

**PROY-NOM-127-SSA1-1994**

**PROYECTO DE MODIFICACION A LA NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-127-SSA1-1994  
, SALUD AMBIENTAL. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO. LIMITES PERMISIBLES DE  
CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACION.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Salud.

GUSTAVO OLAIZ FERNANDEZ, Director General de Salud Ambiental, con fundamento en los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 13, apartado A, fracción I, 118, fracciones II y VII, 119 fracciones II y IV de la Ley General de Salud; 46, fracción II, 47 y 51 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28, 30, 33, primer párrafo, 60, fracción II, y 61 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 22, fracciones III, IV y VI, del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud, me permito ordenar la publicación en el **Diario Oficial de la Federación** del Proyecto de modificación a la Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-127-SSA1-1994, Salud Ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

El presente Proyecto de Modificación a la Norma Oficial Mexicana se publica a efecto de que los interesados, dentro de los siguientes 60 días naturales contados a partir de la fecha de su publicación, presenten sus comentarios ante el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, sito en Lieja número 7, 1er. piso, colonia Juárez, código postal 06696, México, D.F., teléfono y fax 55.53.73.74.

Durante el plazo mencionado, los análisis que sirvieron de base para la elaboración del proyecto de modificación a la norma estarán a disposición del público para su consulta en el domicilio del Comité.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 16 de noviembre de 1999.- El Director General de Salud Ambiental, **Gustavo Olaiz Fernández**.- Rúbrica.

**PREFACIO**

En la elaboración de esta Norma Oficial Mexicana participaron las siguientes organizaciones e instituciones:

SECRETARIA DE SALUD Dirección General de Salud Ambiental Laboratorio Nacional de Salud Pública Dirección General de Epidemiología Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios

GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH)

SISTEMA INTERMUNICIPAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA ZONA METROPOLITANA (SIAPA) DE GUADALAJARA

SEMARNAP Comisión Nacional del Agua: Gerencia de Ingeniería Básica y Normas Técnicas, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) Instituto Nacional de Ecología

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD Gerencia de Protección Ambiental

INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICION Departamento de Medicina Nuclear y Tiroides

COMISION NACIONAL DEL AGUA

Gerencia de Agua Limpia Subgerencia de Ingeniería Sanitaria Ambiental Gerencia de Ingeniería Básica y Normas Técnicas

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL Centro de Investigaciones Avanzadas

COMISION DE AGUAS DEL ESTADO DE MEXICO

ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD

INSTITUTO NACIONAL DE SALUD PUBLICA

GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO Dirección de Agua y Saneamiento de Toluca

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO Instituto de Geofísica Facultad de Medicina Facultad de Química

SOCIEDAD MEXICANA DE NORMALIZACION Y CERTIFICACION, S.C. Protección Ambiental

PROVIDA INMUNIZADA, S.A. DE C.V.

GRUPO CONCCISA, S.A.

SQM MEXICO, S.A. DE C.V.

AMICA, S.A. DE C.V.

**INDICE**

0. Introducción
1. Objetivo y campo de aplicación
2. Referencias
3. Definiciones
4. Límites permisibles de calidad del agua
5. Tratamientos para la potabilización del agua
6. Métodos de prueba

7. Concordancia con normas internacionales y mexicanas
8. Bibliografía
9. Observancia de la Norma

## **0. Introducción**

El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, para lo cual se requiere establecer límites permisibles en cuanto a sus características microbiológicas, físicas, organolépticas, químicas y radiactivas, con el fin de asegurar y preservar la calidad del agua en los sistemas, hasta la entrega al consumidor.

Por tales razones la Secretaría de Salud, propone la modificación a la presente Norma Oficial Mexicana, con la finalidad de establecer un eficaz control sanitario del agua que se somete a tratamientos de potabilización a efecto de hacerla apta para uso y consumo humano, acorde a las necesidades actuales.

### **1. Objetivo y campo de aplicación**

**1.1** Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano.

**1.2** Esta Norma Oficial Mexicana es aplicable a todos los sistemas de abastecimiento públicos y privados y a cualquier persona física o moral que la distribuya, en todo el territorio nacional.

### **2. Referencias**

- |                              |   |
|------------------------------|---|
| <b>2.1</b> NOM-008-SCF1-1993 | Sistema General de Unidades de Medida.  |
| <b>2.2</b> NOM-012-SSA1-1993 | Requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano públicos y privados.   |
| <b>2.3</b> NOM-013-SSA1-1993 | Requisitos sanitarios que debe cumplir la cisterna de un vehículo para el transporte y distribución de agua para uso y consumo.   |
| <b>2.4</b> NOM-014-SSA1-1993 | Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano, en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados.  |
| <b>2.5</b> NOM-112-SSA1-1994 | Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable.   |
| <b>2.6</b> NOM-117-SSA1-1994 | Bienes y servicios. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, fierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica. |

### **3. Definiciones**

Para los efectos de esta Norma Oficial Mexicana se entiende por:

- 3.1** Ablandamiento, al proceso de remoción de los iones calcio y magnesio, principales causantes de la dureza del agua.
- 3.2** Adsorción, a la remoción de iones y moléculas de una solución que presentan afinidad a un medio sólido adecuado, de forma tal que son separadas de la solución.
- 3.3** Agua para uso y consumo humano, al agua que no contiene contaminantes objetables, ya sean químicos o agentes infecciosos y que no causa efectos nocivos para la salud. También se denomina como agua potable.
- 3.4** Características microbiológicas, a las debidas a microorganismos nocivos a la salud humana. Para efectos de control sanitario se determina el contenido de indicadores generales de contaminación microbiológica, específicamente organismos coliformes totales y *Escherichia coli* o coliformes fecales.
- 3.5** Características físicas y organolépticas, a las que se detectan sensorialmente. Para efectos de evaluación, el sabor y olor se ponderan por medio de los sentidos y el color y la turbiedad se determinan por medio de métodos analíticos de laboratorio.
- 3.6** Características químicas, a las debidas a elementos o compuestos químicos, que como resultado de investigación científica se ha comprobado que pueden causar efectos nocivos a la salud humana.
- 3.7** Características radiactivas, aquellas resultantes de la presencia de elementos radiactivos.
- 3.8** Coagulación química, a la adición de compuestos químicos al agua, para alterar el estado físico de los sólidos disueltos, coloidales o suspendidos, a fin de facilitar su remoción por precipitación o filtración.
- 3.9** Contingencia, a la situación de cambio imprevisto en las características del agua por contaminación externa, que ponga en riesgo la salud humana.
- 3.10** Desinfección, a la destrucción de organismos patógenos por medio de la aplicación de productos químicos o procesos físicos.
- 3.11** Evaporación, a la separación del agua de los sólidos disueltos, utilizando calor como agente de separación, condensando finalmente el agua para su aprovechamiento.
- 3.12** Filtración, a la remoción de partículas suspendidas en el agua, haciéndola fluir a través de un medio filtrante de porosidad adecuada.

**3.13** Floculación, a la aglomeración de partículas desestabilizadas en el proceso de coagulación química, a través de medios mecánicos o hidráulicos.

**3.14** Intercambio iónico, al proceso de remoción de aniones o cationes específicos disueltos en el agua, a través de su reemplazo por aniones o cationes provenientes de un medio de intercambio, natural o sintético, con el que se pone en contacto.

**3.15** Límite permisible, a la concentración o contenido máximo o intervalo de valores de un componente, que no causará efectos nocivos a la salud del consumidor.

**3.16** Neutralización, a la adición de sustancias básicas o ácidas al agua para obtener un pH neutro.

**3.16.1** Estabilización, a la obtención de determinada concentración de sales y pH del agua, para evitar la incrustación o corrosión de los materiales con que se fabrican los elementos que la conducen o contienen.

**3.17** Osmosis inversa, al proceso esencialmente físico para remoción de iones y moléculas disueltos en el agua, en el cual por medio de altas presiones se fuerza el paso de ella a través de una membrana semipermeable de porosidad específica, reteniéndose en dicha membrana los iones y moléculas de mayor tamaño.

**3.18** Oxidación, a la pérdida de electrones de un elemento, ion o compuesto por la acción del oxígeno u otro agente oxidante.

**3.19** Potabilización, al conjunto de operaciones y procesos, físicos y/o químicos que se aplican al agua en los sistemas de abastecimiento públicos o privados, a fin de hacerla apta para uso y consumo humano.

**3.20** Sedimentación, al proceso físico que consiste en la separación de las partículas suspendidas en el agua, por efecto gravitacional.

