la depuración deberán someterse a controles apropiados implementados por el organismo oficial competente.

I-2.3 Presentación

Se permitirá cualquier forma de presentación del producto, siempre y cuando:

- satisfaga todos los requisitos de la presente norma; y
- esté debidamente descrita en la etiqueta de modo que no se induzca a error o engaño al consumidor.

Los moluscos bivalvos podrán envasarse por peso, número, número por unidad de peso, volumen o envase.

I-3 COMPOSICIÓN ESENCIAL Y FACTORES DE CALIDAD

I-3.1 Moluscos bivalvos vivos

Los moluscos bivalvos vivos deberían poseer características organolépticas relacionadas con la frescura y responder adecuadamente a la percusión (es decir, el marisco cierra las valvas cuando se le golpea levemente) y carecer de materia extraña, según lo determinan los especialistas en dichas especies.

I-3.2 Producto final

Se considerará que los moluscos bivalvos vivos cumplen los requisitos de la presente norma cuando los lotes examinados con arreglo a la Sección I-10 se ajusten a las disposiciones establecidas en la Sección I-9. Los moluscos bivalvos vivos se examinarán aplicando los métodos que se indican en la Sección I-8.

I-4 ADITIVOS ALIMENTARIOS

No se permitirán aditivos alimentarios en los moluscos bivalvos vivos.

I-5 CONTAMINANTES

I-5.1 Los productos a los que se aplican las disposiciones de la presente Norma deberán cumplir con los niveles máximos de la Norma General del Codex para los Contaminantes y las Toxinas presentes en los Alimentos (CODEX STAN 193-1995) y los límites máximos de residuos para plaguicidas y medicamentos veterinarios establecidos por la Comisión del *Codex Alimentarius*.

I-5.2 Las disposiciones siguientes se aplican a las partes comestibles de los moluscos bivalvos vivos (en toda su parte o en cualquier parte destinada a comerse separadamente).

Nombre de los grupos de biotoxinas	Nivel máximo / kg en la carne de molusco
Grupo de las saxitoxinas (STX)	≤0,8 miligramos (2HCL) de equivalente de saxitoxina
Grupo del ácido okadaico (OA)	≤0,16 miligramos of equivalente de ácido okadaico
Grupo del ácido domoico (DA)	≤20 miligramos de ácido domoico
Grupo de las brevetoxinas (BTX)	≤200 unidades de ensayo en ratón o equivalente
Grupo de los Azaspirácidos (AZP)	≤0,16 miligramos

I-6 HIGIENE Y MANIPULACIÓN

I-6.1 Se recomienda preparar y manipular el producto al que se aplican las disposiciones de la presente Norma en conformidad con las secciones pertinentes del Código Internacional de Prácticas Recomendado – Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969), el Código de Prácticas para el pescado y los productos pesqueros (CAC/RCP 52-2003) y otros textos pertinentes del Codex, tales como los Códigos de Prácticas de Higiene y Códigos de Práctica.

I-6.2 Los productos deberían cumplir con todo criterio microbiológico establecido en conformidad con los Principios para el Establecimiento y la Aplicación de Criterios Microbiológicos a los Alimentos (CAC/GL 21-1997).

I-6.3 Los programas de vigilancia de las zonas de cría, cualquier sea el tipo de indicador bacteriano utilizado, deben asegurar que los moluscos bivalvos destinados al consumo humano directo cumplan con el límite para *E. coli* identificado a continuación cuando se analicen de acuerdo con un método NMP especificado en ISO 16649-3 o su equivalente.

I-6.4 En un análisis que contenga cinco muestras (5) de las partes comestibles (en toda la parte o en cualquier parte destinada a comerse separadamente), ninguna podrá

contener más de 700 *E. coli* y sólo una (1) de las cinco (5) muestras podrá contener entre 230 y 700 *E. coli*, o el equivalente como decidido por la autoridad competente.

Microrganismo = *Escherichia coli*/100g n=5 c=1 m=230 M=700 plan a tres clases

donde 'n' = el número de unidades de muestreo, 'c' = el número de unidades de muestreo que pueden exceder el límite 'm', y 'M' es el límite que ninguna de las unidades de muestreo puede exceder.

I-6.5 En un análisis que contenga cinco muestras (5) de 25g de las partes comestibles (en toda la parte o en cualquier parte destinada a comerse separadamente), ninguna podrá indicar la presencia de *Salmonella* cuando se analicen de acuerdo con un método validado con respecto al método de referencia ISO 6579.

Microrganismo = *Salmonella* n=5 c=0 m=0/25g plan a dos clases

donde 'n' = el número de unidades de muestreo, 'c' = el número de unidades de muestreo defectivos, y 'm' es el límite microbiológico que separa la calidad aceptable de la calidad defectiva.

I-6.6 Cuando no se cumpla con los criterios microbiológicos, se debería tomar acciones que se consideran apropiadas por la autoridad competente. En el seguimiento, se debería considerar la retención, la recuperación y la elaboración del producto de manera que elimine el peligro de los lotes involucrados. Además, se debería evaluar el estatus de los controles de la zona de recolección o del establecimiento.

I-7 ETIQUETADO

Además de las disposiciones de la Norma General del Codex para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados (CODEX STAN 1-1985), se aplicarán las siguientes disposiciones específicas:

I-7.1 Nombre del alimento

El nombre del alimento que se declare en la etiqueta deberá ser el nombre usual o de uso común de las especies de moluscos bivalvos, en conformidad con la legislación y las tradiciones del país donde se venda el producto, de manera de no inducir a error o engaño al consumidor.

I-7.1.1 En la etiqueta se hará referencia a la presentación según lo dispuesto en la sección I-2.3. La presentación se colocará muy cerca del nombre del producto, utilizando términos tales que describan adecuada y ampliamente la naturaleza de la presentación del producto de manera que no se induzca a error o engaño al consumidor.

I-7.1.2 Además de las susodichas designaciones específicas de etiquetado, se podrá añadir el nombre común o usual con el que se comercializa la variedad, en la medida en que ello no induzca a error o engaño al consumidor del país en el que se distribuya el producto.

I-7.2 Declaración del contenido

Los moluscos bivalvos vivos deberán etiquetarse según el peso, número, número por unidad de peso o volumen según sea apropiado para el producto.

I-7.3 Instrucciones para la conservación

Se especificará en la etiqueta las condiciones para la conservación o la temperatura del producto que mantenga la inocuidad/viabilidad durante el transporte, el almacenamiento y la distribución.

I-7.4 Etiquetado de envases no destinados a la venta al por menor

El etiquetado para los moluscos bivalvos vivos deberá contener la información siguiente:

- (i) Identificación del producto por el nombre común o científico tal como determinado por la autoridad competente. El país donde se vende el producto puede determinar si el nombre científico se debe mencionar en la etiqueta.
- (ii) Información que se puede necesitar en caso de problema de inocuidad de alimentos, incluyendo la identificación del lote que podría ser el código del lote o la fecha y localidad de recolección, información sobre la zona de recolección, fecha de captura, depuración o reinstalación, según corresponda, además de la identificación del centro de despacho u otros establecimientos desde donde se despachó el producto.
- (iii) Fecha de duración o de comercialización.

Se puede sustituir la fecha de duración mínima por la declaración «los bivalvos deben estar vivos cuando se comercialicen».

I-8 MUESTREO, EXAMEN Y ANÁLISIS

I-8.1 Muestreo

- (i) Cada muestra debe contener un número suficiente de moluscos bivalvos para asegurar la representatividad del muestreo.
- (ii) La parte del molusco bivalvo que se analiza debería ser la porción considerada comestible, generalmente el tejido completo. Cuando no sea posible o práctico analizar el tejido completo, se podría diseccionar y analizar el tejido más contaminado (por ejemplo: la glándula digestiva) y convertir los resultados en base al tejido comestible. El factor de conversión debería estar respaldado por datos adecuados.

I-8.2 Examen sensorial y físico

Las muestras que se tomen para el examen sensorial y físico serán evaluadas por personas especialmente capacitadas para ello y de conformidad con las disposiciones establecidas en las Secciones I-7.3 a I-7.5 y en las Directrices para la Evaluación Sensorial del Pescado y los Mariscos en Laboratorio (CAC/GL 31-1999).

I-8.3 Determinación del número por unidad de peso o volumen

Cuando se declare en la etiqueta, el número de moluscos bivalvos se determinará contando los moluscos bivalvos contenidos en el envase o en una muestra representativa del mismo y dividiendo ese número por el peso/volumen real para determinar el número de moluscos por unidad de peso o volumen.

I-8.4 Método para el análisis de *Escherichia coli* en los moluscos bivalvos

La norma 16649-3 ISO/T – Método horizontal para el recuento de *Escherichia coli* positiva a la beta-glucuronidasa – Parte 3. La técnica más probable utiliza 5-bromo-4-chloro-3-indolyl-beta-D-glucuronido u otros métodos validados en conformidad con el protocolo descrito en ISO 16140 u otros protocolos similares internacionalmente aceptados.

I-8.5 Método para el análisis de *Salmonella* en los moluscos bivalvos

Los métodos a utilizar para *Salmonella* deberían ser ISO 6579, u otros métodos validados que proporcionan la máxima sensibilidad, reproducibilidad y fiabilidad.

I-8.6 Determinación de biotoxinas

Disposición	Metodología	Principio	Tipo
Grupo de Saxitoxinas	Método oficial 2005.06 de la AOAC (Toxinas paralizantes de molusco en moluscos) cuatro matrices y 12 toxinas	LC-FL	II

I-9 DEFINICIÓN DE DEFECTOS

La unidad de muestra se considerará defectuosa cuando presente cualesquiera de las propiedades que se definen a continuación.

I-9.1 Materias extrañas

La presencia en la unidad de muestra de cualquier materia que no provenga de moluscos bivalvos, no constituya un peligro para la salud humana y se reconozca fácilmente sin amplificación o se detecte mediante cualquier método, incluso mediante amplificación, y que revele el incumplimiento de las buenas prácticas de fabricación e higiene.

I-9.2 Producto muerto o dañado

La presencia de producto dañado o muerto. El producto muerto se caracteriza por no responder a la percusión (es decir, el molusco cierra las valvas cuando se lo golpea levemente). El producto dañado incluye productos que se han dañado hasta el punto de no poder mantener la función biológica. Deberán considerarse defectuosos las muestras si el número de moluscos bivalvos muertos o dañados es superior al 5 por ciento.

I-10 ACEPTACIÓN DEL LOTE

Se considerará que un lote satisface los requisitos de la presente norma si:

- (i) el número total de unidades defectuosas clasificadas de conformidad con la Sección I-8 no es superior al número de aceptación (c) del plan de muestreo apropiado indicado en las Directrices Generales de Muestreo (CAC/GL 50-2004);
- (ii) el número total de unidades de muestra, que no se ajusta al número declarado conforme a lo establecido en la Sección I-7.3, no es superior al número de aceptación (c) del plan de muestreo apropiado de las Directrices Generales de Muestreo (CAC/GL 50-2004);
- (iii) el peso neto medio de todas las unidades de muestra no es inferior al peso declarado, siempre que ninguno de los envases presente un déficit de peso injustificado;
- (iv) se satisfacen requisitos sobre aditivos alimentarios, contaminantes, higiene y etiquetado de las Secciones I-4, I-5, I-6 y I-7.

PARTE II – MOLUSCOS BIVALVOS CRUDOS**II-2 DESCRIPCIÓN****II-2.1 Definición del producto**

Los moluscos bivalvos crudos tratados para el consumo directo o la elaboración ulterior son productos que se encuentran vivos inmediatamente antes del tratamiento y se ajustan a la Sección I-2.2 referente a la captura, depuración y reinstalación. Han sido desconchados y/o congelados y/o elaborados para disminuir o limitar determinados organismos, al tiempo que mantienen esencialmente las características sensoriales de los moluscos bivalvos vivos. Los moluscos bivalvos crudos se comercializan congelados o refrigerados.

II-2.2 Definición del proceso

Los moluscos bivalvos crudos deben satisfacer la definición del proceso descrita en I-2.2 antes de tratarse para consumo directo o elaboración ulterior.

Los moluscos bivalvos que han sido tratados para disminuir o limitar determinados organismos, al tiempo que mantienen esencialmente las características sensoriales de los moluscos bivalvos vivos, son aquellos que han sido tratados para asegurar la disminución o limitación de los organismos determinados conforme lo exija el organismo oficial competente.

II-2.3 Presentación

Se permitirá cualquier forma de presentación del producto, siempre y cuando:

- satisfaga todos los requisitos de la presente norma; y
- esté debidamente descrita en la etiqueta de modo que no se induzca a error o engaño al consumidor.

Los moluscos bivalvos podrán envasarse por peso, número, número por unidad de peso, volumen o envase.

II-3 COMPOSICIÓN ESENCIAL Y FACTORES DE CALIDAD

II-3.1 Moluscos bivalvos crudos

Los moluscos bivalvos crudos deberán ser de calidad apta para el consumo humano.

II-3.2 Ingredientes

El medio de envasado y todos los demás ingredientes utilizados serán de calidad alimentaria y se ajustarán a todas las normas del Codex aplicables.

II-3.3 Producto Final

Se considerará que los moluscos bivalvos crudos cumplen los requisitos de la presente norma cuando los lotes examinados con arreglo a la Sección II-9 se ajusten a las disposiciones establecidas en la Sección II-8. Los moluscos bivalvos crudos se examinarán aplicando los métodos que se indican en la Sección II-7.

II-4 ADITIVOS ALIMENTARIOS

Sólo se permite el uso de los siguientes aditivos en los moluscos bivalvos crudos.
Antioxidantes

En el caso de moluscos refrigerados desconchados cualquier antioxidante indicado en la categoría alimentaria 09.1.2 (moluscos, crustáceos y equinodermos) de la Norma General para los Aditivos Alimentarios (CODEX STAN 192-1995).

En el caso de moluscos crudos congelados, cualquier antioxidante indicado en la categoría alimentaria 09.2.1 (pescado, filetes de pescado y productos pesqueros congelados, incluidos moluscos, crustáceos y equinodermos) de la Norma General para los Aditivos Alimentarios (CODEX STAN 192-1995).

II-5 CONTAMINANTES

Los moluscos bivalvos deberían cumplir con los requisitos de I-5.

II-6 HIGIENE Y MANIPULACIÓN

Los moluscos bivalvos deberían cumplir con los requisitos de I-6.

II-7 ETIQUETADO

Además de las disposiciones de la Norma General del Codex para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados (CODEX STAN 1-1985), se aplicarán las siguientes disposiciones específicas:

II-7.1 Nombre del alimento

El nombre del alimento que se declare en la etiqueta deberá ser el nombre usual o de uso común de las especies de moluscos bivalvos en conformidad con la legislación y las tradiciones del país donde se venda el producto, de manera de no inducir a error o engaño al consumidor.

II-7.1.1 En la etiqueta se hará referencia a la presentación según lo dispuesto en la Sección II-2.3. La presentación se colocará muy cerca del nombre del producto, utilizando términos tales que describan adecuada y ampliamente la naturaleza de la presentación del producto de manera que no se induzca a error o engaño al consumidor.

II-7.1.2 Además de las susodichas designaciones específicas de etiquetado, se podrá añadir el nombre común o usual con el que se comercializa la variedad, en la medida en que ello no induzca a error o engaño al consumidor del país en el que se distribuya el producto.

II-7.2 Declaración del contenido

Los moluscos bivalvos crudos deberán etiquetarse según el peso, número, número por unidad de peso o volumen según sea apropiado para el producto.

II-7.3 Instrucciones para la conservación

Se especificará en la etiqueta las condiciones para la conservación o la temperatura del producto que mantenga la inocuidad y características del producto durante el transporte, el almacenamiento y la distribución incluyendo la fecha de durabilidad mínima y la fecha de desconchado.

II-7.4 Etiquetado de envases no destinados a la venta al por menor

Véase I-6.4 Etiquetado de envases no destinados a la venta al por menor.

II-7.4.1 Todo envase que contenga moluscos bivalvos que han sido tratados para disminuir o limitar organismos determinados deberá llevar una etiqueta en la que se certifique que todos los moluscos han sido tratados para disminuir el organismo determinado a niveles aceptados por el organismo oficial competente.

II-7.4.2 Las declaraciones en materia de inocuidad formuladas para los moluscos bivalvos tratados para disminuir o limitar determinados organismos deberían especificar los organismos que se han disminuido o limitado, tal como descrito en el Código de Prácticas.

II-8 MUESTREO, EXAMEN Y ANÁLISIS

II-8.1 Muestreo

El muestreo de lotes para la determinación del peso neto se realizará de conformidad con un plan de muestreo apropiado que satisfaga los criterios establecidos por la CAC.

II-8.2 Examen sensorial y físico

Las muestras que se tomen para el examen sensorial y físico serán evaluadas por personas especialmente capacitadas para ello y de conformidad con las disposiciones establecidas en las Secciones II-7.3 a II-7.7 y en las Directrices para la Evaluación Sensorial del Pescado y los Mariscos en Laboratorio (CAC/GL 31-1999).

