



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUÍMICA

**“ESTUDIO SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA
EMBOTELLADA EN LAS MARCAS DE MAYOR
CONSUMO, EVALUACIÓN Y PROPUESTA PARA
EL ETIQUETADO EN MÉXICO”**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICO DE ALIMENTOS**

**PRESENTA
BARDO GIOVANNI GUEVARA PADILLA**



MÉXICO, CD. DE MÉXICO

2016



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: M. EN A. I. LANDY IRENE RAMÍREZ BURGOS

VOCAL: M. EN C. ROLANDO SALVADOR GARCÍA GÓMEZ

SECRETARIO: DR. MARISELA BERNAL GONZÁLEZ

1er. SUPLENTE: ALEJANDRA MENDOZA CAMPOS

2º SUPLENTE: DR.-ING. MARÍA DEL CARMEN DURÁN DOMÍNGUEZ DE BAZÚA

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

LABORATORIOS DEL CONJUNTO E 301-103 DE INGENIERÍA QUÍMICA AMBIENTAL Y DE QUÍMICA AMBIENTAL (LIQA Y QA) DE LA FACULTAD DE QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

ASESOR DEL TEMA:

M. en A.I. Landy Irene Ramírez Burgos

SUPERVISOR TÉCNICO:

Dr.-Ing- María del Carmen Durán Domínguez de Bazúa

SUSTENTANTE:

Bardo Giovanni Guevara Padilla

D e c l a r a c i ó n

"Declaro conocer el Código de Ética de la Universidad Nacional Autónoma de México, plasmado en la Legislación Universitaria. Con base en las definiciones de integridad y honestidad ahí especificadas, aseguro mediante mi firma al calce que el presente trabajo es original y enteramente de mi autoría. Todas las citas de, o referencias a, las obras de otros autores aparecen debida y adecuadamente señaladas, así como acreditadas mediante los recursos editoriales convencionales"

Bardo Giovanni Guevara Padilla

ÍNDICE

| | Página |
|---|--------|
| I. Índice de tablas | I |
| II. Índice de figuras | I |
| III. Abreviaturas | III |
| IV. Resumen | IV |
| | |
| Capítulo 1. Problemática | 1 |
| 1.1. Introducción al problema | 1 |
| 1.2. Objetivos | 2 |
| 1.2.1. Objetivo general | 2 |
| 1.2.2. Objetivos particulares | 2 |
| 1.3. Hipótesis | 2 |
| | |
| Capítulo 2. Marco teórico | 3 |
| 2.1. El aluminio (Al) | 3 |
| 2.1.1. Efectos del Al en la salud | 3 |
| 2.2. Potabilización y purificación del agua | 4 |
| 2.3. Los ftalatos | 5 |
| 2.3.1. Características físicas y químicas | 5 |
| 2.3.2. Usos y producción | 6 |
| 2.3.3. Liberación y rutas en el ambiente | 7 |
| 2.3.4. En humanos | 8 |
| 2.4. Disruptores endócrinos | 9 |
| 2.4.1. Alteraciones endócrinas | 9 |
| 2.4.2. Efectos de los disruptores endócrinos | 11 |
| 2.4.3. Efectos asociados con la exposición humana a los disruptores endócrinos | 12 |
| | |
| Capítulo 3. Metodología | 14 |
| 3.1. Esquema experimental | 14 |
| 3.2. Etapa 1: Estudio de campo (encuesta) | 15 |
| 3.3. Etapa 2: Toma de muestras, caracterización y comparación entre etiquetas con base en las normas vigentes nacionales e internacionales | 15 |
| 3.4. Etapa 3: Investigación bibliográfica de los factores que influyen en la presencia de los ftalatos en el agua embotellada y su efecto en el organismo | 17 |
| 3.5. Análisis estadísticos | 17 |
| | |
| Capítulo 4. Resultados y discusión | 18 |
| 4.1. Etapa 4: Análisis y tratamiento de resultados | 18 |
| 4.1.1. Resultados de la encuesta | 18 |
| 4.1.2. Identificación y caracterización de las muestras de agua embotellada en estudio | 22 |
| 4.2. Análisis de las etiquetas con base en normas vigentes nacionales e internacionales | 25 |
| 4.3. Resultados de la cuantificación de aluminio | 31 |

| | |
|--|--------|
| 4.4. Investigación de los efectos que favorecen la presencia de ftalatos en el agua embotellada y sus efectos en la salud humana | 32 |
| | Página |
| Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones | 37 |
| 5.1. Conclusiones | 37 |
| 5.2. Recomendaciones | 39 |
| Referencias | 40 |
| Anexos | 46 |
| Anexo I. Cuestionario aplicado en la primera etapa del proyecto | 46 |
| Anexo II. Tabla de números aleatorios | 47 |
| Anexo III. Tablas que muestran que las determinaciones de pH y conductividad eléctrica se realizaron por triplicado | 48 |
| Anexo IV. Disposición de los residuos producidos en esta investigación | 49 |
| Anexo V. Normas vigentes en México para agua purificada envasada (calidad y etiquetado) | 51 |