**3.21** Sistema de abastecimiento de agua, al conjunto de elementos integrados por las obras hidráulicas de captación, conducción, potabilización, desinfección, almacenamiento o regulación y distribución.

**4. Límites permisibles de calidad del agua**

**4.1** Límites permisibles de características microbiológicas.

**4.1.1** El contenido de organismos resultante del examen de una muestra simple de agua, debe ajustarse a lo establecido en la Tabla 1.

**TABLA 1**

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Organismos coliformes totales	ausencia o no detectables
E. coli o coliformes fecales u organismos termotolerantes	ausencia o no detectables

**4.1.2** Bajo situaciones de emergencia, las autoridades competentes podrán establecer los agentes biológicos nocivos a la salud que se deban investigar.

**4.1.3** Las unidades de medida deberán reportarse de acuerdo con la metodología empleada.

**4.1.4** El agua abastecida por el sistema de distribución no debe contener E.coli o coliformes fecales u organismos termotolerantes en ninguna muestra de 100 ml. Los organismos coliformes totales no deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml; en sistemas de abastecimiento de localidades con una población mayor de 50 000 habitantes, estos organismos, deberán estar ausentes en el 95% de las muestras tomadas durante cualquier periodo de doce meses.

**4.2** Límites permisibles de características físicas y organolépticas.

**4.2.1** Las características físicas y organolépticas deberán ajustarse a lo establecido en la Tabla 2.

**TABLA 2**

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Color	20 unidades de color verdadero en la escala de platino-cobalto.
Olor y sabor	Agradable (se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultado de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico).
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método.

**4.3** Límites permisibles de características químicas.

**4.3.1** El contenido de constituyentes químicos deberá ajustarse a lo establecido en la Tabla 3. Los límites se expresan en mg/l, excepto cuando se indique otra unidad.

4.3.2

**TABLA 3**

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Aluminio	0.20
Arsénico	0.025
Bario	0.70
Cadmio	0.005
Cianuros (como CN-)	0.07
Cloro residual libre	0.2-1.50
Cloruros (como Cl-)	250.00
Cobre	2.00
Cromo total	0.05
Dureza total (como CaCO <sub>3</sub> )	500.00
Fenoles o compuestos fenólicos	0.001
Fierro	0.30
Fluoruros (como F-)	1.50
Hidrocarburos aromáticos en microgramos/l:	
Benceno	10.00
Etilbenceno	300.00
Tolueno	700.00
Xileno (tres isómeros)	500.00
Manganeso	0.15
Mercurio	0.001
Nitratos (como N)	10.00
Nitritos (como N)	1.00
Nitrógeno amoniacal (como N)	0.50
pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH	6.5-8.5
Plaguicidas en microgramos/l:	
Aldrín y dieldrín (separados o combinados)	0.03
Clordano (total de isómeros)	0.20
DDT (total de isómeros)	1.00
Gamma-HCH (lindano)	2.00
Hexaclorobenceno	1.00
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0.03
Metoxicloro	20.00
2,4 - D	30.00
Plomo	0.01
Sodio	200.00
Sólidos disueltos totales	1000.00
Sulfatos (como SO <sub>4</sub> =)	400.00
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	0.50
Trihalometanos totales	0.20
Zinc	5.00

4.3.2 Los límites permisibles de metales se refieren a su concentración total en el agua, la cual incluye los suspendidos y los disueltos.

4.4 Límites permisibles de características radiactivas.

4.4.1 El contenido de constituyentes radiactivos deberá ajustarse a lo establecido en la Tabla 4. Los límites se expresan en Bq/l (Becquerel por litro).

**TABLA 4**

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE Bq/l
Radiactividad alfa global	0.56
Radiactividad beta global	1.85

**5. Tratamientos para la potabilización del agua**

La potabilización del agua proveniente de una fuente en particular, debe justificarse con estudios de calidad y pruebas de tratabilidad a nivel de laboratorio para asegurar su efectividad.

Se deben aplicar los tratamientos específicos siguientes o los que resulten de las pruebas de tratabilidad, cuando los contaminantes biológicos, las características físicas y los constituyentes químicos del agua enlistados a continuación, excedan los límites permisibles establecidos en el apartado 4.

**5.1 Contaminación biológica.**

**5.1.1 Bacterias, helmintos, protozoarios y virus.** Deben desinfectarse con cloro, compuestos de cloro, yodo, ozono, luz ultravioleta; plata coloidal; coagulación-sedimentación-filtración; filtración en múltiples etapas.

**5.2 Características físicas y organolépticas.**

**5.2.1 Color, olor, sabor y turbiedad.** Oxidación-coagulación-floculación-sedimentación-filtración; adsorción en carbón activado.

**5.3 Constituyentes químicos.**

**5.3.1 Arsénico.** Coagulación-floculación-sedimentación-filtración; intercambio iónico u ósmosis inversa.

**5.3.2 Aluminio, bario, cadmio, cianuros, cobre, cromo total y plomo.** Coagulación-floculación-sedimentación-filtración; intercambio iónico u ósmosis inversa.

**5.3.3 Cloruros.** Intercambio iónico, ósmosis inversa o evaporación.

**5.3.4 Dureza.** Ablandamiento químico o intercambio iónico.

**5.3.5 Fenoles o compuestos fenólicos.** Oxidación-coagulación-floculación-sedimentación-filtración; adsorción en carbón activado u oxidación con ozono.

**5.3.6 Hierro y/o manganeso.** Oxidación-filtración, intercambio iónico u ósmosis inversa.

**5.3.7. Fluoruros.** Intercambio iónico u ósmosis inversa.

**5.3.8 Materia orgánica.** Oxidación-filtración o adsorción en carbón activado.

**5.3.9 Mercurio.** Coagulación-floculación-sedimentación-filtración; adsorción en carbón activado granular u ósmosis inversa cuando la fuente de abastecimiento contenga hasta 10 microgramos/l. Adsorción en carbón activado en polvo cuando la fuente de abastecimiento contenga más de 10 microgramos/l.

**5.3.10 Nitratos y nitritos.** Intercambio iónico o coagulación-floculación-sedimentación-filtración.

**5.3.11 Nitrógeno amoniacal.** Coagulación-floculación-sedimentación-filtración, desgasificación o desorción en columna.

**5.3.12 pH (potencial de hidrógeno).** Neutralización.

**5.3.13 Plaguicidas.** Adsorción en carbón activado granular.

**5.3.14 Sodio.** Intercambio iónico.

**5.3.15 Sólidos disueltos totales.** Coagulación-floculación-sedimentación-filtración y/o intercambio iónico.

**5.3.16 Sulfatos.** Intercambio iónico u ósmosis inversa.

**5.3.17 Sustancias activas al azul de metileno.** Adsorción en carbón activado.

**5.3.18 Trihalometanos.** Oxidación con aireación u ozono y adsorción en carbón activado granular.

**5.3.19 Zinc.** Evaporación o intercambio iónico.

**5.4** En el caso de contingencia, resultado de la presencia de sustancias especificadas o no especificadas en el apartado 4, las autoridades locales, la Comisión Nacional del Agua, los responsables del abastecimiento y los particulares, instituciones públicas o empresas privadas, involucrados en la contingencia, deben coordinarse con la autoridad sanitaria competente, para determinar las acciones que se deben realizar con relación al abastecimiento de agua a la población.

**6. Métodos de prueba**

La selección de los métodos de prueba para la determinación de los parámetros definidos en esta Norma, es responsabilidad de los organismos operadores de los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano, y serán aprobados por la Secretaría de Salud a través del área correspondiente. Deben establecerse en un Programa de Control de Calidad Analítica del Agua, y estar a disposición de la autoridad competente, cuando ésta lo solicite, para su evaluación correspondiente.

**7. Concordancia con normas internacionales y mexicanas**

Esta Norma Oficial Mexicana no es equivalente a ninguna norma internacional.

**8. Bibliografía**

**8.1.** Directrices Canadienses para la Calidad del Agua Potable. 6ta. edición. Ministerio de Salud. 1996.

**8.2.** Desinfección del Agua. Oscar Cáceres López. Lima, Perú. Ministerio de Salud. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. 1990.

**8.3.** Guías para la Calidad del Agua Potable. Volumen 1. Recomendaciones. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. 1985.

**8.4.** Guías para la Calidad del Agua Potable. Volumen 1. Recomendaciones. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. 1995.

**8.5.** Guías para la Calidad del Agua Potable. Volumen 2. Criterios relativos a la salud y otra información de base. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. 1987.