II-8.3 Determinación del peso neto y del peso escurrido

El peso neto y el peso escurrido de todas las unidades de muestra se determinarán mediante los procedimientos descritos o indicados en las Secciones II-7.3.1 a II-7.3.5.

II-8.3.1 Determinación del peso neto

- (i) Pesar el envase sin abrir;
- (ii) Abrir el envase y extraer el contenido;
- (iii) Pesar el envase vacío, (incluida la tapa) después de haber eliminado el líquido restante y la carne adherida;
- (iv) Restar el peso del envase vacío del peso del envase sin abrir;
- (v) La cifra resultante será el contenido neto total.

II-8.3.2 Determinación del peso neto de productos congelados no glaseados

El peso neto (excluido el material de envasado) de cada unidad de muestra que represente un lote se determinará en estado de congelación.

II-8.3.3 Determinación del peso neto de productos glaseados

Se realizará con arreglo al método oficial 963.18 de la AOAC, *Contenido Neto de Mariscos Congelados*.

II-8.3.4 Para determinar el peso neto de productos «congelados en bloque» con agua añadida se aplicará el método oficial 963.26 de la AOAC.

II-8.3.5 Determinación del peso escurrido

En el caso de moluscos bivalvos desconchados el peso escurrido será determinado de acuerdo al método oficial 953.11 de la AOAC.

II-8.4 Determinación del número por unidad de peso o volumen

Cuando se declare en la etiqueta, el número de moluscos bivalvos se determinará contando los moluscos bivalvos contenidos en el envase o en una muestra representativa del mismo y dividiendo ese número por el peso o volumen real para determinar el número de moluscos por unidad de peso o volumen.

II-8.5 Preparación de la muestra

II-8.5.1 Procedimiento de descongelación

Tratándose de productos congelados, la unidad de muestra se descongela introduciéndola en una bolsa de plástico y sumergiéndola en agua a temperatura ambiente (35°C como máximo). La descongelación completa del producto se determina ejerciendo de vez en cuando una leve presión en la bolsa, procurando no dañar la textura del molusco bivalvo, hasta que desaparezca el núcleo duro o los cristales de hielo.

II-8.6 Métodos para el análisis de *Escherichia coli*

Véase I-8.4, Métodos para el análisis de *Escherichia coli*.

II-8.7 Determinación de *Salmonella*

Véase I-8.5, Métodos para el análisis de *Salmonella*.

II-8.8 Determinación de biotoxinas

Véase I-8.6, Determinación de biotoxinas.

II-9 DEFINICIÓN DE DEFECTOS

La unidad de muestra se considerará defectuosa cuando presente cualesquiera de las propiedades que se definen a continuación.

II-9.1 Deshidratación profunda (productos congelados)

En más del 10 por ciento en peso del contenido de moluscos bivalvos de la unidad de muestra o en más del 10 por ciento de la superficie del bloque se observa una pérdida excesiva de humedad, que se manifiesta claramente en forma de alteraciones de color

blanco o anormal en la superficie, que ocultan el color de la carne, penetran por debajo de la superficie y no pueden eliminarse fácilmente raspando con un cuchillo u otro instrumento afilado sin afectar excesivamente al aspecto del molusco bivalvo.

II-9.2 Materias extrañas

La presencia en la unidad de muestra de cualquier materia que no provenga de moluscos bivalvos, no constituya un peligro para la salud humana y se reconozca fácilmente sin amplificación o se detecte mediante cualquier método, incluso mediante el uso de amplificación, y que revele el incumplimiento de las buenas prácticas de fabricación e higiene.

II-9.3 Olor y sabor

Olor o sabor persistente, desagradable e inconfundible que sea signo de descomposición o ranciedad

II-9.4 Textura

Alteraciones de la textura de la carne que indiquen descomposición, caracterizadas por una estructura demasiado blanda o pastosa del músculo.

II-10 ACEPTACIÓN DEL LOTE

Se considerará que un lote satisface los requisitos de la presente norma si:

- (i) el número total de unidades defectuosas clasificadas de conformidad con la Sección II-8 no es superior al número de aceptación (c) del plan de muestreo apropiado indicado en las Directrices Generales de Muestreo (CODEX STAN 50-2004);
- (ii) el número total de unidades de muestra, que no se ajusta al número declarado conforme a lo establecido en la Sección II-2.3, no es superior al número de aceptación (c) del plan de muestreo apropiado de las Directrices Generales de Muestreo (CODEX STAN 50-2004);
- (iii) el peso neto medio de todas las unidades de muestra examinadas no es inferior al peso declarado, siempre que ninguno de los envases presente un déficit de peso injustificado;
- (iv) se satisfacen requisitos sobre aditivos alimentarios, contaminantes, higiene y etiquetado de las secciones II-4, II-5, II-6 y II-7.

Apéndice 3

EJEMPLO DE UNA FICHA PARA UN CICLO DE DEPURACIÓN

Ficha para el ciclo de depuración

CARGA DEL TANQUE DE DEPURACIÓN	Número de lote	
	Identificador del sistema	
	Identificador del tanque (para sistemas de múltiples tanques)	
	Especie	
	Zona de recolección originaria	
	Salinidad de la zona de origen (si se conoce) (ppt)	
	Cantidad de molusco	kg
Número de cajas cargadas en el tanque		

DEPURACIÓN	Inicio del ciclo	2-3 h después del inicio	A mitad de ciclo	Punto final
Fecha	/ /	/ /	/ /	/ /
Tiempo	: h	: h	: h	: h
Nivel de agua OK	SÍ NO		SÍ NO	SÍ NO
Velocidad de circulación (l/min)				
Salinidad (ppt)				
Lámparas UV OK	SÍ NO		SÍ NO	SÍ NO
Horas de uso de lámparas UV				
Temperatura del agua	°C	°C	°C	°C
Claridad y olor del agua OK	SÍ NO	SÍ NO	SÍ NO	SÍ NO
Entrada de DO ₂ (tubo de aspersión)	SÍ NO			SÍ NO
Salida de DO ₂ (tubo de succión)	SÍ NO			SÍ NO
Actividad del molusco OK	SÍ NO	SÍ NO	SÍ NO	SÍ NO
Iniciales del operario				

Comentarios: p. ej. Registro de fallos, desove en los tanques, problemas funcionales en los moluscos, adición o cambio de agua, introducción de moluscos nuevos, etc.

Resultados microbiológicos del lote

	<i>E. coli</i> o coliformes fecales por 100 g		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Antes de la depuración (tal y como se recibe en planta)			
Después de la depuración (después del drenaje)			

Firma:

Fecha:

Apéndice 4

CRITERIOS DE DEPURACIÓN SEGÚN EL PROGRAMA SANITARIO NACIONAL DE MOLUSCOS DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos de América (2006) (Food and Drug Administration)

Nota de los autores: Extracto del Programa Sanitario Nacional de Moluscos: Manual para el Control de Moluscos (*Guide for the Control of Molluscan Shellfish*) 2005. El contenido completo del manual puede descargarse de la página web del Centro para la Seguridad Alimentaria y Nutrición Aplicada de la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (www.cfsan.fda.gov).

II. MODELO DE ORDENANZA

XV. Depuración

Nótese: En aquellos Estados donde no se practica la depuración, se puede omitir este capítulo de la Ordenanza, así como las referencias a la depuración que se presentan en la misma.

REQUISITOS PARA LAS AUTORIDADES

[**Nota:** La Autoridad debe cumplir los requisitos de esta sección aunque la Autoridad no adopte formalmente este Capítulo en la reglamentación.]

- A. Antes de autorizar la depuración, la Autoridad deberá diseñar y llevar a cabo un programa efectivo con el fin de:
- (1) Controlar el marisqueo mediante licencia especial de acuerdo con el Capítulo VIII. @.01 C.;
 - (2) Controlar el transporte de moluscos bivalvos entre la zona de recolección y las instalaciones de depuración para prevenir un posible desvío ilegal de los moluscos para su comercialización directa;
 - (3) Aprobar el diseño y construcción de las instalaciones o actividades de depuración, y de los cambios posteriores;
- B. Si se transportan los moluscos a otro Estado para su depuración, las Autoridades de ambos Estados pondrán en marcha un acuerdo de colaboración para establecer las medidas apropiadas de control con objeto de prevenir un desvío antes de la depuración.
- C. La Autoridad revisará y aprobará el Manual de Funcionamiento de las Plantas de Depuración antes de conceder la certificación de depuración.
- D. La Autoridad revisará el índice de rendimiento de la planta de depuración así como otros registros como parte de las inspecciones mensuales con el objeto de comprobar la efectividad del proceso y de los puntos críticos de control y verificar que el análisis de comprobación de procesos se esté realizando adecuadamente.
- E. La Autoridad mantendrá registros adecuados para cada instalación de depuración. En cada instalación se guardarán durante un período de cinco años los siguientes registros:
- (1) Informes de inspección y revisiones del rendimiento de la planta de acuerdo con §D. (véase arriba);
 - (2) Manuales de Funcionamiento de Plantas de Depuración vigentes para cada operador (§.02).
- F. La Autoridad se asegurará de que los operadores tengan implementados procedimientos para garantizar que ningún molusco que no haya sido depurado pueda salir de las instalaciones de depuración sin la supervisión directa de la Autoridad.

REQUISITOS PARA EL OPERADOR

.01 Puntos Críticos de Control

- A. Punto Crítico de Control en la Recepción – Límites Críticos. El operador recibirá y depurará mercancías que hayan cumplido las siguientes condiciones:
- (1) Los moluscos deberán proceder de un marisquero con licencia:
 - (a) Los moluscos habrán sido recolectados en una zona aprobada o condicionalmente aprobada en estado de apertura, tal como se indica en la etiqueta; [C] y
 - (b) Los moluscos estarán identificados con una etiqueta en cada contenedor o con un registro de transacción en cada envío a granel; [C] y
 - (2) Los moluscos deberán proceder de un operador que haya identificado los moluscos con una etiqueta en cada contenedor o un registro de transacción con cada envío a granel; [C] y
 - (3) Los moluscos deberán proceder de un marisquero con licencia especial:
 - (a) Dicho marisquero habrá recolectado o supervisado la recolección de moluscos de una zona restringida o condicionalmente restringida en el estado de apertura; [C] y
 - (b) Los moluscos deberán identificarse a partir de los registros de transacción que incluyen la zona de recolección, el nombre del marisquero con licencia especial, el número de licencia del marisquero o marisqueros, la fecha de recolección, y la cantidad de moluscos enviados en cada lote. [C]
- B. Puntos Críticos de Control durante el Procesado – Límites Críticos. El operario tomará las medidas necesarias para que:
- (1) Todos los lotes de depuración se traten durante un mínimo de 44 horas; [C] y
 - (2) El sistema de tratamiento de agua esté funcionando según las especificaciones del diseño; [C] y
 - (3) Se cumplan todos los límites críticos establecidos durante la comprobación del proceso específico de depuración. [C]
- C. Puntos Críticos de Control de moluscos al final del almacenamiento – Límites críticos. El operario asegurará que:
- (1) La calidad del agua cumpla los requisitos mencionados en el Capítulo X.08 en caso de que el almacenamiento húmedo se practique en aguas artificiales; [C] y
 - (2) Los moluscos que tenga el operario, una vez bajo temperatura controlada,
 - (a) Se coloquen sobre hielo; [C] o
 - (b) En una zona de almacenamiento o de conducción a una temperatura constante de 45° Fahrenheit (7,2° Centígrados) o inferior; [C] y
 - (c) No permanezcan fuera de la temperatura controlada durante más de 2 horas en puntos de transferencia tales como los muelles de carga. [C]

.02 Saneamiento

- A. Seguridad del Agua para el Procesado y la Fabricación de Hielo
- (1) Suministro de Agua.
 - (a) Los operadores proporcionarán agua potable en cumplimiento con las reglamentaciones federales, estatales y locales. [C]
 - (b) Si el suministro de agua procede de una entidad privada el operador hará las gestiones necesarias para que la Autoridad reconozca dicho suministro de agua y realice pruebas en laboratorios autorizados o certificados por la Autoridad: [K]
 - (i) Antes de utilizar el suministro de agua; [C]
 - (ii) Cada seis meses mientras el suministro de agua se esté utilizando; [K] y
 - (iii) Después de la reparación o desinfección del suministro de agua. [S^{C/K}]
 - (2) Fabricación de hielo. Cualquier hielo utilizado en el procesado o almacenamiento de moluscos desconchados:

- (a) Se fabricará *in situ* a partir de agua potable en una máquina comercial de fabricación de hielo; [C] o
 - (b) Procederá de una instalación aprobada por la Autoridad o por la agencia reguladora pertinente. [C]
- (3) Lavado de moluscos
- (a) Para lavar los moluscos se utilizará agua de una fuente de agua potable, de una zona de cultivo clasificada como aprobada, de un pozo de agua salada aprobado por la Autoridad o de una zona restringida en el momento y lugar de la recolección. [C]
 - (b) Si el operador utiliza cualquier sistema de recirculación de agua para lavar los moluscos:
 - (i) Obtendrá la aprobación por parte de la Autoridad para la construcción o remodelación del sistema; [K]
 - (ii) Proporcionará un sistema de tratamiento y desinfección del agua para tratar una cantidad adecuada de agua con una calidad aceptable para el lavado de los moluscos que, después de la desinfección, cumplan los estándares de coliformes para el agua de consumo; y no dejará residuos inaceptables en los moluscos; [C]
 - (iii) Comprobará la calidad bacteriológica del agua de lavado a diario; [S^{C/K}]
 - (iv) Lavará, hará el mantenimiento y verificará las unidades de desinfección con la frecuencia necesaria para asegurar una desinfección efectiva. [K]
 - (c) El operador podrá desinfectar mediante radiación ultra-violeta (UV) en el sistema de lavado con recirculación de agua, siempre que la turbidez del agua a desinfectar:
 - (i) No supere 20 unidades nefelométricas de turbidez (NTUs); [K] y
 - (ii) Se mida utilizando el método de la Asociación Americana para la Salud Pública (APHA por sus siglas en inglés) *Métodos Estándares para el Exámen de Agua y Aguas Residuales* [K]
 - (d) Se utilizarán tuberías aptas para el contacto con alimentos, diseñadas e instaladas para permitir una limpieza y saneamiento efectivos. [C]
- (4) Agua para el proceso de depuración. El operador:
- (a) Tratará el agua del proceso de forma continua con un sistema de desinfección aprobado por la Autoridad que no deje ningún residuo inaceptable en los moluscos; [C] y
 - (b) Verificará que el sistema de desinfección produce agua de mar sin ningún organismo coliforme detectable siguiendo un método aprobado por el NSSP en el tanque de entrada de acuerdo con los siguientes protocolos de muestreo.
 - (i) Si el origen del agua es una zona autorizada de producción, un pozo autorizado u otra fuente aprobada, se evaluará una vez el tanque de entrada producido por cada unidad de desinfección por cada lote de proceso; [C]
 - (ii) Si el origen del agua es una zona de producción restringida:
 - a. Será necesario realizar un estudio que cumpla con los requisitos del Capítulo X. 08 C. (2)(b); [C]
 - b. Se evaluará diariamente el agua de entrada al tanque producida por cada unidad de desinfección; [C] y
 - c. El agua de origen antes de la desinfección final cumplirá los criterios de calidad del agua restringida para la depuración de acuerdo con el Capítulo IV.02. G-H. [C]
 - (iii) Si el agua de origen es un sistema de recirculación de agua:
 - a. Será necesario realizar un estudio que cumpla con los requisitos del Capítulo X. 08. C.(2) (b) [C] y
 - b. Se comprobará a diario la entrada de agua en el tanque producida por cada unidad de desinfección. [C]

- c. No se podrá utilizar para abastecerse de agua una zona prohibida de producción. [C]
- (5) Tuberías e instalaciones relacionadas.
- (a) El operador diseñará, instalará, modificará, reparará y mantendrá todas las tuberías y aparatos fijos para:
 - (i) Prevenir la contaminación del suministro de agua; [C] y
 - (ii) Prevenir cualquier conexión cruzada entre el suministro de agua a presión y agua de procedencia inaceptable. [C] El operario instalará y mantendrá los aparatos en buen estado de funcionamiento para evitar el reflujos y el efecto sifón inverso. [K]
 - (b) Los tanques de almacenamiento y tuberías relacionadas deben estar fabricados de materiales seguros, y la construcción del tanque debe:
 - (i) ser accesible para limpieza e inspección; [K]
 - (ii) ser autodrenable; [K] y
 - (iii) satisfacer los requisitos para la superficies en contacto con alimentos [K] y
 - (c) Diseño y Construcción de la Planta de Depuración. El operador debe asegurarse de que:
 - (i) Los tanques de depuración, contenedores de procesado, y tuberías estén fabricados de materiales no tóxicos resistentes a la corrosión y sean fáciles de limpiar; [K]
 - (ii) El diseño del tanque de depuración, hidráulica, y configuración típica del contenedor será tal que el agua del proceso circulará de manera uniforme por todos los contenedores de moluscos dentro de un tanque determinado; [K]
 - (iii) Los contenedores de moluscos permitan circular de manera libre y uniforme el agua del proceso a través de los moluscos en cada contenedor. [K]
- (6) Unidad de depuración
- (a) Unidad de depuración incluyendo los tanques de depuración, todos los tanques de almacenamiento, y tuberías relacionadas estarán fabricados de materiales seguros y la construcción de la unidad de depuración se hará de tal forma que:
 - (i) se pueda acceder fácilmente para la limpieza e inspección; [K]
 - (ii) sea autodrenable; [K] y
 - (iii) satisfaga los requisitos para superficies en contacto con alimentos. [K]
- B. Condición e higiene de superficies en contacto con los alimentos.
- (1) Construcción de equipamiento y utensilios para las superficies en contacto con alimentos.
- (a) Con la excepción del equipamiento de uso continuo y en servicio antes del 1 de enero de 1989, el operador sólo utilizará el equipamiento que esté en conformidad con las Directrices para la Construcción de Equipamiento para la Industria Marisquera (agosto 1993), Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos. [K]
 - (b) El operador solo utilizará equipamiento y utensilios, incluyendo material plástico que esté:
 - (i) fabricado de tal manera y con materiales que pueda ser limpiado, desinfectado, mantenido o reemplazado para impedir la contaminación de los moluscos; [K]
 - (ii) libre de tornillos, tuercas o remaches sobre las superficies en contacto con alimentos [K] y
 - (iii) fabricado de materiales aptos para alimentos. [K]
 - (c) El operador asegurará que todas las juntas en superficies en contacto con alimentos:

- (i) tengan superficies fáciles de limpiar; [K] y
- (ii) estén soldadas. [K]
- (d) Todo equipamiento utilizado para manipular hielo debe mantenerse limpio y estar almacenado de manera higiénica y debe cumplir con los requisitos de construcción en §.02 B (1) (a), (b), y (c). [K]
- (2) Limpieza y desinfección de superficies en contacto con alimentos.
 - (a) Las superficies en contacto con alimentos de las unidades de depuración, equipamiento y contenedores deben limpiarse y desinfectarse para impedir la contaminación de moluscos y de superficies en contacto con alimentos. El operador:
 - (i) Proporcionará suministros y equipamiento de limpieza, cepillos, detergentes y desinfectantes adecuados, así como agua caliente y mangueras a presión. [K]
 - (ii) Lavará, aclarará y desinfectará el equipamiento antes del comienzo de las actividades del día y después de cualquier interrupción durante la que las superficies en contacto con alimentos puedan haberse contaminado; [K]
 - (b) Todos los conductos y equipamiento que entren en contacto con moluscos almacenados deben limpiarse y mantenerse de manera necesaria y con la frecuencia necesaria para impedir la contaminación de los moluscos. [O]
 - (c) Los contenedores que puedan haberse contaminado durante el almacenamiento deberán lavarse, aclararse y desinfectarse debidamente antes de su utilización o tirarse en caso contrario. [K]
 - (d) Los tanques de depuración de moluscos deben limpiarse y desinfectarse de forma regular como parte de un procedimiento estándar de saneamiento de una planta. [K]
- C. Prevención de la Contaminación Cruzada.
 - (1) Protección de moluscos.
 - (a) Los moluscos deben almacenarse de tal forma que se les proteja de la contaminación en el almacenamiento en seco y en los puntos de transferencia. [S^{C/K}]
 - (b) Los moluscos que no se colocan en contenedores sin corriente de agua para el lavado o para soltar los sedimentos; [K]
 - (2) Prácticas de los empleados.
 - (a) El operador exigirá a todos los empleados que se laven bien las manos con agua y jabón y las desinfecten en una instalación dotada para este fin:
 - (i) Antes del inicio del trabajo; [K]
 - (ii) Después de cada ausencia del puesto de trabajo; [K]
 - (iii) Después de cada interrupción del trabajo; [K] y
 - (iv) En cualquier momento que pueden haberse ensuciado las manos o habérselas contaminado. [K]
- D. Mantenimiento de las instalaciones de lavado y desinfección de manos y mantenimiento de los retretes.
 - (1) Las instalaciones para el lavado de manos con agua templada a una temperatura mínima de 100° Fahrenheit (38° Centígrados), deben contar con agua suministrada desde un monogrifo de agua caliente y de agua fría; [S^{K/O}]
 - (2) Las aguas residuales [C] y residuos líquidos desechables [K] deberán eliminarse de manera adecuada de las dependencias.
 - (3) Deberá habilitarse un número adecuado de retretes situados convenientemente. [K]
 - (4) El operador suministrará para cada dependencia de retretes una cantidad adecuada de papel higiénico [K] en un portarrollos adecuado. [S^{K/O}]
- E. Protección de adulterantes.
 - (1) Los moluscos bivalvos se protegerán de la contaminación mientras se transfieren de un punto a otro durante la manipulación y procesado; [K]

- (2) Cualquier aparato de iluminación, bombillas, tragaluces, u otros elementos de vidrio suspendidos sobre áreas de almacenamiento de alimentos o actividades de procesado en zonas donde los moluscos bivalvos están expuestos será de tipo seguro o estará protegido para prevenir la contaminación de los alimentos en caso de rotura. [O]
 - (3) Las conducciones o dispositivos utilizados para transportar moluscos bivalvos estarán fabricados, y se mantendrán y utilizarán de tal forma que se prevenga la contaminación de los moluscos bivalvos. Si se utilizan monorraíles o conducciones de techo, el operador tomará precauciones para evitar la fuga o goteo de líquidos hidráulicos o lubricantes sobre los moluscos bivalvos o las superficies de las conducciones. [K]
 - (4) Se deberá proporcionar una ventilación adecuada para minimizar la condensación en zonas donde se almacenan, procesan o envasan moluscos bivalvos. [S^{K/C}]
 - (5) Las actividades de envasado de moluscos bivalvos deben llevarse a cabo para proporcionar protección adecuada de contaminación y adulteración. [K]
 - (6) Protección del hielo utilizado en el transporte de moluscos bivalvos.
 - (a) El hielo, que no se fabrique en las propias instalaciones de depuración, se inspeccionará en recepción y si no llega protegido de la contaminación se rechazará. [S^{C/K}]
 - (b) El hielo se almacenará de manera segura e higiénica para prevenir la contaminación del mismo. [S^{C/K}]
- F. Etiquetado apropiado, almacenamiento y utilización de compuestos tóxicos.
- (1) Almacenamiento de compuestos tóxicos.
 - (a) El operador tomará las medidas necesarias para que en la instalación solo estén presentes las sustancias tóxicas necesarias para las actividades de la planta. [K]
 - (b) Las siguientes categorías de sustancias tóxicas se almacenarán de forma separada:
 - (i) Insecticidas y raticidas; [K]
 - (ii) Detergentes, desinfectantes y productos de limpieza; [K] y
 - (iii) Ácidos cáusticos, barnices, y otros productos químicos. [K]
 - (c) El operador no almacenará sustancias tóxicas por encima de los moluscos bivalvos o superficies en contacto con alimentos. [K]
 - (2) Utilización y etiquetado de compuestos tóxicos.
 - (a) Cuando se utilizan plaguicidas, el operador aplicará plaguicidas de acuerdo con las reglamentaciones federales y estatales para controlar insectos y roedores con el fin de prevenir la contaminación de los moluscos o materiales de envasado con residuos. [K]
 - (b) Los productos de limpieza y agentes desinfectantes se utilizarán solo de acuerdo con las leyes y reglamentaciones federales y estatales aplicables. [K]
 - (c) Los detergentes, desinfectantes y otros suministros de limpieza se utilizarán solo en estricto cumplimiento con las instrucciones indicadas en la etiqueta. [K]
 - (d) Las sustancias tóxicas se utilizarán solo en estricto cumplimiento con las instrucciones indicadas por el fabricante en la etiqueta. [K]
- G. Control de los Empleados con Condiciones Adversas de Salud.
- (1) El operador tomará todas las precauciones razonables necesarias para que un empleado con una enfermedad en fase de contagio, que se pueda transmitir a través de los alimentos, se abstenga de trabajar para evitar que pueda entrar en contacto con los moluscos o con superficies en contacto con alimentos. Las enfermedades que los trabajadores pueden transmitir a través de los alimentos son aquellas determinadas por los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades de los Estados Unidos, en cumplimiento con la Ley *Americans with Disabilities Act*, y publicada en *Federal Register*. [K]

- (2) Para que un operador pueda permitir a un empleado con una herida infectada trabajar en la instalación de procesamiento de moluscos sin restricciones adicionales, el empleado debe cubrir la herida con un vendaje adecuado, una barrera impermeable, y un guante de un solo uso para una lesión de mano. [K]
- H. Exclusión de Plagas. El operador tomará las medidas necesarias para excluir plagas de su instalación y de sus actividades. [K]

.03 Otros Requisitos del Modelo de Ordenanza

A. Plantas y Tierras Circundantes.

(1) General

(a) Las instalaciones físicas se mantendrán en buenas condiciones de reparación. [O]

(b) No se permitirá la entrada de animales o personas no autorizadas en aquellas partes de las instalaciones donde se almacena, manipula, procesa o envasa alimentos o donde se limpian o se almacenan equipamientos para la manipulación y envasado de alimentos. [K]

(2) Inundaciones. Las instalaciones donde se almacenan, envasan o reenvasan moluscos se ubicarán de tal forma que dichas instalaciones no sean objeto de inundaciones durante las mareas altas normales. En caso de que se inunden las instalaciones: [C]

(a) Se interrumpirán las actividades de procesamiento o reenvasado hasta que las aguas se hayan retirado del edificio y se haya limpiado y desinfectado el edificio. [C]

(b) Cualquier molusco que entre en contacto con las aguas de las inundaciones se destruirá; o se descartará, destinándolo a una utilización no alimentaria. [C]

(3) El operario tomará las medidas necesarias para proporcionar una protección adecuada de la contaminación y adulteración excluyendo suciedad y otras impurezas de su instalación y actividades. [S^{C/K}]

(4) Separación de operaciones. Las actividades de fabricación que puedan provocar la contaminación de los moluscos se separarán mediante barreras adecuadas. [K]

(5) Interior de la planta.

(a) Se mantendrán condiciones sanitarias en toda la instalación. [O]

(b) Se mantendrán las superficies interiores en buen estado de reparación. [O]

(c) Todos los suelos de la zona seca serán duros, lisos, fáciles de limpiar y en buen estado de reparación; [O] y

(d) Todos los suelos de la zona húmeda utilizados en zonas para almacenar moluscos, procesamiento de alimentos y equipamiento de limpieza estarán construidos con materiales fáciles de limpiar, impermeables y resistentes a la corrosión que:

(i) Lleven ranuras para proporcionar un drenaje adecuado; [O]

(ii) Tengan superficies niveladas libres de grietas que puedan crear problemas sanitarios o interferir con el drenaje; [O] y

(iii) Tengan juntas selladas entre suelos y paredes para impermeabilizarlas. [O]

(6) Paredes y Techos. Las superficies interiores de las alas donde se almacenan, manipulan, procesan o envasan moluscos o se manipulan alimentos estarán construidas de materiales fáciles de limpiar, resistentes a la corrosión, impermeables y de color claro. [O]

(7) Terrenos circundantes. En los alrededores de la instalación se evitarán las condiciones que puedan provocar la contaminación de los moluscos. Estas condiciones pueden incluir:

(a) Atracción y refugio de roedores; [O]

(b) Drenaje inadecuado. [O]

B. Fontanería e Instalaciones Relacionadas.

- (1) Se proporcionarán instalaciones adecuadas para el lavado de manos que estén:
 - (a) Próximas a las zonas de trabajo; [O]
 - (b) Separadas de las pilas de tres compartimentos utilizadas para el equipamiento de limpieza y utensilios [K]; y
 - (c) Directamente conectadas a un sistema aprobado de vertido de residuos. [S^{O/K}]
 - (2) El operador proporcionará en cada instalación de lavado de manos:
 - (a) Jabón de manos o detergente; [K]
 - (b) Un suministro de toallas de un solo uso en un lugar adecuado y con dispensador apropiado, o un dispositivo de secado de manos de aire caliente; [O]
 - (c) Un cubo de residuos de fácil limpieza; [O] y
 - (d) Señales de lavado de manos en un idioma que entiendan los empleados; [O]
 - (3) Todas las tuberías y elementos de fontanería estarán diseñados, instalados, modificados, reparados y mantenidos para proporcionar un sistema de agua de cantidad suficiente y a presión, e incluirán:
 - (a) Agua fría y templada en todos los lavabos; [K] y
 - (b) Instalaciones de lavado de manos en suficiente número y tamaño para el número de empleados, localizadas donde los supervisores pueden observar el uso que los empleados hacen de ellas. [K]
 - (4) Drenaje suficiente en el suelo, incluyendo dispositivos para evitar un flujo inverso como bolsas de aire, se proporcionará en los casos en que los suelos:
 - (a) Se utilizan en el almacenamiento de moluscos; [K]
 - (b) Se utilizan para las unidades de almacenamiento de alimentos (p. ej. unidades de refrigeración); [K]
 - (c) Se limpian con mangueras, inundación o métodos similares; [K] y
 - (d) Sean susceptibles al vertido de agua o de otros residuos líquidos, incluyendo, si es aplicable, pilas de tres compartimentos en el suelo durante actividades normales; [K]
 - (5) Se dispondrá de un medio seguro y efectivo de eliminar residuos de la instalación de acuerdo con leyes y reglamentaciones federales y estatales aplicables; [S^{C/K}]
 - (6) No se permitirá la instalación de tuberías de drenaje o de desagüe sobre zonas de procesado o almacenamiento o sobre zonas en las que se lavan recipientes y utensilios. [K]
- C. Los sistemas de ventilación, calentamiento o refrigeración no crearán condiciones que puedan conducir a la contaminación de los moluscos. [S^{C/K}]
- D. Control de insectos y alimañas. El operador empleará las medidas internas de control necesarias para evitar la presencia de insectos y alimañas en la instalación, incluyendo:
- (1) Puertas ajustadas, de autocierre; [K]
 - (2) Pantallas con una luz de malla superior a 15 por pulgada; [K] o
 - (3) Corrientes de aire controladas. [K]
- E. Vertido de residuos.
- (1) Se eliminarán los materiales de deshecho de acuerdo con las leyes y reglamentaciones federales y estatales. [O]
 - (2) Toda zona y receptáculo utilizados para el almacenamiento o conducción de residuos se manejará y se mantendrá para prevenir la atracción, refugio o reproducción de insectos y alimañas. [O]
- F. Construcción de equipamiento para superficies que no estén en contacto con alimentos.
- (1) El operador sólo utilizará equipamiento construido con materiales y de tal forma que se puedan limpiar, desinfectar, mantener o reemplazar para prevenir la contaminación de los moluscos. [O]
 - (2) El operador utilizará materiales fáciles de limpiar, resistentes a la corrosión, impermeables, sin grietas para construir superficies que no entren en contacto con alimentos en las zonas de almacenamiento o manipulación de alimentos. [O]
- G. Limpieza y desinfección de superficies que no están en contacto con alimentos.