Nota:

Esta tesis usa el punto decimal (DOF, 2009)

I. ÍNDICE DE TABLAS

| Tabla | Nombre | Página |
|------------------|---|--------|
| Tabla 4.1 | Total de personas encuestadas, rango de edades y porcentaje de hombres y mujeres encuestadas | 18 |
| Tabla 4.2 | Conocimientos sobre la Información y etiquetado del agua que consumen | 21 |
| Tabla 4.3 | Identificación de las muestras por códigos | 22 |
| Tabla 4.4 | Resultados de las determinaciones experimentales y su comparación con la norma (DOF, 2002; DOF, 1993) | 23 |
| Tabla 4.5 | Comparación de los parámetros medidos entre las normas | 23 |
| Tabla 4.6 | Resultados de la cuantificación de aluminio | 32 |
| Tabla A.1 | Resultados de las tres determinaciones de conductividad eléctrica | 48 |
| Tabla A.2 | Resultados de las tres determinaciones de pH | 48 |

II. ÍNDICE DE FIGURAS

| Figura | Nombre | Página |
|-------------------------------|--|--------|
| Marco teórico | | |
| Figura 2.1 | Ácido orto-ftálico | 6 |
| Figura 2.2 | Ácido tereftálico | 6 |
| Figura 2.3 | 1,2-Bencenodicarboxílico | 6 |
| Metodología | | |
| Figura 3.1 | Estrategia experimental seguida en este proyecto | 14 |
| Resultados y discusión | | |
| Figura 4.1 | Gráfica de preferencia de marca en el consumo de agua embotellada | 19 |
| Figura 4.2 | Gráfica de preferencia de presentación en el consumo de agua embotellada | 20 |
| Figura 4.3 a | Gráfica de resultados por género de las personas que acostumbran | 20 |

| | | |
|-----------------------------|--|----|
| y b | a leer etiquetas | |
| Figura 4.4 | Gráfica de resultados del total de encuestados que leen las etiquetas | 21 |
| Figura 4.5 a | Ejemplo de la coloración en la determinación de cloruros en la muestra "A" de Bonafont | 24 |
| Figura 4.5 b | Estándares de los extremos de concentración de cloruros con agua destilada y de la llave | 24 |
| Figuras 4.6 a, b y c | Resultados de las placas petrifilm, determinación de coliformes totales, Ausencia de colonias | 25 |
| Figura 4.7 | Etiqueta de botella de agua comercial Bonafot | 27 |
| Figura 4.8 | Etiqueta de botella de agua comercial ePura | 27 |
| Figura 4.9 | Etiqueta de botella de agua comercial Ciel | 27 |
| Figura 4.10 | Etiqueta de botella de agua comercial adquirida en Europa (Hungría), ejemplo del contenido de aluminio (2.71 µg/L) | 29 |
| Figura 4.11 a | Etiqueta de botella de agua comercial Sta. María (Nestlé) | 29 |
| Figura 4.11 b | Listado de contenido de minerales en agua embotellada Sta. María (Nestlé) | 30 |
| Figura 4.12 a | Etiqueta de botella de agua comercial Aqua Culinaris (Alemania) | 30 |
| Figura 4.13 a | Etiqueta de botella de agua comercial Peterstaler (Alemania) | 30 |
| Figura 4.12 b | Listado del contenido de minerales en agua embotellada Aqua Culinaris | 31 |
| Figura 4.13 b | Listado del contenido de minerales en agua embotellada Peterstaler | 31 |
| Figura 4.14 | Instrucciones de cuidado para la botella de Bonafont | 34 |
| Figura 4.15 | Instrucciones de cuidado para la botella de ePura | 35 |
| Figuras 4.16 | Instrucciones de cuidado para la botella de Ciel | 35 |
| Figura 4.17 | Instrucciones de cuidado para la botella de Peters (Alemania) | 35 |
| Anexos | | |

| | | |
|-------------------|--|----|
| Figura A.1 | Encuesta realizada sobre el consumo de agua embotellada | 46 |
| Figura A.2 | Tabla de números aleatorios utilizada en la primera etapa de este estudio | 47 |
| Figura A.3 | Diagrama que muestra cómo se obtuvo el cloruro de mercurio y su tratamiento como residuo | 49 |
| Figura A.4 | Diagrama que muestra cómo se utilizaron las placas petrifilm y su tratamiento como residuo | 50 |