8.6. Guía para la Redacción, Estructuración y Presentación de las Normas Oficiales Mexicanas. Proyecto de Revisión. SECOFI. 1992.

8.7. Guías para la selección y aplicación de tecnologías de desinfección del agua para consumo humano en pueblos pequeños y comunidades rurales en América Latina y el Caribe. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. 1995.

8.8. Guide to Selection of Water Treatment Processes. Carl L. Hamann Jr., P.E. J. Brock Mc. Ewen, P.E. Anthony G. Meyers, P.E.

8.9. Ingeniería Ambiental. Revista No. 23. Año 7. 1994.

8.10. Ingeniería Sanitaria Aplicada a la Salud Pública. Francisco Unda Opazo. UTEHA 1969.

8.11. Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales. Purificación de Aguas y Tratamiento y Remoción de Aguas Residuales. Gordon M. Fair, John C. Geyer, Daniel A. Okun. Limusa Wiley. 1971.

8.12. Instructivo para la Vigilancia y Certificación de la Calidad Sanitaria del Agua para Consumo Humano. Comisión Interna de Salud Ambiental y Ocupacional. Secretaría de Salud 1987.

8.13. Importancia para la Salud Pública de los Indicadores Bacterianos que se Encuentran en el Agua Potable. Martin J. Allen. Organización Panamericana de la Salud. OMS. Lima Perú, 1996.

8.14. Integrated Design of Water Treatment Facilities. Susumu Kawamura. John Willey and Sons, Inc. 1991.

8.15. Manual de Normas de Calidad para Agua Potable. Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. 1982.

8.16. Manual de Normas Técnicas para el Proyecto de Plantas Potabilizadoras. Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. 1979.

8.17. Manual de Técnicas Analíticas del Laboratorio Nacional de Salud Pública. Secretaría de Salud.

8.18. Método de Tecnología de Substrato Definida para el Conteo Simultáneo Rápido y Específico de los Coliformes Totales y la *Escherichia coli* del agua. Stephen C. Edberg, Martin J. Allen & Darrell B. Smith. Journal Association Official Analytical Chemists (Vol. 74 No. 3, 1991).

8.19. Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM- -SSA1- 1996, Vigilancia y evaluación del control de la calidad del agua para uso y consumo humano, distribuidas por sistemas de abastecimiento público.

8.20. Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios. **Diario Oficial de la Federación**. 18 de enero de 1988.

8.21. Regulaciones Nacionales Primarias del Agua Potable, Técnicas Analíticas: bacteria coliforme. Agencia de Protección Ambiental (USA). 1992.

8.22. Revisión of the WHO Guidelines for Drinking-Water Quality. IPS. International Programme on Chemical Safety. United Nations Environment Programme. International Labour Organization. World Health Organization. 1991.

8.23. WHO Guidelines for Drinking-Water Quality. Volume 1. Recommendations. World Health Organization. 1992.

8.24. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19th. Edition. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. 1995.

8.25. WHO Guidelines for Drinking-Water Quality. Volume 2. Health Criteria and Other Supporting Information. Chapter 1: Microbiological Aspects. United Nations Environment Programme. International Labour Organization. World Health Organization. 1992.

### 9. Observancia de la Norma

La vigilancia del cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Salud y a los gobiernos de las entidades federativas, en coordinación con la Comisión Nacional del Agua, en sus respectivos ámbitos de competencia de conformidad con las disposiciones aplicables.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 16 de noviembre de 1999.- El Director General de Salud Ambiental, **Gustavo Olaiz Fernández**.- Rúbrica.

**PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-181-SSA1-1998, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Requisitos sanitarios que deben cumplir las sustancias germicidas para tratamiento de agua, de tipo doméstico.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Salud.- Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario

PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-181-SSA1-1998, SALUD AMBIENTAL, AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO. REQUISITOS SANITARIOS QUE DEBEN CUMPLIR LAS SUSTANCIAS GERMICIDAS PARA TRATAMIENTO DE AGUA, DE TIPO DOMESTICO.

GUSTAVO OLAIZ FERNANDEZ, Director General de Salud Ambiental, con fundamento en los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 3o., fracciones XIII, XIV, 116, 117, 118, fracciones II y VII, 119 fracción II y 215, fracción II de la Ley General de Salud; 40, fracciones I y V, 45, 46, fracción II, y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28, 30, 33, primer párrafo, 60, fracción II y 61 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; y 22, fracciones IV y VI, del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud, me permito ordenar la publicación en el **Diario Oficial de la Federación** del Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-181-SSA1-1998, Salud Ambiental, agua para uso y consumo humano. Requisitos sanitarios que deben cumplir las sustancias germicidas para tratamiento de agua, de tipo doméstico.

El presente proyecto de norma oficial mexicana se publica a efecto de que los interesados, dentro de los siguientes 60 días naturales contados a partir de la fecha de su publicación, presenten sus comentarios ante el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, sito en Lieja No. 7, 1er. piso, colonia Juárez, Código Postal 06696, México, D.F. teléfono y fax 5.53.73.74.

Durante el plazo mencionado, los análisis que sirvieron de base para la elaboración del proyecto de norma estarán a disposición del público para su consulta en el domicilio del Comité.

México, D.F., a 16 de noviembre de 1999.- El Director General de Salud Ambiental, **Gustavo Olaiz Fernández.-** Rúbrica.

**PREFACIO**

En la elaboración de esta Norma Oficial Mexicana participaron las unidades administrativas e instituciones siguientes:

SECRETARIA DE SALUD.

Dirección General de Salud Ambiental.

Laboratorio Nacional de Salud Pública.

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL.

Centro de Investigación y Estudios Avanzados.

PROCURADURIA FEDERAL DEL CONSUMIDOR.

Dirección de Investigaciones Físico Tecnológicas.

DISTRIBUIDORA "LA FUENTE".

G.V. PRODUCTOS.

ORVIC DE MEXICO, S.A. DE C.V.

ROLAND DE MEXICO, S.A. DE C.V.

COMERCIALIZADORA JUMBO, S.A. de C.V.

AMERICAN QUALITY LAB.

**INDICE**

- 0. Introducción
- 1. Objetivo
- 2. Campo de aplicación
- 3. Referencias
- 4. Definiciones
- 5. Símbolos y abreviaturas
- 6. Especificaciones
- 7. Concordancia con normas internacionales y mexicanas
- 8. Bibliografía
- 9. Observancia de la norma
- APENDICE NORMATIVO A
- APENDICE INFORMATIVO A
- APENDICE INFORMATIVO B

**0. Introducción**

El objetivo de los programas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano, es asegurar que toda la población alcance una dotación adecuada de agua de buena calidad. En México, en la práctica no se han alcanzado estas metas, por lo que un elevado número de usuarios recurre a métodos intradomiciliarios para subsanar deficiencias de la calidad del agua suministrada a nivel municipal.

Los métodos intradomiciliarios o domésticos para purificar el agua de consumo humano, consisten en la aplicación de equipos potabilizadores y sustancias germicidas, orientados fundamentalmente al aspecto bacteriológico, considerado como de riesgo inmediato a la salud y en casos específicos a la depuración de características físicas y/o químicas.

### **1. Objetivo y campo de aplicación**

**1.1.** Esta Norma Oficial Mexicana establece las características que deben cumplir las sustancias germicidas para tratamiento de agua, de tipo doméstico.

**1.2.** Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en el territorio nacional para las personas físicas o morales que se dediquen al proceso e importación de las sustancias germicidas tipo doméstico para el tratamiento de agua.

### **3. Referencias**

Para la correcta aplicación de esta Norma, es necesario consultar las siguientes normas oficiales mexicanas:

- |            |                   |   |
|------------|-------------------|---|
| <b>3.1</b> | NOM-014-SSA1-1993 | Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano distribuida por sistemas de abastecimiento públicos y privados.        |
| <b>3.2</b> | NOM-041-SSA1-1993 | Agua purificada envasada. Especificaciones sanitarias.  |
| <b>3.3</b> | NOM-092-SSA1-1994 | Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.   |
| <b>3.4</b> | NOM-110-SSA1-1993 | Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis bacteriológico.  |
| <b>3.5</b> | NOM-112-SSA1-1994 | Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable.   |
| <b>3.6</b> | NOM-127-SSA1-1994 | Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.                  |
| <b>3.7</b> | NOM-127-SSA1-1994 | Salud Ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. |
| <b>3.8</b> | NOM-008-SCFI-1993 | Sistema general de unidades de medida.  |

### **4. Definiciones**

Para efectos de esta Norma Oficial Mexicana se entiende por:

**4.1** Bactericida, a la sustancia o medio que mata o destruye bacterias.

**4.2** Bacteriostático, a la sustancia o medio que tiene la capacidad de inhibir el crecimiento de bacterias, sin matarlas o destruirlas.