- (1) Las actividades de limpieza para la unidad de depuración y equipamiento se llevarán a cabo con una frecuencia apropiada para prevenir la contaminación de moluscos y de superficies en contacto con alimentos. [K]
 - (2) Toda conducción y equipamiento que entre en contacto con moluscos almacenados se limpiará y mantendrá de la manera necesaria y con la frecuencia necesaria para prevenir la contaminación de moluscos. [O]
- H. Almacenamiento y manipulación de moluscos.
- (1) El operador asegurará que los moluscos:
 - (a) Están razonablemente libres de sedimentos; [O] y
 - (b) Descartados. [K]
 - (2) Los moluscos se almacenarán en un lugar protegido que asegure el drenaje completo y rápido del agua en dirección contraria a los moluscos:
 - (a) Colocando los moluscos a una altura adecuada del suelo; [K] o
 - (b) Graduando el suelo. [O]
 - (3) Cualquier equipamiento mecánico de refrigeración que se utilice para el almacenamiento de moluscos tendrá el tamaño adecuado y estará provisto de:
 - (a) Un regulador automático de temperatura; [K] y
 - (b) Termómetros instalados para medir la temperatura con precisión dentro de los comportamientos de almacenamiento. [K]
 - (4) Inspección de envíos entrantes y rechazo de moluscos muertos o sin adecuada protección. [K]
 - (5) Asegurarse de que se disponga de instalaciones de almacenamiento secas independientes para moluscos depurados y sin depurar. [K]
 - (6) Descarte y lavado de los moluscos antes de cargarlos a los tanques de depuración. Este proceso puede tener lugar antes de que se reciban los moluscos en la instalación por parte de;
 - (a) Marisqueros con licencia en el lugar de recolección; [K] o
 - (b) Operarios certificados en su instalación certificada. [K]
 - (7) Asegurarse de que se destruyen los moluscos descartados, se eliminan o se disponen de tal manera que impida el uso para consumo humano. [K]
 - (8) Transportar, almacenar y manipular los moluscos de tal forma que:
 - (a) Que no se comprometa la actividad fisiológica normal de los moluscos durante la depuración; [K] y
 - (b) No se degrade la calidad de los moluscos. [K]
 - (9) Asegurarse de que no se mezclen distintos lotes de recolección de moluscos durante el lavado, descarte, procesado o envasado. Si se procesa más de un lote recolectado de moluscos al mismo tiempo, se mantendrá la identidad de cada lote de recolección durante las fases de depuración [K]
 - (10) Lavar y seleccionar los moluscos después de la depuración y envasar los moluscos en recipientes limpios fabricados de materiales seguros. [K]
 - (11) En todo momento, se protegerá a los moluscos depurados y envasados de la contaminación y se mantendrán a temperatura ambiente sin superar los 45° Fahrenheit (7.2° Centígrados). [K]
- I. Shock térmico. N/A
- J. Personal. Todo empleado que manipule moluscos desconchados estará obligado a:
- (1) Llevar el pelo debidamente recogido; [O]
 - (2) Quitarse las joyas de mano que no estén firmemente aseguradas y no puedan ser desinfectadas; [O]
 - (3) Llevar fundas en el dedo o guantes si no pueden quitarse las joyas; [O]
 - (4) Llevar prendas exteriores limpias, aclaradas o cambiadas tantas veces como sea necesario para mantenerlas limpias. [O]
 - (5) En cualquier zona donde los moluscos se desconchen o envasen en una zona utilizada para la limpieza o almacenamiento de utensilios, el operador no permitirá a los empleados:

- (a) Almacenar ropa u otros artículos personales; [O]
- (b) Comer o beber; [K]
- (c) Escupir; y [K]
- (d) Utilizar tabaco bajo cualquier forma. [K]

K. Supervisión.

- (1) Se nombrará una persona de confianza y competente para supervisar la gestión general de la planta y las actividades; [K]
- (2) Se desarrollarán procedimientos de limpieza y se supervisarán para asegurarse de que las actividades de limpieza no provoquen la contaminación de los moluscos o de las superficies en contacto con alimentos. [K]
- (3) A todos los supervisores:
 - (a) se les formará en técnicas de manipulación de alimentos y en principios de protección de alimentos; [K] y
 - (b) serán conocedores de prácticas sanitarias y de higiene personal. [K]
- (4) El operador requerirá que:
 - (a) los supervisores se encarguen de que se sigan prácticas sanitarias adecuadas, incluyendo:
 - (i) La limpieza del equipamiento de la planta; [K]
 - (ii) Una manipulación rápida del producto; [K] y
 - (iii) Protección de los moluscos de contaminación. [K]
 - (b) los empleados
 - (i) se formen en prácticas adecuadas de manipulación de alimentos y de higiene personal, [K] y
 - (ii) notifiquen cualquier síntoma de enfermedad a su supervisor. [K]

L. Manual de operaciones de la planta.

El operador preparará un Manual escrito de Operaciones de Plantas Depuradoras (DPOM, por sus siglas en inglés) en cumplimiento con los requisitos mínimos de un Manual de operaciones de plantas depuradas (véase abajo); y actualizará el Manual cuando sea necesario. Se guardará copia del DPOM en un lugar de fácil acceso al personal cualificado responsable de las actividades de depuración. Los requisitos mínimos de un Manual de Operaciones de una Planta Depuradora abordarán:

- (1) Una introducción que incluye;
 - (a) El estado del documento (para crear, revisar o actualizar DPOM);
 - (b) Los propietarios y los gerentes relacionados con la gestión de la instalación;
 - (c) La dirección y número de teléfono de propietarios y gerentes; y
 - (d) Un resumen del uso propuesto de la instalación de depuración incluyendo una declaración de objetivos de la operación de la planta, las especies a procesar, períodos propuestos de la operación de la instalación, origen propuesto de los moluscos, incluyendo zonas potenciales de recolección y la capacidad máxima de la planta.
- (2) Descripción de la Instalación incluyendo;
 - (a) Dibujos del plano del emplazamiento;
 - (b) Configuración de la Instalación incluyendo un esquema detallado del sistema entero de depuración;
 - (c) Dibujo esquemático del proceso;
 - (d) Diagrama del flujo del producto por toda la instalación (puede combinarse con §B.(3));
 - (e) Declaración de que los materiales de construcción y de fabricación cumplen con los requisitos de §.04, §.08, y §.09; y
 - (f) Esquema del aporte de agua de mar y sistema de distribución.
- (3) Especificaciones del diseño de la unidad de depuración incluyendo;
 - (a) Un diagrama del tanque de depuración incluyendo las dimensiones de los tanques y detalles de construcción, ubicaciones de entradas y salidas de agua

- y efluentes, nivel del agua de las operaciones y una configuración típica de los contenedores;
- (b) El sistema del agua de procesado que describe el tipo de sistema (de circulación abierta o de recirculación), los sistemas de pretratamiento y de filtración, el sistema de desinfección y un esquema de la hidráulica;
 - (c) La construcción y material de los moluscos en cumplimiento con §.04 y §.08 de este Capítulo; y
 - (d) Lista del equipamiento incluyendo el equipamiento de lavado, descarte, y envasado, equipamiento de manipulación de materiales, y equipamiento de limpieza y saneamiento.
- (4) Laboratorio que se utilizará para realizar análisis microbianos (interno, agencia gubernamental, comercial privado);
- (5) Control del proceso de depuración que incluye:
- (a) Protocolos de muestreo que incluye frecuencia de muestreo, número de muestras, situación de muestreo y metodología para el análisis de agua de entrada, entrada de moluscos, moluscos depurados y aguas de cultivo;
 - (b) Mantenimiento del equipamiento para los procedimientos de control y de calibración y copia de las fichas del registro de actividades que se utilizarán para introducir datos;
 - (c) Protocolo para el proceso de control del agua para parámetros físicos y químicos; y
 - (d) Análisis y evaluación de datos.
- (6) Procedimiento estándar de operaciones para:
- (a) Recepción y almacenamiento;
 - (b) Lavado, descarte y sustitución de productos no depurados en los tanques de procesado;
 - (c) Operaciones de la unidad de depuración;
 - (d) Control de las operaciones de la unidad de depuración;
 - (e) Eliminación del producto depurado de los tanques de procesado;
 - (f) Parámetros y procedimientos de almacenamiento;
 - (g) Procedimientos de retirada;
 - (h) Limpieza y saneamiento de la planta; y
 - (i) Análisis de datos.
 - (j) Procedimientos de recuperación.
- (7) Registros. Enumerar las categorías de información que se vayan a registrar. Incluir copias de fichas propuestas para su utilización en cada categoría. Se puede utilizar una sola ficha para varias categorías si se diseña adecuadamente.
- (a) Envío y recepción de registros;
 - (b) Bitácora de operaciones de la planta, incluyendo disposiciones para registrar los valores de los parámetros físicos y químicos;
 - (c) Registros de mantenimiento y saneamiento;
 - (d) Registros de laboratorio;
- M. Comprobación de procesos. El operador de forma continua:
- (1) Realizará la verificación del proceso sobre una base continua según el protocolo siguiente:
- (a) Al completar un mínimo de 44 horas de depuración, recoger y ensayar al menos una muestra del producto final de cada lote de moluscos a depurar en la unidad de depuración.
 - (b) Determinar diariamente, o conforme se va disponiendo de resultados, los índices de rendimiento de la depuración definidos como la media geométrica y el percentil 90 de coliformes fecales (CF) a partir de datos de ensayos de los diez lotes más recientes (10) consecutivos de recolección para cada especie depurada y para cada zona de recolección utilizada.

Límites de coliformes fecales por 100 gramos para la comprobación del rendimiento de la planta de depuración		
Especie	Media geométrica	Percentil 90
Almeja babosa (<i>Mya arenaria</i>)	50	130
Chirla mercenaria (<i>Mercenaria mercenaria</i>)	20	70
Ostras	20	70
Almeja japonesa	20	70
Mejillones	20	70

- (c) Comparar diariamente, o conforme se van disponiendo de resultados, los índices de rendimiento de depuración con los siguientes límites críticos para los índices de rendimiento de la planta de depuración.
- (d) Si los índices de rendimiento de depuración para una especie determinada de una zona de cultivo específica son inferiores o iguales a los límites críticos mencionados anteriormente para los índices de rendimiento de una planta de depuración, se considera comprobado para aquella especie de esa zona de cultivo.
- (e) Con el propósito de realizar cálculos, se aumentará o se disminuirá en una cifra significativa el recuento de coliformes fecales que indican el límite superior o inferior de sensibilidad de la prueba (NMP o ETCP [*Elevated Temperature Coliform Plate*]). De este modo, <9,0 se convierte en 8,9, <17 se convierte en 16 y >248 se convierte en 250. Se considera que las placas individuales con demasiadas colonias para contar (DNPC) tienen >100 colonias por placa. Se considera colectivamente que una muestra que contiene placas «DNPC» tiene un recuento de 10 000.
- (2) Comprobación protocolaria condicional. Si los índices de rendimiento de depuración para una zona de cultivo específica no llega a cumplir los límites críticos para los índices de rendimiento de una planta de depuración, o si se utiliza una nueva zona de cultivo restringida como fuente de moluscos para depuración o si un nuevo proceso de depuración ha generado menos de 10 lotes de proceso de datos, se considera el proceso como no comprobado y el operador deberá seguir los protocolos condicionales:
- (a) El procesador de depuración recogerá y ensayará al menos una hora cero y tres muestras de productos finales de cada lote de recolección;
- (b) Los parámetros medioambientales que incluyen la temperatura del agua de procesado, salinidad, oxígeno disuelto, turbidez y otras condiciones operacionales pueden inhibir el proceso fisiológico y deben identificarse. Las condiciones, una vez identificadas y cuantificadas, se convierten en puntos críticos de control (PCC) para especies determinadas en la planta específica y se revisará debidamente el análisis de peligros y el plan HACCP;
- (c) Los moluscos procesados durante este protocolo condicional deben cumplir con los siguientes criterios de poder ser comercializados:
- (i) La media geométrica (de tres muestras) de almejas blandas no debe superar 110 y ni una sola muestra debe superar 170; o
- (ii) La media geométrica (de tres muestras) de otras especies de almejas, mejillones u ostras no debe superar 45 y ninguna muestra simple superará 100.
- (d) Si el lote de recolección no cumple los criterios para su comercialización, el procesador de la depuración puede decidir someter el producto a un procesado adicional de depuración en cuyo caso los moluscos podrán volver a ser muestreados para esos criterios de comercialización o se podrá disponer de los moluscos de la manera siguiente:
- (i) La Autoridad, en consultación con el procesador de depuración puede exigir la destrucción de los moluscos; o
- (ii) La Autoridad, en consultación con el procesador de depuración puede permitir que los moluscos se destinen para uso no alimentario; o

- (iii) La Autoridad, en consulta con el procesador de depuración puede permitir que los moluscos se retengan de acuerdo con el Capítulo V.
- (e) Cuando en un Protocolo Condicional, debido a un fallo de una zona establecida de recolección, no satisface los índices mencionados anteriormente para el rendimiento de una planta de depuración, se determinará diariamente, o conforme se van disponiendo de resultados, los índices de rendimiento de depuración definidos como la media geométrica y el percentil 90 de coliformes fecales (CF) a partir de datos de ensayo de las diez muestras consecutivas de productos finales más recientes (10) para cada especie depurada y para cada zona de recolección utilizada
 - (i) Hay que comparar estos índices de rendimiento de depuración con los límites críticos mencionados anteriormente para los índices de rendimiento de la planta de depuración para esta especie.
 - (ii) Si estos índices de rendimiento de depuración son inferiores o iguales a los límites críticos para los índices de rendimiento de la planta de depuración mencionados anteriormente para esta especie, se considera el proceso comprobado para esta especie de esta zona determinada de recolección; y el proceso se revierte al protocolo de comprobación de procesos en .03L (1).
 - (iii) Si la media geométrica o los valores del percentil 90 superan los límites críticos mencionados para los índices del rendimiento de la planta de depuración para esta especie, este proceso permanecerá en fase de comprobación del protocolo condicional para esta especie de esta zona determinada de recolección hasta que se alcancen los índices anteriores de rendimiento de la planta de depuración.
- (f) Cuando se está en fase de comprobación de protocolo condicional debido al aprovechamiento de una nueva zona de recolección como fuente de moluscos o si un nuevo proceso de depuración ha generado menos de 10 lotes de datos del procesado, se debe determinar diariamente o conforme se va disponiendo de resultados, los índices de rendimiento de depuración definidos como la media geométrica y el percentil 90 de coliformes fecales (CF) a partir de los datos de ensayo de los diez lotes consecutivos de recolección más recientes para cada especie depurada y para cada zona de recolección utilizada.
 - (i) Hay que comparar estos índices de rendimiento de depuración con los límites críticos anteriores para los índices de rendimiento de la planta de depuración para esta especie.
 - (ii) Si estos índices de rendimiento de depuración son inferiores o iguales a los límites críticos para los índices de rendimiento de la planta de depuración para esta especie, el proceso se considera comprobado para esta especie de esta zona particular de recolección y el proceso se revierte al protocolo de comprobación de procesos en XV. 03 L. (1).
 - (iii) Si se han recabado menos de 10 lotes de procesos de datos o si la media geométrica o los valores del percentil 90 superan los límites críticos para los índices de rendimiento de la planta de depuración el proceso permanecerá en el protocolo condicional de comprobación para esta especie y para esta zona de recolección hasta que se hayan recabado 10 lotes de datos y se hayan logrado los índices anteriores de rendimiento de la planta de depuración.
- (3) Cuando se utilizan unidades de depuración con múltiples tanques, es necesario determinar si los tanques individuales son similares.
 - (a) Los tanques se consideran similares si la diferencia entre las dimensiones físicas del tanque y la tasa de flujo del agua es inferior al 10%.
 - (b) Si no son similares, se deberán emplear los protocolos de comprobación de procesos que figuran en la Sección .03 (1) - (2) para cada tanque.

- (4) El operador asegurará que todos los ensayos microbiológicos de las muestras finales de los moluscos:
 - (a) Son analizados por un laboratorio que haya sido evaluado y aprobado según los requisitos del Capítulo III, utilizando un método aprobado por NSSP;
 - (b) El tamaño de muestra consista en una colección de al menos 12 moluscos seleccionados aleatoriamente de cada recipiente designado (pueden ser necesarios más de 12 individuos en el caso de moluscos más pequeños); y
 - (c) Las muestras se recojan en aquellos puntos de la unidad de depuración considerados los más comprometidos con respecto a la actividad de los moluscos, basados en el plan de muestreo contenido en el Manual de Operaciones de la Planta de Depuración.

Apéndice 5

GUÍAS DE LA OMS PARA LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE

Cuadros resumen de recomendaciones sobre la verificación de la calidad química y microbiológica

Nota de los autores: Los cuadros aquí incluidas están tomadas de la Directrices de la OMS para la calidad del agua potable, las cuales explican los requisitos necesarios para asegurar la inocuidad del agua potable, incluyendo los procedimientos y valores mínimos de referencia específicos, y cómo estos requisitos están destinados a ser utilizados. La publicación también describe los planteamientos, métodos a partir de los cuales derivan las directrices, incluyendo los valores de referencia. También incluye fichas sobre peligros microbiológicos y químicos significativos.

Los cuadros contienen niveles máximos de referencia para un rango de contaminantes químicos e indicadores de bacterias fecales. Al menos que las normativas locales estipulen niveles máximos, estas recomendaciones pueden usarse para determinar la idoneidad de las aguas de uso en las plantas de depuración, incluyendo las que se utilizan para la preparación de agua salada artificial.

Estas Directrices están disponibles en la página web de la Organización Mundial de la Salud (www.who.int).

Cuadro 7.7: Valores de referencia para la verificación de la calidad microbiológica^a

Microorganismos	Valor de referencia
Toda agua destinada a ser bebida	
<i>E. coli</i> o bacterias coliformes termotolerantes ^{b,c}	No detectables en ninguna muestra de 100 ml
Agua tratada que alimenta al sistema de distribución	
<i>E. coli</i> o bacterias coliformes termotolerantes ^b	No detectables en ninguna muestra de 100 ml
Agua tratada presente en el sistema de distribución	
<i>E. coli</i> o bacterias coliformes termotolerantes ^b	No detectables en ninguna muestra de 100 ml

^a Si se detecta *E. coli* debe investigarse inmediatamente su origen.

^b Aunque *E. coli* es el indicador de contaminación fecal más preciso, el recuento de bacterias coliformes termotolerantes es una opción aceptable. En caso necesario, deben realizarse los análisis de confirmación pertinentes. Las bacterias coliformes totales no son indicadores aceptables de la calidad sanitaria de los sistemas de abastecimiento de agua, sobre todo en zonas tropicales donde casi todos los sistemas de abastecimiento de agua no tratada contienen numerosas bacterias que no constituyen un problema sanitario.

^c Se reconoce que en la gran mayoría de los sistemas de abastecimiento de agua rurales, sobre todo en los países en desarrollo, la contaminación fecal es frecuente. Es preciso, sobre todo en estas circunstancias, establecer metas a medio plazo de mejora progresiva de los sistemas de abastecimiento de agua.