**4.3** Germicida, al agente químico que destruye microorganismos especialmente patógenos, lo que no necesariamente incluye la capacidad de destrucción de esporas.

**4.4** Método de prueba, al procedimiento analítico utilizado en el laboratorio para comprobar que un producto satisface las especificaciones que establece la norma.

### **5. Símbolos y abreviaturas**

El significado de los símbolos y abreviaturas utilizados en esta Norma es el siguiente:

- |             |     |                                 |
|-------------|-----|---------------------------------|
| <b>5.1</b>  | °C  | grado Celsius                   |
| <b>5.2</b>  | g   | gramo                           |
| <b>5.3</b>  | l   | litro                           |
| <b>5.4</b>  | ml  | mililitro                       |
| <b>5.5</b>  | mm  | milímetro                       |
| <b>5.6</b>  | nm  | nanómetro                       |
| <b>5.7</b>  | NMP | número más probable             |
| <b>5.8</b>  | pH  | potencial de hidrógeno          |
| <b>5.9</b>  | UFC | unidades formadoras de colonias |
| <b>5.10</b> | %   | porcentaje                      |

### **6. Especificaciones**

**6.1** Las personas físicas o morales que se dediquen al proceso e importación de sustancias germicidas para el tratamiento de agua, de tipo doméstico, deben tener a disposición de la autoridad sanitaria competente, un informe de resultados de laboratorio sobre prueba de potabilidad, de cada sustancia en particular, de conformidad con el método de prueba de eficiencia antimicrobiana de sustancias germicidas miscibles en agua, descrito en el apéndice normativo A de esta norma.

**6.2** La Secretaría de Salud determinará de acuerdo con el dictamen correspondiente, o a solicitud fundamentada técnicamente de dependencias, organismos oficiales y empresas privadas, o por queja, cuando el agua tratada por medio de una sustancia germicida para el tratamiento de agua, de tipo doméstico, complementariamente a la prueba de eficiencia antimicrobiana, deba ser sometida a análisis de sustancias tóxicas provenientes de los ingredientes que componen dicha sustancia.

**6.3** Las sustancias germicidas para el tratamiento de agua, de tipo doméstico, deben ostentar en la etiqueta o contraetiqueta, la siguiente leyenda: Utilizar con agua de abastecimiento público.

**6.4** La etiqueta o contraetiqueta del producto, debe contener cuando menos la siguiente información en español:

**6.4.1** Finalidad de uso.

**6.4.2** Instrucciones de uso.

**6.5** Las personas físicas o morales referidas en el punto 6.1 de este apartado, deben tener a disposición de la autoridad sanitaria cuando ésta la requiera, la siguiente información:

**6.5.1** Ingredientes activos del producto.

**6.5.2** País de origen de los ingredientes activos del producto, o en su caso, indicar si es en su totalidad de importación; para este último caso, se debe señalar la fracción arancelaria comprendida en la tarifa de la Ley del Impuesto General de Importación.

**6.5.3** Etiqueta del producto en español.

#### **7. Concordancia con normas internacionales y mexicanas**

Esta Norma Oficial Mexicana no es equivalente a ninguna norma internacional pero sí es equivalente en parte con la NMX-CC-1-1993, Sistemas de calidad-Vocabulario.

#### **8. Bibliografía**

**8.1** Bacteriological Analytical Manual C. 5th. Edition. Food and Drug Administration. Division of Microbiology. 1978.

**8.2** Manual de Técnicas y Procedimientos de Laboratorio para Análisis Microbiológicos de Agua Potable. Secretaría de Salud. Subsecretaría de Servicios de Salud D.G.E. Laboratorio Nacional de Salud. Pública. Reimpresión. México, D.F. 1989.

**8.3** Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Thirteen Ed., 1980. Washington D.C.

**8.4** Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 1995. Washington D.C.

**8.5** Procedimiento Normalizado de Operación PNO-RMPM-001 para la Evaluación de Germicidas. Laboratorio Nacional de Salud Pública. Departamento de Evaluación de Riesgos Microbianos y Parasitarios. S.S.A. México, D.F. 1995.

**8.6** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association. 14th Ed. Washington D.C. 1975 pp. 875-880

**8.7** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association. 17th Ed. Washington D.C. 1992.

**8.8** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association. 18th Ed. Washington D.C. 1995.

#### **9. Observancia de la norma**

La vigilancia en el cumplimiento de la presente norma corresponde a la Secretaría de Salud y a los gobiernos de las entidades federativas, en sus respectivos ámbitos de competencia.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 16 de noviembre de 1999.- El Director General de Salud Ambiental, **Gustavo Olaiz Fernández**.- Rúbrica.

### **APENDICE NORMATIVO A**

#### **METODO DE PRUEBA DE EFICIENCIA ANTIMICROBIANA DE SUSTANCIAS GERMICIDAS MISCIBLES EN AGUA**

**1. Introducción.**- La eficiencia de una sustancia germicida está dada por su capacidad para destruir o matar una carga microbiana presente en el agua. Esta eficiencia está basada en su poder germicida a través de sus componentes químicos y su efecto sobre las bacterias de acuerdo con su concentración y tiempo de contacto.

2. Objetivo.- Determinar si la sustancia germicida cumple con las propiedades que le son atribuidas por el fabricante, bajo las condiciones de aplicación, indicadas por el mismo.

3. Método.- Se inocula una fuente de agua con un número conocido de colonias del microorganismo seleccionado, para probar la eficiencia de la sustancia germicida. Posteriormente el agua se somete a la acción de dicha sustancia germicida, bajo las condiciones indicadas en el instructivo proporcionado por el fabricante.

Se toman muestras del agua de prueba antes y después de haberse sometido al tratamiento, de acuerdo con la NOM-014-SSA1-1993, procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano distribuida por sistemas de abastecimiento públicos y privados. A continuación se determina en dichas muestras la concentración de organismos mesofílicos aerobios y coliformes totales.

#### 4. Material y equipo

4.1 Autoclave provisto de termómetro y/o manómetro, capaz de alcanzar temperatura de esterilización de  $121 \pm 2^\circ\text{C}$ , probado con termómetro de máximas.

4.2 Espectrofotómetro con escala de Transmitancia o Nefelómetro de Mc. Farland.

4.3 Horno para esterilizar a  $160\text{-}180^\circ\text{C}$ .

4.4 Incubadora de aire, con circulación mecánica, para operar a una temperatura de  $35 \pm 2^\circ\text{C}$ .

4.5 Baño de agua, con circulación mecánica y mezcla de agua, para operar a una temperatura de  $44.5 \pm 0.2^\circ\text{C}$ .

4.6 Potenciómetro

4.7 Pipetas serológicas estériles de 1 y 10 ml de capacidad, con graduación de una décima de su volumen total (Se recomienda contar complementariamente con pipetas de 2, 5 y 11 ml de capacidad).

4.8 Tubos de cultivo de 22 x 175 mm, 20 x 200 mm, 16 x 160 mm y 10 x 100 mm, con tapa metálica o de rosca.

4.9 Botellas de Roux.

4.10 Asa de platino o micromel.

4.11 Contador manual.

4.12 Contador de colonias.

4.13 Cajas de Petri estériles de 100 X 15 mm.

4.14 Mecheros Fisher o Bunsen.

4.15 Solución salina estéril al 0.85% (8.5 g de cloruro de sodio, grado analítico en 1000 ml de agua).

#### 5. Medios de cultivo

##### 5.1 Agar nutritivo A.

- Extracto de carne	3.0 g
- Peptona	5.0 g
- Agar libre de sales	15.0 g
- Agua destilada	1000.0 ml

Poner a ebullición durante tres minutos el extracto de carne y la peptona (Bacto o equivalente); agregar el agar y calentar, agitando continuamente hasta disolver.

Distribuir en tubos de 10 x 100 mm y esterilizar 20 minutos a  $121^\circ\text{C}$  (el medio no debe sufrir sobrecalentamiento, lo que se evita por un precalentamiento del autoclave).

Utilizar este medio para efectuar los subcultivos.

##### 5.2 Agar nutritivo B.

Preparar del mismo modo que el Agar nutritivo A, descrito en el punto 5.1 de este apéndice, pero agregando 30 g de agar libre de sales en lugar de los 15 g especificados.

Distribuir 20 ml del medio en cada botella de Roux.

Utilizar este medio para preparar el cultivo de referencia.

#### 6. Microorganismo de prueba

Cepa de *Escherichia coli* ATCC 11229

#### 7. Preparación del cultivo de referencia.

Tomar una asada de la cepa de *Escherichia coli* y sembrar en una botella de Roux con agar nutritivo B; incubar 20-24 horas a una temperatura de  $35 \pm 2^\circ\text{C}$ . Hacer por lo menos tres siembras.

#### 8. Preparación del subcultivo.

Tomar una asada de cada cultivo de referencia y resembrar en tubos independientes con agar nutritivo A; incubar 20-24 horas a una temperatura de  $35 \pm 2^\circ\text{C}$ .

#### 9. Preparación de la suspensión de *Escherichia coli*.

9.1 A partir del subcultivo en tubo ya desarrollado, adicionar 5 ml de solución salina al 0.85% estéril y agitar suavemente en forma manual, rotando verticalmente el tubo entre las dos manos, para obtener una suspensión bacteriana, la cual se transfiere a un tubo estéril.

9.2 Determinación de la concentración de mesófilos aerobios en la suspensión de *Escherichia coli*, utilizando uno de los dos métodos que se presentan en los puntos 9.2.1 y 9.2.2 de este apéndice.

9.2.1 Método espectrofotométrico.

Determinar la concentración de bacterias en UFC/ml, utilizando la Tabla 1.

Tabla 1

370	420	490	530	550	580	650	LONGITUD DE ONDA EN nm
% TRANSMITANCIA CON FILTROS							UFC/ml x 10 <sup>9</sup>
7.0	4.0	6.0	6.0	6.0	7.0	8.0	13.0
8.0	5.0	7.0	7.0	7.0	8.0	9.0	11.5
9.0	6.0	8.0	8.0	8.0	9.0	10.0	10.2
10.0	7.0	9.0	9.0	9.0	10.0	11.0	8.6
11.0	8.0	10.0	10.0	10.0	12.0	13.0	7.7
13.0	9.0	12.0	12.0	12.0	13.0	15.0	6.7

Nota.- La calibración del aparato debe realizarse con solución salina estéril.

9.2.2 Método nefelométrico.

Determinar la concentración de bacterias en UFC/ml, utilizando la Tabla 2.

Tabla 2

Solución de BaCl <sub>2</sub> al 1.0% ml	Solución de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> al 1.0% ml	Escala de Mc. Farland	UFC Millones/ml
0.1	9.9	4.0	300
0.2	9.8	3.7	600
0.3	9.7	3.5	900
0.4	9.6	3.4	1,200
0.5	9.5	3.3	1,500
0.6	9.4	3.2	1,800
0.7	9.3	3.15	2,100
0.8	9.2	3.10	2,400
0.9	9.1	3.04	2,700
1.0	9.0	3.00	3,000

9.3 Diluir la suspensión bacteriana con solución salina estéril al 0.85%, a la transmitancia o turbiedad elegida, de acuerdo con la concentración de bacterias establecida.

10. Preparación de agua de prueba.

10.1 El agua de prueba se debe preparar con agua de sistema de abastecimiento público, debiendo cumplir con los límites permisibles de la NOM-127-SSA1-1994. Salud Ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización, en los parámetros que incidan o afecten la eficiencia del producto germicida, conforme al contenido de la etiqueta o instructivo respectivo, proporcionado por el fabricante o distribuidor al laboratorio acreditado que efectúe la prueba.

10.2 Preparar un litro de agua de prueba, libre de bactericidas y bacteriostáticos, inoculando el volumen de suspensión de *Escherichia coli* requerido, para alcanzar una carga total de bacterias de 5,000 a 10,000 UFC/ml y una concentración de organismos coliformes totales mayor o igual a 240 NMP/100 ml o UFC/100 ml.

10.3 Determinar para el agua de prueba la concentración real de mesófilos aerobios en UFC/ml de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, método para la cuenta de bacterias aerobias en placa y la concentración real de organismos coliformes totales de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-112-SSA1-1994, determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable o con los métodos alternativos presentados en los Apéndices Informativos A y B.

11. Desarrollo de la prueba.

11.1 Agregar la sustancia germicida al agua de prueba, de acuerdo con las instrucciones del fabricante o distribuidor, especificadas en la etiqueta o instructivo del producto.

11.2 Después de transcurrido el tiempo de contacto especificado en la etiqueta o instructivo del producto, tomar tres muestras de agua de prueba sin tratar y, a continuación, tres muestras de agua tratada; determinar la concentración de mesófilos aerobios en UFC/ml de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994 y la concentración de

organismos coliformes totales de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-112-SSA1-1994 o con los métodos alternativos presentados en los Apéndices Informativos A y B.

**12. Cálculos**

Con los resultados de cuenta de mesófilos aerobios y la concentración de organismos coliformes totales en agua de prueba sin tratar y tratada (media aritmética), calcular los porcentajes en la reducción bacteriana de acuerdo con las fórmulas especificadas en los puntos 12.1 y 12.2 de este apéndice.

**12.1 Porcentaje en reducción bacteriana de mesófilos aerobios:**

$$\% \text{ RBMA} = \frac{(\text{mesófilos aerobios})_{\text{APST}} - (\text{mesófilos aerobios})_{\text{APT}}}{(\text{mesófilos aerobios})_{\text{APST}}} \times 100$$

En donde:

% RBMA.- Porcentaje en reducción bacteriana de mesófilos aerobios.

(mesófilos aerobios) APST.- Cuenta de mesófilos aerobios en UFC/ml de agua de prueba sin tratar.

(mesófilos aerobios) APT.- Cuenta de mesófilos aerobios en UFC/ml de agua de prueba tratada.

**12.2 Porcentaje en reducción bacteriana de organismos coliformes totales.**

$$\% \text{ RBCT} = \frac{(\text{coliformes totales})_{\text{APST}} - (\text{coliformes totales})_{\text{APT}}}{(\text{coliformes totales})_{\text{APST}}} \times 100$$

En donde:

% RBCT.- Porcentaje en reducción bacteriana de organismos coliformes totales.

(coliformes totales)APST.- Cuenta de organismos coliformes totales en NMP/100 ml o UFC/100 ml de agua de prueba sin tratar.

(coliformes totales)APT.- Cuenta de organismos coliformes totales en NMP/100 ml o UFC/100 ml de agua de prueba tratada.

**13. Reporte**

Prueba de potabilidad aceptable, si el porcentaje en reducción bacteriana es igual o mayor a 95%, tanto para mesófilos aerobios como para organismos coliformes totales.

**APENDICE INFORMATIVO A**

**DETERMINACION DE ORGANISMOS COLIFORMES TOTALES. METODO DEL SUSTRATO CROMOGENICO<sup>1</sup>**

**1. Introducción**

La determinación de organismos coliformes por medio del sustrato cromogénico, se fundamenta en el uso de sustratos cromogénicos hidrolizables para la detección de enzimas de bacterias coliformes. Cuando se utiliza esta técnica, el grupo se define como todas las bacterias que poseen la enzima β-D-galactosidasa y capaces de romper el sustrato cromogénico, dando como resultado una liberación del cromógeno. A diferencia del método de fermentación de lactosa que permite el crecimiento de muchos organismos aeróbicos y elimina o suprime algunos no-coliformes con inhibidores químicos, esta técnica provee nutrientes que son más selectivos y específicos para el crecimiento de coliformes. La prueba puede usarse tanto en tubos múltiples como en formato presencia-ausencia (muestras individuales de 100 ml). La obtención de resultados válidos requiere la aplicación estricta de los procedimientos de control de calidad.

**2. Principio**

El sustrato cromogénico tal como el orto-nitrofenil-β-D galactopiranosido (ONPG) u otro equivalente, es empleado para detectar la enzima β-D-galactosidasa, la cual es producida por bacterias coliformes totales. La enzima β-D-galactosidasa hidroliza al sustrato y provoca un cambio de color, el cual indica y sustenta una prueba positiva después de 24 a 28 horas sin procedimientos adicionales. Las bacterias no coliformes, tales como las especies del género Aeromonas y Pseudomonas, que producen pequeñas cantidades de la enzima β-D-galactosidasa, son suprimidas y no pueden producir una respuesta positiva durante las 28 horas a menos de que más de 104 unidades formadoras de colonias (UFC) por ml (106 UFC/100 ml) estén presentes.