Cuadro 8.18: Valores de referencia correspondientes a sustancias químicas de origen natural cuya presencia en el agua de consumo puede afectar a la salud

Sustancia	Valor de referencia ^a (mg/l)	Observaciones
Arsénico	0,01 (P)	–
Bario	0,7	–
Boro	0,5 (T)	–
Cromo	0,05 (P)	Para cromo total
Fluoruro	1,5	Al fijar normas nacionales deben tenerse en cuenta el volumen de agua consumida y la ingesta de otras fuentes
Manganeso	0,4 (C)	–
Molibdeno	0,07	–
Selenio	0,01	–
Uranio	0,015 (P,T)	Sólo se abordan los aspectos químicos del uranio

^a P = valor de referencia provisional, dado que hay evidencia de que la sustancia es peligrosa, pero hay escasa información disponible relativa a sus efectos sobre la salud; T = valor de referencia provisional porque el valor de referencia calculado es menor que el que es posible alcanzar mediante métodos de tratamiento prácticos, medidas de protección de las fuentes, etc.; C = concentraciones de la sustancia iguales o menores que el valor de referencia basado en efectos sobre la salud pueden afectar al aspecto, sabor u olor del agua, dando lugar a reclamaciones de los consumidores.

Cuadro 8.21: Valores de referencia correspondientes a sustancias químicas de fuentes industriales y núcleos habitados cuya presencia en el agua de consumo puede afectar a la salud

Sustancias inorgánicas	Valor de referencia ^a (mg/l)	Observaciones
Cadmio	0,003	–
Cianuro	0,07	–
Mercurio	0,001	Para mercurio total (inorgánico y orgánico)
Sustancias orgánicas	Valor de referencia ^a (µg/l)	Observaciones
Benceno	10 ^b	–
Tetracloruro de carbono	4	–
Di(2-etilhexil)ftalato	8	–
1,2-Diclorobenceno	1 000 (C)	–
1,4-Diclorobenceno	300 (C)	–
1,2-Dicloroetano	30 ^b	–
1,2-Dicloroetano	50	–
Diclorometano	20	–
1,4-Dioxano	50 ^b	–
Ácido edético (EDTA)	600	Aplicable al ácido libre
Etilbenceno	300 (C)	–
Hexaclorobutadieno	0,6	–
Ácido nitrilotriacético (ANT)	200	–
Pentaclorofenol	9 ^b (P)	–
Estireno	20 (C)	–
Tetracloroetano	40	–
Tolueno	700 (C)	–
Tricloroetano	20 (P)	–
Xilenos	500 (C)	–

^a P = valor de referencia provisional, dado que hay evidencia de que la sustancia es peligrosa, pero hay escasa información disponible relativa a sus efectos sobre la salud; C = concentraciones de la sustancia iguales o menores que el valor de referencia basado en efectos sobre la salud pueden afectar al aspecto, sabor u olor del agua, dando lugar a reclamaciones de los consumidores.

^b El valor de referencia de las sustancias sin umbral es la concentración en el agua de consumo asociada a un valor máximo del riesgo adicional vitalicio de cáncer de 10⁻⁵ (un caso adicional de cáncer por cada 100.000 personas que ingieren agua de consumo con una concentración de la sustancia igual al valor de referencia durante 70 años). Las concentraciones asociadas con valores máximos del riesgo adicional vitalicio de cáncer de 10⁻⁴ y 10⁻⁶ pueden calcularse multiplicando y dividiendo, respectivamente, el valor de referencia por 10.

Cuadro 8.24: Valores de referencia correspondientes a sustancias químicas de actividades agropecuarias cuya presencia en el agua de consumo puede afectar a la salud

Sustancias que no son plaguicidas	Valor de referencia ^a (mg/l)	Observaciones
Nitrato (como NO ₃ ⁻)	50	Exposición a corto plazo
Nitrito (como NO ₂ ⁻)	3	Exposición a corto plazo
	0,2 (P)	Exposición prolongada
Plaguicidas usados en actividades agropecuarias	Valor de referencia ^a (µg/l)	Observaciones
Alacloro	20 ^a	–
Aldicarb	10	Aplicable al aldicarb sulfóxido y al aldicarb sulfona
Aldrín y dieldrín	0,03	Aplicable a la suma de aldrín y dieldrín
Atrazina	2	–
Carbofurán	7	–
Clorodano	0,2	–
Clorotolurón	30	–
Cianazina	0,6	–
2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético)	30	Aplicable al ácido libre
2,4-DB	90	–
1,2-Dibromo-3-cloroprepano	1 ^b	–
1,2-Dibromoetano	0,4 ^b (P)	–
1,2-Dicloropropano (1,2-DCP)	40 (P)	–
1,3-Dicloroprepeno	20 ^b	–
Dicloroprop	100	–
Dimetoato	6	–
Endrín	0,6	–
Fenoprop	9	–
Isoproturón	9	–
Lindano	2	–
MCPA	2	–
Mecoprop	10	–
Metoxicloro	20	–
Metolacloro	10	–
Molinato	6	–
Pendimetalina	20	–
Simazina	2	–
2,4,5-T	9	–
Terbutilazina	7	–
Trifluralina	20	–

^a P = valor de referencia provisional, dado que hay evidencia de que la sustancia es peligrosa, pero hay escasa información disponible relativa a sus efectos sobre la salud.

^b El valor de referencia de las sustancias que se consideran cancerígenas es la concentración en el agua de consumo asociada a un valor máximo del riesgo adicional vitalicio de cáncer de 10⁻⁵ (un caso adicional de cáncer por cada 100.000 personas que ingieren agua de consumo con una concentración de la sustancia igual al valor de referencia durante 70 años). Las concentraciones asociadas con valores máximos del riesgo adicional vitalicio de cáncer de 10⁻⁴ y 10⁻⁶ pueden calcularse multiplicando y dividiendo, respectivamente, el valor de referencia por 10.

Apéndice 6

ALMACENAMIENTO DE LANGOSTAS Y DEPURACIÓN DE MOLUSCOS

APUNTES SOBRE LA SALINIDAD DEL AGUA DE MAR Y LA UTILIZACIÓN DE AGUA DE MAR ARTIFICIAL EN INSTALACIONES COMERCIALES

Folleto de laboratorio (Nueva serie) N° 13

LABORATORIO DE PESCA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN
BURNHAM ON CROUCH, ESSEX, REINO UNIDO

AGOSTO 1966
Copyright: UK Crown

Nota de los autores: Aunque el folleto que se reproduce aquí es antiguo, contiene la información más completa disponible sobre la preparación de agua de mar artificial para la depuración de un número de especies importantes de moluscos.

ÍNDICE

Introducción	132
1. ¿Qué es la salinidad y cómo varía?	132
2. Medición de la salinidad	133
3. Requisitos de salinidad para tanques de moluscos	133
4. La utilización de sales para la producción de agua de mar artificial	135
5. Cómo producir el agua de mar artificial	137
6. La utilización de sales para aumentar la salinidad del agua de mar natural	138
7. La planificación de nuevas instalaciones o la amplificación de instalaciones existentes	140
Resumen de puntos importantes	141

Folleto de Laboratorio (Nueva Serie) N°. 13

ALMACENAMIENTO DE LANGOSTAS Y DEPURACIÓN DE MOLUSCOS

Notas sobre la salinidad de agua de mar y la utilización de agua de mar artificial en instalaciones comerciales¹

INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha habido un aumento gradual del número de instalaciones en la costa para el almacenamiento de langostas y la depuración de ostras. El agua utilizada en estos tanques suele bombearse desde el mar, pero en algunos casos se elabora agua de mar artificial a partir de una mezcla sencilla de sales. En caso de emplearse agua de un estuario, existe el riesgo de que a veces la salinidad sea demasiado baja para permitir las actividades normales de los moluscos y crustáceos. Este folleto tiene como objetivo describir cómo se puede medir el contenido en sales del agua de mar y cómo se pueden utilizar sales para aumentar la salinidad de agua de mar natural, o para producir agua de mar artificial para su uso en el almacenamiento de langostas y en los tanques de depuración de moluscos.

1. ¿QUÉ ES LA SALINIDAD Y CÓMO VARÍA?

El contenido en sales o la salinidad del agua de mar suele expresarse como el número de partes por peso de sales en mil partes por peso de agua. La unidad «partes por mil» se suele indicar con el símbolo ‰. De esta manera, el agua con una salinidad de 35‰ contiene 35 lb de sales en 100 galones. Para los que prefieren utilizar unidades métricas, el agua con una salinidad de 35‰ contiene 35 g de sales en 1 litro de agua, o 35 kg en 1 metro cúbico (m³).

La salinidad del agua de mar normalmente disminuye conforme nos desplazamos desde el mar abierto hacia un estuario, como resultado de la mayor cantidad de agua dulce presente. En el mar abierto alrededor de las Islas Británicas, es habitual tener salinidades de 34‰ o más, con pequeños cambios durante las estaciones. Sin embargo, las salinidades de los estuarios mareales son generalmente más bajas y están sujetas a variaciones muy importantes. Las salinidades suelen ser inferiores en las mareas invernales que en las primaverales. En el extremo marítimo de una costa oriental típica productora de ostras, el rango máximo de salinidad durante el año puede estar entre 26 y 34‰, mientras que en el extremo superior de la ostricultura la salinidad en el invierno puede variar entre 10 y 25‰ durante un ciclo mareal. Además de estos cambios, pueden encontrarse zonas locales de baja salinidad cerca de la costa próximas a descargas de agua dulce proveniente de arroyos o tuberías de salida. El agua que está cerca de la superficie también puede tener bastante menos salinidad que la de mayores profundidades debido a la tendencia del agua dulce, o del agua marina con una gran proporción de agua dulce, de permanecer en la superficie. Por este motivo, las entradas para las instalaciones de agua de mar deben colocarse tan cerca del fondo como sea posible.

¹ Este documento se ha traducido de la versión original en inglés. Se ofrecen a continuación las equivalencias siguientes:

1 oz = 28,349 g

1 lb = 16 oz = 453,59 g

1 cwt (Reino Unido) 112 lb = 50,80 kg

1 galón (Reino Unido) 4,546 l = 1,2009 galones (Estados Unidos).

2. MEDICIÓN DE LA SALINIDAD

Es difícil medir de manera directa el contenido en sales del agua de mar, pero se puede obtener una buena estimación de la calidad del agua al medir su gravedad específica con un hidrómetro. Para una estimación aproximada, sólo hace falta considerar la gravedad específica, pero para una medida más exacta, se debe tomar la temperatura del agua para poder obtener la salinidad por referencia a un cuadro o gráfico. El agua destilada tiene una gravedad específica de alrededor de 1,000 y el agua de mar «completa» de alrededor de 1,026, pero estos valores varían un poco según la temperatura del agua. Es importante distinguir claramente entre la salinidad y la gravedad específica a la hora de describir el agua de mar, porque a menudo se refiere a la gravedad específica solamente por las últimas dos cifras. El operador del tanque cuenta con un número de hidrómetros disponibles para la medición de la gravedad específica, pero hay uno especialmente útil que se conoce como: –Hidrómetro para suelos, mango largo, BS 1377, rango 0,995–1,030 SG a 20 °C. Si se utilizan otros instrumentos hay que tener cuidado y asegurarse de que las graduaciones estén suficientemente separadas para poder permitir una lectura exacta, y que el instrumento, si se utiliza con los cuadros y el gráfico adjunto a este folleto, esté calibrado entre 17,5 y 20 °C. Cuando se pide un hidrómetro, se aconseja pedir un vaso hidrométrico de vidrio de tamaño apropiado para acompañarlo.

Para determinar la gravedad específica, se debe tomar una muestra de agua de los tanques o del agua de mar de entrada en un recipiente limpio, libre de aceite o grasa. El bulbo y tallo del hidrómetro debe limpiarse y no contener partículas adherentes, cristales de sales, trozos de algodón, grasa, etc., y estar sumergido en el agua en el vaso del hidrómetro. Sólo se debe manipular la punta del tallo, dado que la grasa de la mano podría afectar las lecturas. Cualquier burbuja de aire que se vea en el lateral del bulbo del hidrómetro debe eliminarse mediante una ligera agitación del instrumento, o al pasarle un trapo limpio. El hidrómetro se lee a nivel ocular con la superficie del agua. Por este motivo es importante colocar el hidrómetro en un vaso de vidrio cuando se toma la lectura; no se pueden hacer lecturas exactas en un tanque donde el hidrómetro se avista desde arriba. Las lecturas mostradas en el hidrómetro son para la gravedad específica pero sólo se ven las últimas dos cifras, es decir el 1,020 normalmente se comercializa como «20» en la escala.

3. REQUISITOS DE SALINIDAD PARA LOS TANQUES DE MOLUSCOS Y CRUSTÁCEOS

Las langostas son animales típicos de costa que se encuentran en aguas con una salinidad igual o superior a 33‰. No pueden tolerar salinidades bajas ni cambios rápidos de salinidad, y no son abundantes en los estuarios u otras zonas susceptibles de tener salinidad baja. Es posible almacenar langostas en aguas de una salinidad tan baja como 25‰, e incluso menos, cuando las temperaturas del agua se encuentren por debajo de 50°F (10°C), pero el valor mínimo que normalmente se considera aceptable en las unidades comerciales de almacenamiento es 27‰. Las langostas expuestas a una salinidad baja pueden debilitarse y morir, mostrando una característica inflamación en el centro del cuerpo, entre la cabeza y la región de la cola.

Las ostras autóctonas y portuguesas y las chirlas mercenarias son moluscos típicos de estuario que pueden tolerar salinidades relativamente bajas y con cambios rápidos. Aunque estos moluscos pueden ajustarse gradualmente a salinidades muy bajas, resultado de las cantidades crecientes de agua dulce que entra en un estuario en otoño e invierno, la salinidad mínima que se considera normalmente aceptable en plantas depuradoras es del 25‰ para las ostras autóctonas, 20,5‰ para las ostras portuguesas y 20‰ para las chirlas mercenarias. En comparación, la salinidad mínima para la depuración de moluscos es

del 19%. Los moluscos que están en agua de salinidad demasiado baja no se abrirán y no podrán depurarse y una exposición prolongada a niveles bajos de salinidad podría llevar, en última instancia, a la muerte.

Para fines normales, basta medir la gravedad específica para asegurarse de que el agua tenga una salinidad igual, o superior, a los valores mínimos mostrados anteriormente. A continuación se indican las gravedades específicas mínimas recomendadas del agua de mar:

Moluscos y crustáceos	Gravedad específica mínima
<u>Para almacenamiento</u>	
Langostas	1,023
<u>Para depuración</u>	
Ostras autóctonas	1,022
Ostras portuguesas	1,018
Chirlas mercenarias	1,017
Mejillones	1,016

El agua de mar, a cualquier temperatura, que tenga una gravedad específica igual o superior a los valores que figuran en el cuadro es apropiada para su utilización en tanques para el propósito indicado.

Si el agua introducida en un tanque tiene una gravedad específica cercana o inferior a la recomendada (digamos, 1,021 para las ostras autóctonas) merece la pena hacer una estimación más exacta del contenido en sales al leer la temperatura del agua y convertir los valores a salinidad. Se puede hacer refiriéndose al gráfico adjunto en este folleto. Al comenzar con la temperatura observada, mover el dedo verticalmente hasta que llegue a la línea para la gravedad específica observada. En este punto, desplace el dedo horizontalmente a cada lado del gráfico, hasta que cruce la escala que indica la salinidad. De esta manera, el agua con una gravedad específica de 1,020 a 41°F (5°C) indica una salinidad de 24‰, que es apropiada para la depuración de ostras portuguesas, almejas y mejillones, pero no para las ostras autóctonas, ni para el almacenamiento de langostas. Las salinidades mínimas aceptadas normalmente en tanques que contienen distintos moluscos figuran en el gráfico, representadas por las líneas gruesas horizontales. Si la salinidad observada está por debajo del mínimo, entonces debe añadirse una mezcla de sales, tal como se describe posteriormente. Para los que prefieren no utilizar el gráfico, se ha preparado el Cuadro 1 ilustrando la gravedad específica mínima del agua de mar a varios rangos de temperatura en distintos tipos de instalación. En el cuadro se puede observar que conforme sube la temperatura del agua, la gravedad específica mínima autorizada cae por debajo de la facilitada en la guía aproximada. Por lo tanto, cuando la gravedad específica es inferior a la recomendada en la guía aproximada, y particularmente cuando se trata de grandes volúmenes de agua, la medición exacta de la salinidad utilizando una corrección de temperatura puede indicar que existe agua de salinidad adecuada, lo cual supone un ahorro de costes y tiempo adicionales para añadir sales.