**3. Aplicaciones**

La prueba de coliformes con sustrato cromogénico se recomienda para el análisis de muestras de agua potable o agua limpia proveniente de cualquier fuente. Inicialmente, los laboratorios planearon usar este procedimiento conduciendo pruebas paralelas con una de las pruebas de coliformes estándar por un periodo de varios meses para evaluar la efectividad de la prueba para el tipo específico de agua analizada y para determinar el número relativo de pruebas positivas obtenido por las dos técnicas.

<sup>1</sup> Aprobado por el Comité of Standard Methods, 1992.

Las muestras de agua conteniendo materiales húmicos o de otro tipo, pueden estar coloreadas. Si hay color de fondo, se comparan los tubos inoculados con un tubo de control conteniendo únicamente muestra de agua. Ciertas aguas con alto contenido de sales de calcio pueden causar precipitación, pero ésta no debe afectar la reacción.

La prueba del sustrato cromogénico no se usa para verificar siembras presuntivas de coliformes o colonias de filtración con membrana, porque el sustrato puede ser sobrecargado por el inóculo pesado de β-D-galactosidasa débil producido por no-coliformes, causando resultados falsos positivos.

En lo que se refiere a *Echerichia Coli*, un sustrato fluorogénico como el 4-metilumbeliferil-β-D-glucorónido (MUG) es utilizado para detectar la enzima β-glucoronidasa, la cual es producida por E. Coli. La enzima β-glucoronidasa hidroliza el sustrato, produciendo fluorescencia cuando el líquido es expuesto a la luz ultravioleta de onda larga (366 nm). La presencia de fluorescencia indica una respuesta positiva para E. coli. Algunas Shigella spp también pueden producir una respuesta positiva. Debido a que Shigella spp son reconocidas como patógenas humanas, no están consideradas como perjudiciales para probar la calidad sanitaria del agua.

#### 4. Formulación del sustrato

Las formulaciones del sustrato se presentan comercialmente en tubos para el procedimiento de tubos múltiples o en recipientes para muestras de 100 ml, para la determinación de presencia/ausencia. También son aprovechables porciones pre-pesadas del reactivo para mezclar y dosificar en tubos múltiples para pruebas de 10 ml u otros recipientes para muestras de 100 ml. Se requiere de un proveedor confiable para el aseguramiento de calidad y uniformidad del sustrato comercial. Se debe evitar la exposición prolongada del sustrato a la luz directa del sol.

La formulación en polvo contiene los siguientes compuestos anhidros (por litro de sustrato preparado)<sup>2</sup>:

Sulfato de amonio, (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5.00 g
Sulfato de manganeso, MnSO <sub>4</sub>	0.0005 g
Sulfato de zinc, ZnSO <sub>4</sub>	0.0005 g
Sulfato de magnesio, MgSO <sub>4</sub>	0.10 g
Cloruro de sodio, NaCl	10.0 g
Cloruro de calcio, CaCl <sub>2</sub>	0.05 g
Sulfito de sodio, Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	0.04 g
Amfotericina B	0.001 g
O-Nitrofenil-β-D-galactopiranosido	0.50 g
4-Metilumbeliferil-β-D-glucorónido	0.075 g
Solanio <sup>3</sup>	0.50 g
Buffer Hepes de sal de sodio	5.3 g
Buffer Hepes de ac. orgánicos <sup>4</sup>	6.9 g

#### 5. Procedimiento

**5.1** Procedimiento de tubos múltiples. Seleccione el número apropiado de tubos por muestra con medio predosificado para la prueba de tubos múltiples y rotule. Siga las instrucciones del fabricante para preparar la serie de diluciones. Asépticamente, adicione 10 ml de muestra a cada tubo, tape herméticamente y agite vigorosamente para disolver. La mezcla resultante es incolora. Algunas partículas pueden resultar insolubles durante la prueba, esto no afectará su desarrollo.

El procedimiento también puede ser desarrollado con la adición de cantidades apropiadas del sustrato reactivo a la muestra, mezclando vigorosamente y dosificando en cinco o diez tubos estériles. Incube a 35 ± 0.5°C por 24 horas.

**5.2** Procedimiento de presencia/ausencia. Adicione asépticamente sustrato enzimático pre-pesado a 100 ml de muestra en un vaso, estéril, transparente, no fluorescente de borosilicato o en una botella o recipiente equivalente. Opcionalmente, adicionar 100 ml de muestra al sustrato enzimático en un recipiente provisto por el fabricante. Tape asépticamente y mezcle vigorosamente para disolver. Incube a 35 + 0.5°C por 24 horas.

#### 6. Interpretación

Después de 24 horas de incubación examine si existe cambio de color en los tubos o recipientes. Cuando el sustrato es orto-nitrofenil-β-D-galactopiranosido (ONPG) es hidrolizado por la enzima de la bacteria para producir ortonitrofenol amarillo; algunos sustratos usados en otras formulaciones pueden producir respuestas de diferente color. La respuesta cromogénica descrita es una reacción positiva para coliformes totales. Si el cambio de color no es uniforme en todo el tubo, mezcle por inversión antes de la lectura. Compare cada tubo nuevamente con el comparador de color disponible de la fuente comercial del sustrato. Si la intensidad del color es mayor o igual a la del comparador, los coliformes totales

<sup>2</sup> Alternativamente se pueden utilizar productos con diferentes formulaciones, debidamente acreditados.

<sup>3</sup> Solanio es una mezcla de diversos químicos incluyendo antibióticos. Es propiedad de Environetics, Branford Conn.

<sup>4</sup> N-2-hidroxiethylpiperazina-N-2-ácido etano sulfónico.

están presentes. Las muestras son negativas para coliformes totales si no se observa color. Si la respuesta cromogénica es cuestionable después de 24 horas, incube 4 horas más. Si se intensifica el cromógeno, la muestra es positiva para coliformes totales; si no sucede esto, la muestra es negativa.

#### 7. Reporte

Si se desarrolló el procedimiento de NMP, calcular el valor de NMP del número de tubos o celdas positivos, de acuerdo con las tablas de número más probable, correspondientes al sistema utilizado.

Si se utiliza el procedimiento de presencia/ausencia, reportar resultados de coliformes totales presentes a ausentes en 100 ml de muestra.

#### 8. Control de calidad

Pruebe cada lote de sustrato comercial desarrollando la prueba por inoculación con tres bacterias de control; *Escherichia coli*, otra coliforme total diferente a *E. coli* (por ejemplo *Enterobacter cloacae*) y una no coliforme. Evite el uso de inóculos pesados. Si se usan *Pseudomonas* como el no coliforme representativo, seleccione una especie no fluorescente. Incube estos controles a  $35 \pm 0.5^\circ\text{C}$  por 24 horas. Lea y registre los resultados.

#### 9. Bibliografía

Edberg, S.C., M.J. Allen, D.B. Smith & the National Collaborative Study, 1988. National field evaluation of a defined substrate method for the simultaneous enumeration of total coliforms and *Escherichia coli* from drinking water: Comparison with the standard multiple tube fermentation method. *Appl. Environ. Microbiol.* 54:1595.

Edberg, S.C. & M.M. Edberg, 1988. A defined substrate technology for the enumeration of microbial indicators of environmental pollution. *Yale J. Biol. Med.* 61:389.

Covert, T.C., L.C. Shadix, E.W. Rice, J.R. Haines & R.W. Frey Berg, 1989. Evaluation of the autoanalysis Colilert test for detection and enumeration of total coliforms. *Appl. Environ. Microbiol.* 55:2443.

Edberg, S.C. & D.B. Smith, 1989. Absence of association between total heterotrophic and total coliform bacteria from a public water supply. *Appl. Environ. Microbiol.* 55:380.

Edberg S.C., M.J. Allen, D.B. Smith & the National Collaborative Study, 1989. National field evaluation of a defined substrate method for the simultaneous detection of total coliforms and *Escherichia coli* from drinking water: Comparison with presence-absence techniques. *Appl. Environ. Microbiol.* 55:1003.

Edberg S.C., M.J. Allen, D.B. Smith & N.J. Kaiz, 1990. Enumeration of total coliforms and *Escherichia coli* from source water by the defined substrate technology. *Appl. Environ. Microbiol.* 56:366.

Edberg S.C., M.J. Allen, D.B. Smith, 1991. Defined substrate technology method for rapid and simultaneous enumeration of total coliforms and *Escherichia coli* from water: Collaborative study. *J. Assoc. Offic. Anal. Chem.* 74:526.

Edberg, S.C., F. Ludwig & D.B. Smith, 1991. The Colilert System for total coliforms and *Escherichia coli*. American Water Works Research Foundation, Denver, Colo.

### APENDICE INFORMATIVO B

Determinación de bacterias coliformes totales y coliformes fecales. Método de filtración por membrana.

#### 1. Fundamento

Este método se basa en la filtración de una muestra para concentrar células viables sobre la superficie de una membrana y transferirlas a un medio de cultivo apropiado, para posteriormente contar el número de unidades formadoras de colonias (UFC) desarrolladas después de la incubación.

#### 2. Material

- 2.1 Autoclave con termómetro y manómetro, capaz de alcanzar temperaturas de esterilización.
- 2.2 Material para envolver esterilizable (papel kraft, bolsas de polímero resistentes al calor, otros).
- 2.3 Membranas para filtración estériles con poro de 0.45 micrómetros y cojinetes absorbente de 47 mm de diámetro.
- 2.4 Sistema de filtración.
- 2.5 Bomba de vacío (20-27 pulgadas Hg), tubería y aditamentos herméticos para mantener el vacío.
- 2.6 Matraz Kitazato.
- 2.7 Cajas Petri desechables o de vidrio estériles de 50 x 90 mm.
- 2.8 Marcador indeleble o equivalente.
- 2.9 Pinzas de acero inoxidable.
- 2.10 Propipeta de 50 ml de capacidad.
- 2.11 Botellas de borosilicato con capacidad de 150 ml y tapa de rosca.
- 2.12 Pipetas bacteriológicas de 1, 2, 5, 10 y 25 ml de capacidad, estériles y protegidas con tapón de algodón.
- 2.13 Utensilios estériles como: cucharas, cucharones, picahielos, destapadores, abrelatas, otros.
- 2.14 Microscopio estereoscópico, óptico o equivalente.
- 2.15 Incubadora ajustada a temperatura de  $35^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ .
- 2.16 Contador mecánico o manual de Tally.
- 2.17 Recipientes estériles para muestras (frascos, botellas, jarras, bolsas, otros).

**2.18** Balanza granataria con sensibilidad de 0.1 g.

**2.19** Portaasa y asa bacteriológica.

**2.20** Portaobjetos.

**3.** Reactivos y medios de cultivo

**3.1** Agar cuenta estándar

Preparar de acuerdo con instrucciones del fabricante o por ingredientes:

El pH final debe ser de  $7.0 \pm 0.2$  después de esterilizar a  $121^\circ\text{C}$  durante 15 minutos.

**3.2** Agar ENDO LES

Ingredientes	Cantidad (g)
Extracto de levadura	1.2
Casitona o tripticasa	3.7
Tiopeptona o tiotona	3.7
Triptosa	7.5
Lactosa	9.4
Fosfato ácido de potasio - $\text{K}_2\text{HPO}_4$	3.3
Fosfato de potasio - $\text{K}_3\text{PO}_4$	1.0
Cloruro de sodio - $\text{NaCl}$	3.7
Desoxicolato de sodio	0.1
Lauril sulfato de sodio	0.05
Sulfito de sodio - $\text{Na}_2\text{SO}_3$	1.6
Fucsina básica	0.8
Agar	15.0
Agua grado reactivo	1000.0 ml

**3.2.1.** Preparación

Rehidratar el medio en un litro de agua que contenga 20 ml de etanol al 95% no desnaturalizado (lo cual reduce el crecimiento Background y el tamaño de la colonia). Llevar hasta ebullición para disolver el agar, retirar del calor y enfriar a  $45\text{-}50^\circ\text{C}$ . No esterilizar en autoclave. El pH final debe ser  $7.0 \pm 0.2$ . Distribuir en cantidades de 5 a 7 ml dentro de cajas de Petri de 60 mm de vidrio o plástico. Si se utilizan placas de otro tamaño, ajustar la cantidad de medio. No exponer las placas a la luz directa del sol. Almacenar en la oscuridad de 4 a  $8^\circ\text{C}$ , preferiblemente en bolsas de plástico selladas u otros recipientes para reducir la pérdida de humedad. Descartar el medio que no se utilizó después de 2 semanas.

**3.3** Medio ENDO

Ingredientes	Cantidad (g)
Triptosa o polipeptona	10.0
Tiopeptona o tiotona	5.0
Casitona o tripticasa	5.0
Extracto de levadura	1.5
Lactosa	12.5
Cloruro de sodio- $\text{NaCl}$	5.0
Fosfato ácido dipotásico- $\text{K}_2\text{HPO}_4$	4.375
Fosfato dihidrógeno potásico- $\text{KH}_2\text{PO}_4$	1.375
Lauril sulfato de sodio	0.05
Desoxicolato de sodio	0.10
Sulfito de sodio- $\text{Na}_2\text{SO}_3$	2.1
Fucsina básica	1.05
Agar (opcional)	15,0
Agua grado reactivo	1000.0 ml

Rehidratar el medio en un litro de agua que contenga 20 ml de etanol al 95%, calentar hasta ebullición para disolver el agar, retirar del calor y enfriar entre  $45\text{-}50^\circ\text{C}$ . Distribuir en cantidades de 5 a 7 ml a cajas de Petri desechables o de vidrio de 60 mm de diámetro. No esterilizar en autoclave. El pH final debe ser de 7.1-7.3.

Almacenar el medio (Caldo o Agar) en la oscuridad de 4 a  $8^\circ\text{C}$  y descarte cualquier caldo de medio sin usar después de 96 horas y el agar sin usar después de 2 semanas.

Medio líquido: 2 ml por placa, sin agar; se puede usar un cojinete absorbente si está certificado, libre de sulfito u otro agente tóxico a una concentración que pueda inhibir el desarrollo bacteriano.

**4.** Procedimiento

Generalmente, el enriquecimiento del medio de cultivo puede mejorar la valoración de la calidad del agua para beber. Sin embargo, este paso puede eliminarse en el análisis de rutina de este tipo de agua, ya que varios estudios mostraron que

se obtienen resultados adecuados por la técnica simple de filtración por membrana, en un solo paso. Sin embargo, se recomienda que, en lo posible, se verifiquen todas las muestras de agua que den resultados positivos.

#### **4.1 Selección del tamaño de muestra**

El tamaño de muestra lo determina la densidad bacteriana, lo cual en muestras de agua para beber estará limitado sólo por el grado de turbiedad o por el crecimiento de bacterias no coliformes sobre el medio.

El volumen de muestra sugerida para prueba de coliformes totales y coliformes fecales por esta técnica es de 100 ml.

#### **4.2 Filtración de la muestra**

Utilizando pinzas estériles, colocar una membrana estéril (cuadrulado hacia arriba) sobre el porta filtro poroso. Cuidadosamente coloque el embudo sobre el receptáculo y asegúrelo en su lugar. Filtre la muestra bajo vacío parcial, con el filtro aún en su lugar, enjuague el embudo mediante la filtración de tres porciones de 20 a 30 ml de solución buffer estéril. Una vez complementado el enjuague final y que el proceso de filtración haya concluido, quitar el embudo e inmediatamente después retire la membrana con pinzas estériles y colóquela sobre el medio selectivo con un movimiento circular, a fin de evitar la entrada de aire. Meter un control de 100 ml de solución buffer estéril cada 10 muestras para checar posible contaminación cruzada o buffer contaminado. Incubar el control bajo las mismas condiciones de la muestra.

Usar unidades de filtración estériles al principio de cada serie de filtraciones, como precaución mínima para prevenir contaminación accidental. Una serie de filtraciones se considera cuando hay un intervalo de interrupción de 30 minutos o más entre cada filtración de muestras. Después de tales interrupciones, tratar cualquier muestra como una serie de filtración y se debe esterilizar toda la unidad de filtración en uso. Descontaminar este equipo entre filtraciones sucesivas, ya sea por medio de luz ultravioleta (UV) o esterilizando 2 minutos con vapor o durante 5 minutos con agua hirviendo. No exponer la preparación de cultivo con el filtro de membrana al rango de radiación UV que pueda salir de la cabina de esterilización. Se recomienda protegerse los ojos, pueden usarse lentes de seguridad o de vidrio prescritos para la adecuada protección contra la luz UV de la columna de esterilización que no se aisle durante el tiempo de exposición. Limpie el tubo de UV regularmente y cheque periódicamente su efectividad para asegurar que haya un 99,99% de muerte bacteriana en 2 minutos de exposición.