En este folleto, sólo se presta detallada atención a las especies británicas almacenadas o depuradas comercialmente, aunque en años recientes se ha mostrado creciente interés en el almacenamiento vivo de otros moluscos². Se sabe que el bogavante americano (*Homarus americanus*) tolera salinidades apropiadas para el almacenamiento de langostas británicas. La langosta común (*Palinurus vulgaris*) se almacena en tanques en el suroeste de Inglaterra, donde las salinidades son relativamente altas y al ser un animal

² Los nombres en latín de las especies de moluscos almacenados o depurados de forma comercial en la actualidad figuran a continuación: Bogavante europeo (*Homarus vulgaris*); Ostra común (*Ostrea edulis*); Ostra portuguesa (*Crassostrea angulata*); mejillón (*Mytilus edulis*); Chirla mercenaria (*Venus mercenaria*).

de mar abierto es intolerante a salinidades muy bajas. Unos experimentos realizados en el laboratorio de Burnham indicaron que una salinidad de 28‰ era demasiado baja, mientras que 32‰ (aproximadamente GE 1,025–26) era satisfactoria. La cigala (*Nephrops norvegicus*), conocida como la gamba de la bahía de Dublín, es un animal de mar abierto, y a falta de información más detallada, se recomienda que el agua utilizada para su almacenamiento tenga una salinidad de al menos 34‰ (aproximadamente GE 1,027–28). Cuando se utiliza agua de mar artificial, se debe incrementar el peso de las sales por encima del mostrado para bogavante en el Cuadro 3, en aproximadamente el 7 % para langosta común y 13 por ciento para cigalas. El buey de mar (*Cancer pagurus*) debe guardarse en aguas que contengan al menos 30‰ de sales (GE 1,024–1,025).

Cuadro 1: Gravedad específica mínima de agua para utilización en instalaciones de moluscos y crustáceos

Temperatura del agua		Almacenamiento de langostas	Purificación de			
°F	°C		Ostras autóctonas	Ostras portuguesas	Chirlas mercenarias	Mejillones
Hasta 50	Hasta 10	1,023				
51–59	10,1–15	1,022	1,021	1,017	1,017	1,016
60–68	15,1–20	1,021	1,020	1,016	1,016	1,015
69 y superior	20,1 y superior	1,020	1,019	1,015	1,015	1,014

Con respecto al resto de las especies comerciales de moluscos, los bígamos (*Littorina littorea*) a menudo se almacenan en agua de mar antes de enviarlos al mercado. Estos moluscos son animales de estuario capaces de tolerar un amplio rango de salinidades tan bajas como el 20‰ (aproximadamente GE 1,016–17), e incluso menos. Las vieiras (*Pecten maximus*), aunque no se suelen almacenar comercialmente, pueden guardarse en tanques de agua de mar de una buena salinidad. A falta de información más precisa, se recomienda que las vieiras no se guarden en agua de una salinidad inferior al 34‰ (aproximadamente GE 1,027–28).

4. LA UTILIZACIÓN DE SALES EN LA PRODUCCIÓN DE AGUA DE MAR ARTIFICIAL

El agua de mar artificial consiste en una mezcla compleja de sales, muchas de las cuales están presentes en cantidades muy pequeñas, pero para el almacenamiento de langostas y la depuración de moluscos es suficiente el agua que contiene una mezcla de cinco sales simples. La mezcla recomendada en este folleto ha sido formulada por el Dr. Wilder en Canadá para el almacenamiento de langostas y se ha utilizado en Gran Bretaña con éxito en varias unidades de almacenamiento comerciales. La mezcla de sales puede utilizarse para elaborar agua de mar artificial. El agua para su utilización en el almacenamiento de langostas y la depuración de moluscos contiene la misma mezcla básica de sales, pero para reducir costes en la depuración de moluscos se emplean concentraciones de sales más bajas. Cuando hay más de un tipo de moluscos en una instalación, el agua debe ser apropiada para el molusco que requiera la salinidad más alta.

En el Cuadro 2 se incluyen las cantidades de cada una de las cinco sales requeridas para formular cantidades de entre 50 y 1 000 lb de la mezcla de sales. El Cuadro 3 muestra los pesos individuales de cada tipo de sal y los pesos de la mezcla de sales necesarios para hacer entre 50 y 1 000 galones³ de agua de mar artificial apta para langostas, ostras autóctonas, ostras portuguesas y chirlas mercenarias respectivamente. En el momento de redacción de este folleto, todavía no resulta económico producir agua de mar artificial

³ Todos los volúmenes de agua se expresan en galones imperiales (1 galón imperial = 4,546 litros).

para la depuración de mejillones, aunque no existe motivo práctico por el que no deba hacerse.

El coste de elaborar agua de mar artificial puede variar mucho en función del proveedor, la zona de compra, y las cantidades de cada tipo de sal que se compren. Los calibres comerciales o agrícolas, obtenidos a través de industrias químicas, son apropiados y normalmente mucho más baratos que las sales de calidad BP (*British Pharmacopeia*) o de calidad del reactivo analítico, que son innecesarias y demasiado caras. Por lo tanto merece la pena consultar a varios proveedores antes de comprar. Normalmente se consideran más baratos los lotes de un quintal⁴ que lotes más pequeños. Las sales menores se pueden obtener en cantidades de menos de un quintal, pero a precios considerablemente superiores. Si se compran sales en grandes cantidades y se almacenan antes de su utilización, se deben utilizar contenedores herméticos fabricados de plástico o metal para prevenir la absorción de agua; se pueden mezclar las sales y almacenarlas para cuando se necesiten.

A continuación se indican los costes de elaboración de agua de mar artificial con sales compradas en la zona de Londres, basados en el presupuesto más alto y el más bajo.

Agua con la salinidad recomendada	Coste por 100 galones a precios de 1966
Almacenamiento de langostas	6s. 9d.–23s. 6d.
Depuración de:	
– Ostras comunes	6s. 1d.–21s. 2d.
– Ostras japonesas y chirlas mercenarias	5s. 0d.–17s. 4d.

En el mercado también hay disponibles mezclas similares de sales, adecuadas para añadir directamente al agua dulce, pero el coste de estas mezclas es casi igual a los costes superiores mostrados anteriormente.

Cuadro 2: Composición y coste de la mezcla artificial de sales

Nombres comunes de sales	Composición química	Rango de costes a precios de 1966 (por cwt)*	Peso de cada sal necesaria para componer los pesos siguientes de mezcla de sales				
			50 lb	100 lb	250 lb	500 lb	1 000 lb
			lb oz	lb oz	lb oz	1b	1b
Cloruro sódico (sal común)	NaCl	12s. 0d.–15s. 0d.	32 14	66 0	165 0	330	660
Sulfato de magnesio (Sal de Epsom)	MgSO ₄ 7H ₂ O	26s. 6d.–39s. 9d.	8 2	1 4	41 0	82	164
Cloruro de magnesio	MgCl ₂ 6H ₂ O	25s. 6d.–46s. 0d.	6 8	13 0	33 0	66	132
Escamas de cloruro de calcio	CaCl ₂ 2H ₂ O	34s. 6d.–80s. 6d.	1 12	3 8	9 0	18	36
Cloruro potásico	KCl	46s. 6d.–87s. 6d.	14	1 12	4 8	9	18

Notas:

- (a) Especifique siempre el nombre y la composición química al hacer el pedido, porque existen varios compuestos con el mismo nombre pero de distinta composición química.
- (b) La sal común debe ser de calidad «pura secada al vacío» o para cocinar. La sal de roca no es satisfactoria.
- (c) Si no se dispone de escamas de cloruro de calcio, se puede utilizar cloruro de calcio hidratado (Ca Cl₂ 6H₂O), pero el peso debe incrementarse en un 50 por ciento, es decir para 50 lb de mezcla de sales se necesita 2 lb 10 oz. No se debe utilizar cloruro de calcio anhidro.

* Cwt: hundredweight o quintal

⁴ «Hundredweight» o quintal: unidad de peso equivalente a 50,85 kg.

Cuadros 3a, b y c: Composición del agua de mar artificial para uso en unidades de almacenamiento de langostas y depuración de moluscos (véase el Cuadro 2 para más detalle)

Nombres comunes de sales	Peso de sales requeridos por los volúmenes siguientes de agua									
	50 gal		100 gal		250 gal		500 gal		1 000 gal	1 litro
	lb	oz	lb	oz	lb	oz	lb	oz	lb	g
(a) Para almacenamiento de langostas										
Cloruro de sodio	11	11½	23	8	58	8	117	0	235	23,51
Sulfato de magnesio	2	14	5	12	14	8	28	8	57	5,77
Cloruro de magnesio	2	4½	4	9	11	8	23	0	46	4,58
Escamas de cloruro de calcio		9½	1	3	3	0	6	0	12	1,20
Cloruro de potasio		4½		9	1	4	3	0	6	0,57
TOTAL	17	12	35	9	88	12	117	8	356	35,63
Estas mezclas darán agua de mar artificial con una salinidad de aproximadamente 30%										
(b) Para depuración de ostras comunes										
Cloruro de sodio	10	9	21	1½	52	8	105	8	211	21,17
Sulfato de magnesio	2	9½	5	3	13	0	26	0	52	5,20
Cloruro de magnesio	2	1	4	1½	10	4	20	8	41	4,12
Escamas de cloruro de calcio		8½	1	1	2	12	5	8	11	1,08
Cloruro de potasio		4		8	1	4	2	8	5	0,52
TOTAL	16	0	31	15	79	12	160	0	320	32,09
Estas mezclas darán agua de mar artificial con una salinidad de aproximadamente 27%										
(c) Para depuración de ostras portuguesas y chirlas mercenarias										
Cloruro de sodio	8	9½	17	3½	43	0	86	0	172	17,25
Sulfato de magnesio	2	1½	4	3½	10	8	21	0	42	4,24
Cloruro de magnesio	1	11	3	5½	8	4	16	8	33	3,36
Escamas de cloruro de calcio		7		14	2	4	4	8	9	0,88
Cloruro de potasio		3½		6½	1	0	2	0	4	0,42
TOTAL	13	0½	26	1	65	0	130	0	260	26,15
Estas mezclas darán agua de mar artificial con una salinidad de aproximadamente 22%										

5. CÓMO PRODUCIR AGUA DE MAR ARTIFICIAL

Debe comprobarse el volumen del tanque realizando mediciones de la longitud, anchura y profundidad media del agua, teniendo en cuenta cualquier irregularidad en la forma interna del tanque y también el agua en los conductos y las tuberías, etc. El volumen en galones puede obtenerse al multiplicar el volumen total en pies cúbicos por 6¼. Cuando se utilizan pequeños tanques prefabricados es importante comprobar su volumen, el de la capacidad nominal, es decir, la facilitada por el fabricante, ya que a menudo es distinto de la capacidad real de funcionamiento. Tampoco se aconseja estimar el volumen de una instalación a partir del tiempo necesario para llenarlo con una bomba cuyo caudal no se conoce con exactitud; la tasa real de bombeo pocas veces coincide con la facilitada por el fabricante, debido al método de instalación y a la reducción general de la eficiencia de las bombas con el paso del tiempo. Después de determinar el volumen de agua – el peso de sales requerido en el tanque equivale a galones de agua para su uso en tanques de almacenamiento de langostas – se puede obtener el peso de las sales al sumar los pesos mostrados en las columnas para 500, 250 y 50 galones en el Cuadro 3(a).

Se pueden pesar las sales en una cantidad apropiada para un solo llenado o para varios llenados, pero en el segundo caso, hay que asegurarse de que las sales menores se distribuyan de manera uniforme en la mezcla. Se puede superar esta dificultad si se mantiene el volumen al mínimo y se mezclan todas las sales excepto la sal común que se añade al tanque al mismo tiempo que la mezcla. La mezcla de sales que no se vaya a utilizar inmediatamente debe almacenarse en contenedores limpios y secos. Antes, durante o después del llenado de los tanques de agua, las sales deben distribuirse entre los

tanques en una capa fina, debajo de la toma o cerca de la salida del sistema de circulación para acelerar la solución. La mayoría de las sales pasará a solución rápidamente pero una pequeña cantidad puede permanecer para formar un precipitado blanco fino que puede costar horas disolver. Cuando la mayor parte de las sales se haya disuelto, debe comprobarse la salinidad con un hidrómetro y si es satisfactoria, se podrán sumergir los moluscos.

El agua que se utiliza para producir agua de mar artificial debe tener una calidad de agua potable. Si hay demasiado cloro, éste pasará a la atmósfera durante la circulación. Si el agua es demasiado ácida, como la que procede de una turbera o de ciertas zonas de montaña, puede ser inadecuada para la depuración de ostras, y en caso de duda se debe pedir el asesoramiento del químico de la empresa local de aguas. El agua de mar artificial para la depuración de ostras debe tener un pH no inferior a 6,5.

6. LA UTILIZACIÓN DE SALES PARA AUMENTAR LA SALINIDAD DEL AGUA DE MAR NATURAL

En estuarios y ensenadas que reciben importantes cantidades de agua dulce, la salinidad puede caer a veces por debajo del mínimo necesario para los moluscos. Cuando se diseña una planta nueva, el tanque debe situarse de tal manera que durante todo el año se pueda tener agua de salinidad alta, y con este fin el emplazamiento propuesto debe examinarse durante todo el año y durante episodios de lluvias, porque las aguas que en verano pueden tener un nivel elevado de salinidad pueden sufrir un descenso de salinidad de hasta 20‰, o menos, si el episodio de lluvias es más prolongado. Siempre que sea posible, se deben hacer mediciones de salinidad sobre muestras tomadas en mareas muertas y vivas desde la misma posición y profundidad que la toma propuesta y se debe hacer un examen visual del emplazamiento sin referirse a las mediciones de salinidad que posteriormente podrían ser decepcionantes, dado que existe la tendencia de subestimar el efecto del agua dulce en las partes inferiores de un estuario.

En las instalaciones en funcionamiento, se puede obtener el agua con la salinidad más alta durante la última hora de pleamar y tiene normalmente una salinidad considerablemente más alta durante el período de mareas vivas que el de muertas. En lugares donde la cuenca de captación está lejos del estuario, el efecto de unas fuertes lluvias puede no apreciarse hasta varios días más tarde; después de un período de lluvias fuertes normalmente transcurre cierto tiempo antes de que la salinidad vuelva a niveles normales. Donde hay salinidades persistentemente bajas, se debe considerar extender la toma de agua a un lugar de estiaje, o incluso a un canal de aguas profundas si éste no está demasiado lejos.

Cuando se amplían los conductos, la tasa de bombeo puede verse considerablemente reducida debido a la fricción del conducto más largo al menos que el conducto tenga el diámetro adecuado. La entrada debe estar situada en el fondo del mar o cerca del fondo para poder aprovechar el agua más salina, y estar tan lejos como sea posible de salidas de plantas de tratamiento de aguas residuales y vertidos industriales. Los vertidos que contienen residuos de plantas de gas suelen ser especialmente problemáticos, porque unas cantidades muy pequeñas de estos efluentes de agua de los tanques de moluscos puede provocar el desarrollo de sabores similares a los de algunos desinfectantes.

Cuando se introduce agua de baja salinidad en una planta, el contenido en sales naturales puede aumentarse con la adición de la mezcla de sales, tal y como se indica en el Cuadro 2. De manera aproximada, el peso de la mezcla de sales necesario para aumentar la salinidad, según el cuadro siguiente, los pesos de sales que deben añadirse por cada unidad de salinidad (1‰) o GE (0,001) que esté por debajo del valor recomendado para el agua.

Para aumentar el contenido de sales en 1 unidad de	Peso de mezcla de sales para añadir a				
	100 galones		1 000 galones		1 metro cúbico
	lb	oz	lb	oz	kg
Salinidad (%)	1	3	12	0	1,19
Gravedad específica (0,001)	1	7	14	8	1,42

Para aumentar la salinidad del agua desde 15‰ a 20‰, debe añadirse $(20-15 = 5) \times 1 \text{ lb } 3 \text{ oz} = 6 \text{ lb}$ de mezcla de sales a cada 100 galones de agua. Si sólo se conoce la gravedad específica, para aumentar el agua desde 1,016 a 1,020, se necesitará $1,020-1,016 = 4$ unidades de GE) $\times 1 \text{ lb } 7 \text{ oz} = 5\frac{3}{4} \text{ lb}$ de sales por cada 100 galones.