#### **4.3 Técnica de enriquecimiento**

Colocar un cojinete absorbente en una caja de Petri estéril y pipetear 1.8 a 2.0 ml de caldo lauril triptosa para saturar el cojinete. Cuidadosamente remueva cualquier exceso de líquido del cojinete. Asépticamente colocar sobre el cojinete una membrana a través de la cual se haya filtrado una muestra de agua, incubar la membrana sin invertir la caja de 15 a 20 horas a  $35 \pm 0.5^\circ\text{C}$  en una atmósfera de 90% de humedad relativa.

Si se usa el medio de agar base tipo ENDO, remover el enriquecimiento de la incubadora, separar la membrana del cojinete con el enriquecimiento y colocar sobre la superficie del agar. La colocación incorrecta de la membrana a su vez se pone de manifiesto, porque partes de la membrana no se tiñen, lo cual indica entrada de aire. Donde suceda esto, cuidadosamente resitúe la membrana sobre la superficie de agar. Si se usa medio líquido, colocar un cojinete estéril nuevo en el fondo de la caja y saturar con 1.8-2.0 ml de medio M-ENDO. Separar la membrana del cojinete con el enriquecimiento y colocar sobre la superficie del M-ENDO, con las precauciones antes descritas. Descartar el cojinete de enriquecimiento utilizado.

A continuación, con el medio ya sea agar o líquido (con cojinete), invertir las placas e incubar de 20 a 22 horas a  $35 \pm 0.5^\circ\text{C}$ .

#### **4.4 Técnica alternativa directa en paso simple**

Si se usa medio de agar base, colocar la membrana después de filtrar la muestra de agua, directamente sobre el agar como se describió anteriormente e incubar por  $24 \pm 2$  horas a  $35 \pm 0.5^\circ\text{C}$ .

Si se usa medio líquido, colocar un cojinete sobre la placa y saturar con 1.8 a 2.0 ml de medio M-ENDO. Colocar la membrana después de filtrar la muestra de agua, directamente sobre el cojinete; invierta la caja e incube por  $24 \pm 2$  horas a  $35 \pm 0.5^\circ\text{C}$ .

**4.5 Conteo:** Para determinar la cuenta de colonias sobre el filtro de membrana, usar un microscopio binocular de disección de bajo poder (10 a 15 aumentos) u otro aparato óptico similar, con lámpara fluorescente de luz blanca con rango perpendicular, tanto como sea posible al plano del filtro.

Las colonias típicas de coliformes totales tienen color rojo oscuro con brillo metálico. El área brillante puede variar de tamaño desde que sólo brille la parte superior de la colonia hasta que abarque la superficie total de la colonia, las colonias atípicas de coliformes pueden ser rojo oscuro o nucleadas sin brillo. Las colonias que no tengan brillo pueden ser rosas, rojas, blancas o incoloras y se consideran no coliformes. No existe correlación entre la cuenta de colonias (coliformes o no coliformes) sobre el medio tipo ENDO y el número total de bacterias presentes en la muestra original. Sin embargo una cuenta alta de bacterias no coliformes puede interferir con el máximo desarrollo de coliformes. La refrigeración de los cultivos (después de 22 horas de incubación) con alta densidad de colonias no coliformes de 0.5 a 1 hora antes de contar puede prevenir la dispersión y puede ayudar a discernir el brillo metálico. La incubación anaeróbica a  $35^\circ\text{C}$  por 24 horas de algunas muestras de agua subterránea, pueden suprimir el desarrollo de colonias de no coliformes, pero debe ser cuidadosamente evaluada para asegurar no perder la recuperación de los coliformes.

Las muestras de agua tratada, efluente o residual puede incluir bacterias estresadas que crecen relativamente lento y producen un máximo brillo en 22-24 horas. Los organismos de fuentes no tratadas pueden producir brillo a las 16-18 horas y el brillo puede, subsecuentemente disminuir después de 24-30 horas.

**4.6 Verificación de los coliformes**

Ocasionalmente las colonias de no coliformes aparecen como colonias típicas con brillo. Las colonias atípicas (rojo oscuro, nucleadas son brillo metálico) ocasionalmente pueden ser coliformes. Es recomendable verificar ambos tipos de colonias, mediante una prueba de fermentación de lactosa o por el uso de procedimientos alternativos, que involucren ambos una prueba rápida (4 horas) o por reacciones bioquímicas típicas o un sistema multiprueba para especies.

**4.6.1 Fermentación de la lactosa.**

Verificar colonias típicas y atípicas incluidas en la cuenta directa; probar un mínimo de 5 de tales colonias de muestras de agua potable, por transferencia del crecimiento de cada colonia en caldo lauril triptosa, incubar a  $35 \pm 0.5^\circ\text{C}$  durante 48 horas.

La formación de gas en caldo lauril triptosa y su conformación en caldo lactosa con verde brillante dentro de las 48 horas, verifica a la colonia probada como coliforme.

**4.6.2 Verificación alternativa de coliformes.**

Aplicar este procedimiento alternativo de verificación de coliformes para colonias aisladas sobre el filtro de membrana. Si no hay colonias aisladas o si la separación entre las colonias es de menos de 2 mm, estriar el crecimiento a medio M-ENDO para asegurar la pureza del cultivo y transferir al tubo de fermentación.

**4.6.2.1 Prueba rápida.**

Una verificación rápida de las colonias es la prueba de citocromo oxidasa (CO) y Beta- galactoxidasa (ONPG). La reacción de los coliformes es de CO negativa y ONPG positiva con 4 horas de incubación del tubo de cultivo o procedimiento de microprueba.

**4.6.2.2 Sistema multiprueba comercial.**

Verificar las colonias por estriar para su purificación, seleccionar colonias perfectamente aisladas e inocular dentro de un sistema multiprueba para enterobacterias que incluya reacciones de fermentación de lactosa, CO y ONPG.

**5. Cálculos**

Cálculos de la densidad de los coliformes

Hacer el conteo, usando filtros de membrana con 20 a 80 colonias de coliformes y no más de 200 colonias para cualquier tipo de colonia según la siguiente ecuación.

$$\text{Colonias de coliformes totales/100 ml} = \frac{\text{Colonias de coliformes contadas}}{\text{ml de muestra filtrados}} \times 100$$

**5.1 Agua de calidad potable**

Con agua de buena calidad, la presencia general de coliformes es mínima. Por lo tanto, se deben contar todas las colonias de coliformes (cajas con 20 a 80 colonias) y usar la fórmula dada anteriormente para obtener la densidad de coliformes.

Si existe un crecimiento confluyente, que es un desarrollo que cubre el área de filtración completa de la membrana o una porción y las colonias no están bien distribuidas, reportar los resultados como “crecimiento confluyente con (sin) coliformes” y solicite un nuevo muestreo del mismo sitio. Si el número total de colonias bacterianas, coliformes o no coliformes excede las 200 por membrana o si las colonias no son suficientemente distinguibles una de la otra para asegurar el conteo, reporte los resultados como “Demasiado numerosas para contar” (DNPC). La presencia de coliformes en tales cultivos, se verifica mediante la colocación del filtro de membrana completo dentro de un tubo estéril con caldo bilis verde brillante. Como alternativa arrastre la superficie completa del cultivo de la membrana con una asa estéril o con un isopo de algodón estéril e inocule a un tubo de caldo lactosado y a otro de caldo bilis verde brillante.

Si se produce gas de este cultivo dentro de las  $48 \pm 3$  horas a  $35 \pm 0.5^\circ\text{C}$ , se concluye la presencia de coliformes.

Se recomienda reportar “Crecimiento confluyente” o “Demasiado numerosas para contar” con al menos una colonia de coliformes detectable (verificada) como una muestra positiva de coliforme total; no se recomienda reportar únicamente “Crecimiento confluyente” o “Demasiado numerosas para contar”.

Cuando no se detectan coliformes, habiendo utilizado volúmenes de muestra pequeños, se requiere una nueva muestra y seleccionar volúmenes más apropiados para la filtración por membrana. Normalmente se requieren volúmenes de 25, 50 o 100 ml para agua potable.

Para reducir interferencia de sobrecrecimiento, en lugar de filtrar 100 ml, filtre porciones de 50 ml a través de 2 diferentes membranas, porciones de 25 ml a través de 4 diferentes membranas, y así sucesivamente. La cuenta de coliformes totales observadas sobre todas las membranas se suma y se reporta el número total en 100 ml.