El Cuadro 4 incluye más detalles sobre las cantidades necesarias de la mezcla de sales necesaria para elevar la salinidad en distintas condiciones. Cuando se conoce la salinidad del agua en una instalación, se muestran los pesos aproximados de sales necesarias en tanques que guardan langostas y ostras en la misma línea horizontal que donde aparece la salinidad observada es decir, un tanque de langostas, que contiene agua de salinidad 15‰ requiere 14 lb 4 oz de mezcla de sales por cada 100 galones en el tanque. De manera

Cuadro 4: Pesos aproximados de la mezcla de sales necesaria para aumentar la salinidad del agua de mar natural en los tanques de moluscos y crustáceos

Salinidad observada (‰)	Gravedad específica observada a temperatura de			Peso de la mezcla de sales para 100 gal, elaborada según el Cuadro 2		
	Hasta 50°F (10°C)	51-59°F (10,1-15°C)	60°F (15,1°C) y superior	Langostas	Ostra común	Ostra portuguesa y chirla mercenaria
				lb oz	lb oz	lb oz
27	1,023	1,022	1,021	- -	- -	- -
26	1,022	1,021	-	1 3	- -	- -
25	1,021	-	1,020	2 6	1 3	- -
24	1,020	1,020	1,019	3 9	2 6	- -
23	-	1,019	1,018	4 12	3 9	- -
22	1,019	1,018	-	5 15	4 12	- -
21	1,018	1,017	1,017	7 2	5 15	- -
20	1,017	-	1,016	8 5	7 2	1 3
19	1,016	1,016	1,015	9 8	8 5	2 6
18	-	1,015	1,014	10 11	9 8	3 9
17	1,015	1,014	-	11 14	10 11	4 12
16	1,014	-	1,013	13 1	11 14	5 15
15	1,013	1,013	1,012	14 4	13 1	7 2
14	1,012	1,012	1,011	15 7	14 4	8 5
13	-	1,011	-	16 10	15 7	9 8
12	1,011	-	1,010	17 13	16 10	10 11
11	1,010	1,010	1,009	19 0	17 13	11 14
10	1,009	1,009	1,008	20 3	19 0	13 1
9	1,008	1,008	-	21 6	20 3	14 4
8	-	1,007	1,007	22 9	21 6	15 7
7	1,007	-	1,006	23 12	22 9	16 10
6	1,006	1,006	1,005	24 15	23 12	17 13
5	1,005	1,005	1,004	26 2	24 15	19 0
4	-	1,004	-	27 5	26 2	20 3
3	1,004	-	1,003	28 8	27 5	21 6
2	1,003	1,003	1,002	29 11	28 8	22 9
1	1,002	1,002	1,001	30 14	29 11	23 12
0	-	-	-	32 1	30 14	24 15

Cuando no se conoce la temperatura del agua, utilice la columna que indica GE en el rango más bajo de temperaturas.

alternativa, si se conoce la gravedad específica y la temperatura, primero se debe hallar la gravedad específica observada en la columna apropiada de temperatura y luego el peso de sales necesario para 100 galones se indica en la misma línea horizontal. Por ejemplo, para las ostras comunes, para agua de GE 1,018 a 45 °F se necesitan 5 lb 5 oz por cada 100 galones para subirla hasta la GE deseada de 1,022. Si no se conoce la temperatura del agua, la gravedad específica observada se encuentra en la segunda columna con el epígrafe «hasta 50°F» y se debe leer el peso de las sales según ese valor, en el epígrafe apropiado.

Cuando el agua en las unidades de almacenamiento de langostas está justo por debajo de la salinidad necesaria, es posible aumentar la salinidad añadiendo sólo sal común (cloruro de sodio). Es esencial que el balance de sales no se altere demasiado y se recomienda limitar el uso de sal común solo en casos de aguas con una gravedad específica igual o superior a 1,019; para aguas de salinidad más baja, se debe añadir la mezcla completa de sales. La salinidad del agua para plantas de depuración de ostras debe aumentarse añadiendo la mezcla completa de sales tal y como se muestra en el Cuadro 2, porque es esencial que las ostras no solo permanezcan vivas, sino que sigan funcionando de manera activa, para que puedan depurarse.

7. LA PLANIFICACIÓN DE NUEVAS INSTALACIONES O LA AMPLIACIÓN DE PLANTAS EXISTENTES

En instalaciones que contienen moluscos, la disponibilidad de agua de una salinidad apropiada en todo momento es de suma importancia. Hay que tener cuidado a la hora de seleccionar el emplazamiento porque se pueden evitar costes muy elevados en el futuro, sobre todo cuando se trata de tanques con grandes volúmenes de agua. Con este fin, se pueden acelerar los estudios de salinidad si se utilizan equipos más avanzados que los descritos aquí.

El personal de los laboratorios de pesca de Conway (Norte de Gales, Reino Unido) y Burnham-on-Crouch (Essex, Reino Unido) está abierto a consultas sobre problemas relacionados con la salinidad o con el diseño y construcción de instalaciones donde se almacenan o depuran moluscos.

Para los que necesitan asesoramiento sobre cómo almacenar langostas o depurar ostras o mejillones las publicaciones siguientes puede ser de utilidad:

- Fisheries Laboratory, Burnham-on-Crouch «The purification of oysters in installations using ultra-violet light», Laboratory Leaflet No. 27. Fisheries Laboratory, Burnham-on-Crouch, Essex.
- McLeese, D.W. y Wilder, D.G. «Lobster storage and shipment». The Queen's Printer, Ottawa, Canada. Price \$1.75. (Esta publicación trata del almacenamiento de langosta en Canadá).
- Reynolds, N. «A simplified system of mussel purification». HMSO, London. Precio 5s. 0d.
- Thomas, H.J. «Refrigerated storage of lobsters». Scottish Fisheries Bulletin, No. 17, pp. 16-20. HMSO, Edinburgh.
- Thomas, H.J. «Handling lobsters and crabs». Department of Agriculture and Fisheries for Scotland, Marine Laboratory, Aberdeen.
- Thomas, H.J. «Lobster storage». HMSO, Edinburgh. Precio 1s. 6d.
- Wood, P.C. «The principles of water sterilization by ultra-violet light and their application in the purification of oysters». HMSO, London, precio GBP 1.

RESUMEN DE PUNTOS IMPORTANTES

1. Contenido mínimo de sales en el agua de mar

Moluscos	Salinidad mínima ‰	GE mínima (guía aproximada)
Langosta	27,0	1,023
Ostra común	25,5	1,022
– Ostra portuguesa	20,5	1,018
– Chirla mercenaria	20,0	1,017
Mejillón	19,0	1,016

2. Agua de mar artificial

Elaboración de agua de mar artificial (composición como en el Cuadro 2)				
Molusco o crustáceo	Peso de la mezcla de sales para			Detalles
	100 gal		1 000 gal	
	lb	oz	lb	
Langosta	35	9	356	Cuadro 3 (a)
Ostra común	31	15	320	Cuadro 3 (b)
Ostra portuguesa y chirla mercenaria	26	1	260	Cuadro 3 (c)

Aumento de la salinidad de agua de mar natural				
	Peso de la mezcla de sal para			Detalles
	100 gal			
	lb	oz		
Por cada unidad de salinidad ‰ que se exige	1	3		Página 12 ⁵
Por cada unidad de GE (0,001) que se exige	1	7		Página 12 ⁵

3. Utilización de sal común en lugar de una mezcla completa de sales

Añadir al agua en los tanques de almacenamiento de langostas cuando la GE es 1,019 o superior. No apto para su utilización en tanques de depuración de moluscos.

⁵ Véanse las páginas 135–136 de este documento.

Apéndice 7

ENUMERACIÓN DE *ESCHERICHIA COLI* EN MOLUSCOS BIVALVOS

Centre for Environment, Fisheries & Aquaculture Science (Cefas) – Reino Unido.

Laboratorio de referencia de la Comunidad Europea para el control de los contaminantes bacteriológicos y virales de moluscos bivalvos.

PROCEDIMIENTO OPERATIVO GENÉRICO ESTÁNDAR

Publicado por el director técnico, Microbiological Food Safety

Nota de los autores: Este procedimiento operativo genérico estándar se basa en la ISO TS 16649-3: *Microbiología de los alimentos para consumo humano y de los animales – Método horizontal para la enumeración de Escherichia coli positiva a beta-glucuronidasa – Parte 3: La técnica del número más probable empleando 5-bromo-4-cloro-3-indolyl-beta-D-glucurónido.*

La especificación técnica se da en los Reglamentos de la UE como método de referencia para la enumeración de *E. coli* en moluscos bivalvos vivos y debe ser usada por los laboratorios que necesiten asegurar que cumplen totalmente el método para el análisis de acuerdo a lo que marca la legislación.

El Procedimiento Operativo Genérico Estándar se incluye sólo a modo informativo.

ÍNDICE

Historia del procedimiento	144
1.0 Introducción	144
2.0 Ámbito	144
3.0 Principios	145
4.0 Precauciones de seguridad	145
5.0 Equipos	145
6.0 Medios y reactivos	145
7.0 Material microbiológico de referencia	146
8.0 Procedimiento	146
9.0 Incertidumbre de los resultados de las pruebas	149
10.0 Referencias	149
11.0 Apéndices	150

A pesar de que se han tomado todo tipo de precauciones en la preparación de este documento, Cefas no se puede responsabilizar de la exactitud de cualquiera de las declaraciones o representaciones realizadas ni de las consecuencias derivadas del uso o alteración de cualquier información que contenga. Este procedimiento está pensado solamente como recurso general para profesionales de este ámbito que trabajen dentro de la Unión Europea y si fuera necesario debiera buscarse el asesoramiento de especialistas. En caso de modificar esta publicación, habría que eliminar cualquier referencia al Cefas.

HISTORIA DEL PROCEDIMIENTO

Título del documento de control: ENUMERACIÓN DE *ESCHERICHIA COLI* EN MOLUSCOS BIVALVOS

Referencia del documento de control: SOP 1175

Número de publicación	Fecha de publicación	Secciones incluidas
1	22.03.01	Todas
2	03.04.01	Todas
3	02.05.01	Todas
4	15.05.03	Todas
5	05.02.07	Todas
6	16.11.07	Todas
7	04.04.08	Cuadro 2

1.0 INTRODUCCIÓN

Las enfermedades infecciosas contraídas en el hombre por el consumo de moluscos bivalvos son reconocidas a nivel internacional. Estos riesgos para la salud se deben en gran parte al fenómeno de filtración por el que los moluscos bivalvos al alimentarse concentran y guardan patógenos bacterianos y víricos a menudo derivados de la contaminación con aguas residuales del entorno donde crecen. Los riesgos de exposición a agentes infecciosos se agravan porque el consumo tradicional de moluscos bivalvos se realiza en crudo, o muy poco cocinados. Históricamente, las bacterias entéricas, como las coliformes fecales, se han empleado como organismos indicadores sustitutos para evaluar la calidad de la carne de moluscos, y, por consiguiente para predecir el riesgo de exposición a virus patógenos entéricos.

En la Unión Europea, los principios que se siguen para establecer criterios microbiológicos para moluscos bivalvos están dispuestos en los Reglamentos (CE) 854/2004 (Anón. 2004) y (CE) 2073/2005 (Anón. 2005) que estipulan las condiciones para la producción y comercialización de moluscos bivalvos vivos. En el Reino Unido se emplea la *Escherichia coli* como indicador de contaminación fecal de moluscos bivalvos.

2.0 ÁMBITO

El procedimiento se ha establecido con referencia a la ISO TS 16649-3 (Anón. 2005). El límite teórico de detección es el número más probable (NMP) de 20 *E. coli* por 100 g de carne de molusco. En el contexto de esta prueba la *E. coli* produce ácido a partir de la lactosa a $37\pm 1^\circ\text{C}$ y la actividad de β -glucuronidasa se expresa a $44\pm 1^\circ\text{C}$.

Nota: Los cuadros de NMP 5x3 incluidas en este procedimiento proceden de la ISO 7218:2007 «Microbiología de los alimentos para consumo humano y alimentación animal – Requisitos generales y guía para el examen microbiológico».

3.0 PRINCIPIOS

El método empleado para enumerar la *E. coli* en moluscos es el del número más probable (NMP) de dos etapas, cinco tubos y tres diluciones. La primera etapa del método es una etapa de revitalización en la que se inocula un caldo de glutamato modificado con minerales (MMG) con una serie de muestras homogeneizadas de molusco diluidas e incubadas a $37\pm 1^\circ\text{C}$ durante 24 ± 2 horas. La presencia de *E. coli* se confirma posteriormente realizando un subcultivo de tubos productores de ácido en un ágar que contenga 5-bromo-4-cloro-3-indolyl- β -D glucurónido y detectando la actividad de la β -glucuronidasa.

4.0 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

En todo el proceso se deben aplicar las precauciones de seguridad estándar que se siguen en microbiología. En este procedimiento existe el riesgo de que se produzcan cortes y lesiones físicas menores, especialmente cuando se emplean cuchillos afilados para abrir los moluscos bivalvos. Deben adoptarse las medidas adecuadas para reducir tales riesgos. La homogenización de los moluscos debería llevarse a cabo en una cabina de flujo laminar para reducir el riesgo de infecciones por inhalación de aerosol. La *E. coli* también debería manipularse siguiendo las indicaciones de ACDP de categoría 2.

5.0 EQUIPO

- Batidora y botes
- Homogeneizador
- Bolsas para el homogeneizador
- Cabina de flujo laminar (Clase II)
- Refrigerador a $3\pm 2^{\circ}\text{C}$
- Vasos estériles
- Cuchillo para ostras
- Sistema eléctrico/de seguridad Bunsen
- Guantes de látex
- Guantes de seguridad
- Incubadora a $37\pm 1^{\circ}\text{C}$
- Incubadora a $44\pm 1^{\circ}\text{C}$
- Espirales - estériles, 1µl y 10µl
- Pipeta - automática o manual para su uso con puntas de 1 ml y 10 ml

6.0 MEDIOS Y REACTIVOS

- Etanol
- 0,1% de agua peptonada; fórmula por litro: $1\pm 0,01$ litro de agua desionizada, más $1,0\pm 0,1$ g de peptona bacteriológica (Oxoid LP37)
- Caldo de glutamato modificado con minerales (MMGx1, MMGx2); Concentración normal: $1\pm 0,01$ litro de agua desionizada, $2,5\pm 0,1$ g de cloruro de amonio (Merck), $6,4\pm 0,1$ g de glutamato sódico (Oxoid L124), $11,4\pm 0,1$ g de base de medio modificado con minerales (Oxoid CM607). Concentración doble: $1\pm 0,01$ litro de agua desionizada, $5,0\pm 0,1$ g de cloruro de amonio (Merck), $12,8\pm 0,1$ g de glutamato de sodio (Oxoid L124), $22,8\pm 0,1$ g de base de medio modificada con minerales (Oxoid CM607), pH $6,7\pm 0,1$
- Agar triptona bilis glucurónico (TBG); fórmula por litro: $1\pm 0,01$ litro de agua desionizada, $36,5\pm 0,5$ g de Agar triptona bilis glucurónico (Lab M), pH $7,2\pm 0,2$

7.0 MATERIAL MICROBIOLÓGICO DE REFERENCIA

7.1 Resultados con el caldo de MMG

Escherichia coli ATCC 25922 o ATCC 8739 - producción de ácido
Enterococcus faecalis ATCC 29212 o ATCC 19433 - sin crecimiento

7.1 Resultados del agar TBG

Escherichia coli ATCC25922 o 8739 – β-glucuronidasa positivo
Escherichia coli NCTC 13216 – β-glucuronidasa positivo (débil)
Enterococcus faecalis ATCC 29212 o ATCC 19433 – sin crecimiento

8.0 PROCEDIMIENTO

8.1 Recepción de muestras

Las muestras se deben recibir en una bolsa de plástico intacta y apta para alimentos y envasadas de manera adecuada en una caja refrigerada con bolsas de hielo envasadas de esta manera deberían alcanzar una temperatura inferior a 8°C antes de 4 horas y luego mantener estas condiciones durante al menos 24 horas. Estas muestras no deberían estar congeladas. Las muestras procedentes de zonas de recolección deberían aclararse, pero no sumergirlas, y escurrirse en el momento del muestreo. Si al llegar al laboratorio el contenedor de muestras está goteando, o los moluscos están cubiertos de barro o sumergidos en agua, barro o arena, estas muestras deben considerarse como insatisfactorias.

8.2 Almacenamiento de las muestras

En el momento de la recepción de las muestras en el laboratorio debería registrarse la temperatura de las mismas. Es preferible examinar las muestras inmediatamente, pero si fuera necesario almacenarlas en el laboratorio debería hacerse a $3\pm 2^\circ\text{C}$ y sin dejar transcurrir más de 24 horas desde la recogida de las muestras y el comienzo de las pruebas. Sin embargo, se podría ampliar a 48 horas cuando el mantenimiento de la temperatura requerida esté validado formalmente para el período completo de 48 horas en condiciones normales de muestreo y transporte. Las muestras destinadas al análisis de *E. coli* no deben congelarse.

8.3 Selección de las muestras

Hay que elegir moluscos que estén vivos siguiendo los puntos que a continuación se detallan:

- Cuando haya tejidos expuestos y reaccionen al tocarse con un cuchillo de ostras estéril, mostrando cualquier tipo de movimiento.
- Cuando se abran los moluscos y luego se cierren solos.
- Cuando al dar un golpecito en la concha se provoque un movimiento o cierre.
- Cuando los moluscos estén totalmente cerrados.

Hay que descartar todos los moluscos muertos y aquellos que muestren signos obvios de daño. Seleccione el número apropiado de moluscos según la especie (Apéndice 1). Se pueden utilizar más moluscos, si fuera necesario, para disponer del volumen requerido para cada análisis.

8.4 Preparación de las muestras

Deberán quitarse los restos de barro o sedimentos adheridos a los moluscos antes de abrirlos, lavando y restregando con agua de grifo potable fría. No hay que volver a sumergir los moluscos en agua ya que se podrían abrir. Hay que abrir los moluscos seleccionados tal y como se describe más adelante con la ayuda de un cuchillo de ostras esterilizado al fuego y poner la carne y el líquido en un vaso. Para esterilizar con fuego el cuchillo de ostras, hay que colocarlo en un vaso de etanol y esterilizarlo empleando un mechero eléctrico Bunsen. Dejar que se enfríe el cuchillo antes de utilizarlo. Cuando se abran los moluscos hay que asegurarse de proteger bien la mano que manipula el cuchillo con un guante de seguridad resistente para evitar cortes.

8.4.1. Ostras y almejas

Inserte el cuchillo entre las dos conchas hacia donde se encuentra la charnela. Introduzca un poco más el cuchillo entre las valvas y abra la concha superior, permitiendo que el líquido caiga en el vaso. Introduzca la hoja del cuchillo hasta cortar la fijación del músculo deslizándose por el animal. Retire la concha superior y raspe los contenidos de la concha inferior para que caigan al vaso.

8.4.2. Mejillones y berberechos

Inserte el cuchillo entre las valvas del animal y separe las conchas haciendo un movimiento giratorio con el cuchillo. Recoja el líquido del animal en el vaso y luego corte el músculo entre las conchas y raspe el contenido hasta que caiga al vaso.

8.5 Dilución y homogenización

Pese el vaso y calcule el peso de los contenidos restando el peso del vaso antes de pesarlo hasta el gramo más cercano. Añada 2 ml de agua peptonada 0,1% estéril por 1 g de moluscos utilizando un cilindro de medición y mida hasta ± 2 ml.

Nota: Complete la Sección 8.5.1 o la 8.5.2.

8.5.1. Mezcla

Coloque los contenidos del vaso en una batidora¹ de 1 litro y homogenice a alta velocidad durante 1 minuto aproximadamente (batir 4 veces durante 15 segundos dejando al menos 5 segundos entre cada operación) en una cabina de flujo laminar microbiológico de clase II. Vierta de nuevo el contenido al vaso etiquetado.

8.5.2. Homogenización

Si se emplea un homogenizador peristáltico, la homogenización inicial debería realizarse empleando una proporción del volumen de diluyente calculado, y la muestra homogeneizada resultante habría que añadirla al resto del volumen calculado y mezclarse concienzudamente. Coloque el contenido del vaso en al menos tres bolsas de Stomacher, para evitar que los pequeños trozos de concha puedan agujerear las bolsas. Retire el exceso de aire de la bolsa. Active el Stomacher durante 2 o 3 minutos.

Añada $30 \pm 0,5$ ml de muestra homogeneizada de moluscos mezclado a 70 ± 1 ml de agua peptonada 0,1% usando una pipeta de punta abierta de 10 ml para hacer una dilución maestra 10^{-1} . Agite la botella vigorosamente para conseguir una buena mezcla. Realice más diluciones a 10^{-2} en agua peptonada 0,1% o si se espera encontrar muestras muy contaminadas (Categoría C o superior) realice más diluciones decimales, si fuera necesario.

8.6 Inoculación e incubación del caldo primario

Inocule cinco botellas que contengan un caldo MMG de doble concentración con $10 \pm 0,2$ ml de muestras homogeneizadas diluidas a 10^{-1} (equivalente a 1 g de tejido por tubo). Inocule cinco botellas con caldo MMG de concentración simple con $1 \pm 0,1$ ml de la muestra homogeneizada diluida a 10^{-1} . Inocule cinco botellas de caldo MMG de concentración simple con $1 \pm 0,1$ ml de muestra homogeneizada diluida a 10^{-2} y repita con otras diluciones. Inocule una botella individual universal de caldo MMG de concentración simple para *E. coli* ATCC 25922 o ATCC 8739 y *E. faecalis* ATCC 29212 o 19433 utilizando una pipeta de 10 μ l. Inocule una botella de caldo MMGB de concentración simple sin inoculado. Incube las botellas inoculadas de caldo MMG a $37 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 24 ± 2 horas.

8.7 Confirmación de *E. coli*

Después de la incubación examine el caldo MMG para detectar la presencia de ácido. La producción de ácido se denota por la presencia de cualquier tipo de coloración amarillenta en el medio. Confirme la presencia de *E. coli* en los tubos que muestren la producción de ácido a través de un subcultivo en medios de agar TBG al cabo de 4 horas, buscando obtener colonias simples. Inocule una placa de agar TBG con *E. coli* ATCC 25922 o ATCC 8739, *E. coli* NCTC 13216 y *E. faecalis* ATCC 29212 o ATCC 19433. Incube a $44 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 22 ± 2 horas.

¹ Si los moluscos son especialmente pequeños sería necesario utilizar una batidora más pequeña para conseguir una muestra homogeneizada uniforme.

Después del período de incubación examine el agar TBG para encontrar colonias azul verdosas. Registre los resultados como '+' (positivo) cuando haya colonias de tonalidades azul clara u oscura o azul verdosas, '-' (negativo) cuando haya colonias de cualquier otro color y 'NG' cuando no se observe crecimiento.

8.8 Cálculo del número más probable de *E. coli* y registro de datos

Para calcular el número más probable (NMP), registre el número de placas de agar TBG positivas para cada una de las diluciones. Esto proporcionará un número de combinación de tubo de tres cifras, que se empleará para calcular el NMP. Las combinaciones de tubos de NMP pueden pertenecer a una de cuatro categorías. El 95% de las combinaciones de tubos observadas se encuentra en la categoría 1, y el 4%, 0,9% y 0,1% en las categorías 2, 3 y 0, respectivamente. Tanto la categoría como el resultado de NMP se pueden determinar a partir del cuadro de NMP (véase Apéndice 2) tal y como sigue:

A partir del número de 3 cifras derivado de la combinación de resultados positivos hay que buscar el resultado de NMP utilizando los cuadros de NMP, (véase el Apéndice 2), como se detalla a continuación:

- Para diluciones cero, 10^{-1} y 10^{-2} utilícese el Cuadro 1 de NMP.
- Para diluciones de 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} utilícese el Cuadro 2 de NMP.
- Para diluciones de 10^{-2} , 10^{-3} y 10^{-4} utilícese el Cuadro 3 de NMP.
- Para otras diluciones mayores utilícese el Cuadro 3 de NMP y multiplique el resultado por el número adicional de los factores de dilución.

Cuando se han probado más de tres diluciones para una muestra, seleccione la combinación de tubos tal y como se explica a continuación:

1. Seleccione la combinación de tres diluciones consecutivas que tengan perfil de categoría 1 para obtener el índice de NMP. Si se obtiene más de una combinación con el perfil de categoría 1, utilícese el que tenga el mayor número de tubos positivos.
2. Si no hay disponible ningún perfil de categoría 1, utilícese el que tiene perfil de categoría 2. Si se obtiene más de una combinación con el perfil de categoría 2, utilícese el que tenga el mayor número de tubos positivos.

Adaptado a partir de: ISO 7218:2007

Los resultados deben registrarse como el número más probable por 100 g de molusco. Las muestras negativas deben registrarse como NMP <20/100 g. Si no se da la combinación de tubos de NMP en el cuadro pertinente, el resultado debe introducirse como 'Vacío'.

Nota: El cuadro de NMP de 3 diluciones y 5 tubos que se menciona en la ISO 7218:2007 incluye todas las combinaciones de categoría 1 y de categoría 2, y algunas combinaciones (pero no todas) de categoría 3. Se incluye una nota en la norma que establece que: «Antes de comenzar las pruebas, debe decidirse qué categorías se aceptan, es decir, sólo la 1, la 1 y la 2 o incluso la 1, la 2 y la 3. Cuando la decisión que se vaya a adoptar según los resultados sea de gran importancia, sólo podrán aceptarse resultados de la categoría 1, o como mucho de la 1 y la 2. Los resultados de la categoría 0 tienen que considerarse con mucho recelo». Teniendo en cuenta que los laboratorios oficiales de control se referirán al Procedimiento Operativo Estandar (POE) genérico del Laboratorio Nacional de Referencia, a todas las combinaciones de categorías se han omitido en la versión de los cuadros que se presenta aquí.

9.0 INCERTIDUMBRE DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS

La incertidumbre inherente a cualquier método, p. ej. instrumentos, medios, rendimiento de los analistas, etc. se puede evaluar a través de la repetibilidad y reproducibilidad de los resultados de la prueba. Éstos deben controlarse a través de pruebas de control analizadas junto con pruebas de muestras, realizando análisis de comparabilidad internos entre analistas y a través de un ejercicio de ínter comparación externo, que resaltaría cualquier incertidumbre en los métodos de prueba.

10.0 REFERENCIAS

Anón. 1999. ISO 6887-1:1999. Microbiology of food and animal feeding stuffs – Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination – Part 1: General rules for the preparation of the initial suspension and decimal dilutions.

Anón. 2004. Reglamento (CE) no 854/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, por el que se establecen normas específicas para la organización de controles oficiales de los productos de origen animal destinados al consumo humano

Anón. 2004. ISO/TS 16649-3:2004. 'Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of β -glucuronidase-positive *Escherichia coli* Part 3: Most probable number technique using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl- β -Dglucuronide'.

Anón. 2005. Reglamento (CE) no 2073/2005 de la Comisión de 15 de noviembre de 2005 relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios

Anón. 2007. ISO 7218:2007, Microbiology of food and animal feeding stuffs – General requirements and guidance for microbiological examinations.

11.0 APÉNDICES

11.1 Apéndice 1: Tamaño de la submuestra de moluscos bivalvos necesario para el análisis de *E. coli*

Se recomienda el uso de los siguientes tamaños de submuestra para incluir en el paso de homogeneización:

Vieira (<i>Pecten maximus</i>)	10–12
Mejillón bastardo (<i>Modiolus modiolus</i>)	10–12
Almeja babosa (<i>Mya arenaria</i>)	10–12
Navaja (<i>Ensis</i> spp.)	10–12
Ostra (<i>Crassostrea gigas</i> y <i>Ostrea edulis</i>)	12–18
Chirla mercenaria (<i>Mercenaria mercenaria</i>)	12–18
Volandeira (<i>Aequipecten opercularis</i>)	15–30
Mejillón (<i>Mytilus</i> spp.)	15–30
Almeja japonesa (<i>Tapes philippinarum</i>)	18–35
Almeja fina (<i>Tapes decussatus</i>)	18–35
Berberecho (<i>Cardium edule</i>)	30–50
Almeja blanca (<i>Spisula solida</i>)	30–50

El peso de la vianda de los moluscos bivalvos y el líquido debe ser de al menos 50 g para el método de la *E. coli*. Para las especies que no aparecen en el cuadro, debería abrirse el suficiente número de unidades para alcanzar este peso mínimo de vianda y líquido, con la condición de usar un mínimo de 10 animales para especies muy grandes como *Mya*. En general, cuantos más moluscos se incluyan en la muestra homogeneizada inicial, menos influido se verá el resultado final por la variación inherente en la concentración de *E. coli* entre animales.

11.2 Apéndice 2: Cuadros de números más probables (NMP) de *E. coli*

11.2.1 Cuadro 1: Número más probable de organismos: cuadro para métodos con múltiples tubos usando 5 × 1 g, 5 × 0,1 g, 5 × 0,01 g.

1g	0,1g	0,01g	NMP/100g	100g Categoría
0	0	0	<20	–
0	1	0	20	2
1	0	0	20	1
1	0	1	40	2
1	1	0	40	1
2	0	0	50	1
2	0	1	70	2
2	1	0	70	1
2	1	1	90	2
2	2	0	90	1
3	0	0	80	1
3	0	1	110	1
3	1	0	110	1
3	1	1	140	2
3	2	0	140	1
3	2	1	170	2
3	3	0	170	2
4	0	0	130	1
4	0	1	170	1
4	1	0	170	1
4	1	1	210	1
4	2	0	220	1
5	0	0	230	1
4	2	1	260	2
4	3	0	270	1
4	3	1	330	2
4	4	0	340	2
5	0	1	310	1
5	1	0	330	1
5	1	1	460	1
5	1	2	630	2
5	2	0	490	1
5	2	1	700	1
5	2	2	940	2
5	3	0	790	1
5	3	1	1 100	1
5	3	2	1 400	1
5	4	0	1 300	1
5	4	1	1 700	1
5	4	2	2 200	1
5	4	3	2 800	2
5	4	4	3 500	2
5	5	0	2 400	1
5	5	1	3 500	1
5	5	2	5 400	1
5	5	3	9 200	1
5	5	4	16 000	1
5	5	5	>18 000	–

11.2 Cuadros de números más probables (NMP) de *E. coli*

11.2.2 Cuadro 2: Número más probable de organismos: cuadro para métodos con múltiples tubos usando 5 × 0,1 g, 5 × 0,01 g, 5 × 0,001 g.

0,1g	0,01g	0,001g	NMP/100g	Categoría
0	0	0	<200	–
0	1	0	200	2
1	0	0	200	1
1	0	1	400	2
1	1	0	400	1
2	0	0	500	1
2	0	1	700	2
2	1	0	700	1
2	1	1	900	2
2	2	0	900	1
3	0	0	800	1
3	0	1	1 100	1
3	1	0	1 100	1
3	1	1	1 400	2
3	2	0	1 400	1
3	2	1	1 700	2
3	3	0	1 700	2
4	0	0	1 300	1
4	0	1	1 700	1
4	1	0	1 700	1
4	1	1	2 100	1
4	2	0	2 200	1
5	0	0	2 300	1
4	2	1	2 600	2
4	3	0	2 700	1
4	3	1	3 300	2
4	4	0	3 400	2
5	0	1	3 100	1
5	1	0	3 300	1
5	1	1	4 600	1
5	1	2	6 300	2
5	2	0	4 900	1
5	2	1	7 000	1
5	2	2	9 400	2
5	3	0	7 900	1
5	3	1	11 000	1
5	3	2	14 000	1
5	4	0	13 000	1
5	4	1	17 000	1
5	4	2	22 000	1
5	4	3	28 000	2
5	4	4	35 000	2
5	5	0	24 000	1
5	5	1	35 000	1
5	5	2	54 000	1
5	5	3	92 000	1
5	5	4	160 000	1
5	5	5	>180 000	–

11.2 Cuadros de números más probables (NMP) de *E. coli*

11.2.3 Cuadro 3: Número más probable de organismos: cuadro para métodos de múltiples tubos usando 5 × 0,01 g, 5 × 0,001 g, 5 × 0,0001 g.

0,01g	0,001g	0,0001g	NMP/100g	Categoría
0	0	0	<2 000	–
0	1	0	2 000	2
1	0	0	2 000	1
1	0	1	4 000	2
1	1	0	4 000	1
2	0	0	5 000	1
2	0	1	7 000	2
2	1	0	7 000	1
2	1	1	9 000	2
2	2	0	9 000	1
3	0	0	8 000	1
3	0	1	11 000	1
3	1	0	11 000	1
3	1	1	14 000	2
3	2	0	14 000	1
3	2	1	17 000	2
3	3	0	17 000	2
4	0	0	13 000	1
4	0	1	17 000	1
4	1	0	17 000	1
4	1	1	21 000	1
4	2	0	22 000	1
5	0	0	23 000	1
4	2	1	26 000	2
4	3	0	27 000	1
4	3	1	33 000	2
4	4	0	34 000	2
5	0	1	31 000	1
5	1	0	33 000	1
5	1	1	46 000	1
5	1	2	63 000	2
5	2	0	49 000	1
5	2	1	70 000	1
5	2	2	94 000	2
5	3	0	79 000	1
5	3	1	110 000	1
5	3	2	140 000	1
5	4	0	130 000	1
5	4	1	170 000	1
5	4	2	220 000	1
5	4	3	280 000	2
5	4	4	350 000	2
5	5	0	240 000	1
5	5	1	350 000	1
5	5	2	540 000	1
5	5	3	920 000	1
5	5	4	1 600 000	1
5	5	5	>1 800 000	–

La producción y consumo mundial de moluscos bivalvos ha aumentado de manera significativa durante los últimos años, pasando de un total de acuicultura y captura de aproximadamente 10,7 millones de toneladas en 1999 a 14 millones de toneladas en 2006. Asimismo, el desarrollo del transporte aéreo y marítimo y de las técnicas de conservación ha permitido a los consumidores, en las diferentes partes del mundo, disfrutar del consumo de moluscos bivalvos producidos en aguas remotas. Tales avances en la distribución y en el comercio han supuesto a su vez nuevos retos para la protección de los consumidores, particularmente en lo que se refiere a la inocuidad de los bivalvos relacionada con la ausencia de microorganismos patógenos. Varias especies de moluscos bivalvos se consumen preferentemente crudas o vivas (p. ej. ostras), o poco cocinadas (p. ej. mejillones), lo que las convierte en una categoría de alimento de alto riesgo que requiere de medidas de control adecuadas para eliminar o reducir hasta niveles aceptables los riesgos biológicos, químicos y físicos. Este documento pretende ofrecer una introducción básica a los problemas de salud pública que podrían asociarse al consumo de moluscos bivalvos y se ha preparado con el objeto de orientar a la industria de los moluscos bivalvos sobre la construcción, funcionamiento y seguimiento de los sistemas y procesos de depuración. Se dirige principalmente a empresas nuevas o con poca experiencia, así como a responsables de pesca y salud pública que trabajan con la industria de moluscos bivalvos. Es especialmente importante para aquellos países en desarrollo donde la industria de los moluscos bivalvos se está expandiendo rápidamente con el objeto de ganar cuotas mayores del mercado internacional de moluscos bivalvos.