III. ABREVIATURAS

| | |
|---------------------|--|
| Al | Aluminio |
| AMEQA | Asociación Mesoamericana de Ecotoxicología y Química Ambiental |
| BBP | Butilbencilftalato |
| Cd | Cadmio |
| DBP | Dibutilftalato |
| DDE | Diclorodifenildicloroetileno |
| DDT | Diclorodifeniltricloroetano |
| DEHP | Dietilhexilftalato |
| DEP | Dietilftalato |
| DES | Dietilestestano |
| DMP | Dimetilftalato |
| DOF | Diario Oficial de la Federación |
| <i>EDC</i> | <i>Endocrine disrupting chemicals</i> |
| <i>EPA</i> | <i>Environmental Protection Agency</i> |
| <i>FDA</i> | <i>Food and Drug Administration</i> |
| Fe | Hierro |
| Hg | Mercurio |
| NOM | Norma Oficial Mexicana |
| PCB | Policlorobifenilo |
| Pb | Plomo |
| <i>PET</i> | Polietilentereftalato |
| pH | Potencial de hidrógeno |
| PVC | Cloruro de polivinilo |
| <i>SETAC-México</i> | Sociedad de Toxicología y Química Ambiental (México) |
| SNC | Sistema nervioso central |
| <i>SPME</i> | Microextracción en fase sólida por sus siglas en inglés |
| TBT | Tributilestano |

RESUMEN

En la actualidad, México es líder mundial en consumo de agua embotellada con un consumo de 243.6 litros per cápita desde el año 2010. Como parte preliminar de esta investigación se realizó una encuesta en la Ciudad de México entre 54 personas seleccionadas de manera aleatoria solicitando información de si adquirirían agua embotellada y por qué. Gracias a la información obtenida en esta encuesta se constató que la población piensa y dice estar segura de que, tanto el agua considerada como potable como las tuberías por las cuales se distribuye en toda la Ciudad de México, es de pésima calidad. Del mismo modo, en la encuesta las personas consideran que el elevado consumo de agua embotellada se debe a que la información que se le proporciona a la población respecto del agua potable suministrada por tuberías es realmente poca, por lo cual, al no estar seguros de su inocuidad y calidad, prefieren optar por el consumo de agua purificada embotellada porque creen que tienen un proceso de elaboración más limpio y seguro. Pero ¿qué tan seguro es este consumo de agua embotellada? Este estudio se dedicó a verificar la calidad del agua, trabajando con tres lotes distintos de las marcas de mayor consumo en la zona sur de la Ciudad de México como Bonafont, ePura y Ciel, mediante parámetros fisicoquímicos y biológicos (pH, conductividad eléctrica, cloruros, coliformes totales y aluminio) establecidos por la NOM-201-SSA1-2002 de “Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel” antes NOM-041-SSA1-1993 de “Agua purificada envasada”. Además, se estudiaron las posibles causas de la degradación del polímero con el que se fabrican las botellas, polietilentereftalato, así como la liberación de compuestos como los ftalatos y los posibles efectos que estos compuestos podrían tener en el sistema endocrino del cuerpo humano. También se evaluaron las etiquetas de cada una de las marcas verificando que cumplieran con la NOM-051-SCFI/SSA1-2010, “Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados - Información comercial y sanitaria”. Se presentan propuestas para la mejora del etiquetado. En cuanto a los parámetros de pH, conductividad eléctrica, cloruros y coliformes totales, se verificó su cumplimiento con la norma vigente, en el caso del aluminio no se detectaron concentraciones de este metal en ninguna de las muestras de las marcas analizadas, lo cual puede indicar que las empresas tienen un mejor control del proceso de producción comparado con los resultados obtenidos en estudios anteriores o que para los lotes analizados en este estudio hubo mejor control de calidad o las concentraciones del aluminio eran menores al límite de detección, 0.3 mg/L, del equipo utilizado. Las muestras estudiadas cumplen con las normas NOM-201-SSA1-2002 y NOM-041-SSA1-1993 (concentración máxima a 0.20 mg/L). Para la posible presencia de los ftalatos se realizó una búsqueda bibliográfica acerca de su presencia en el agua embotellada debido a los factores que degradan las botellas de PET y los efectos en el cuerpo humano.

Palabras clave: Calidad del agua embotellada, consumo, propuesta para el etiquetado en México

Capítulo 1. Problemática

1.1. INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA

En la actualidad el consumo de agua embotellada de la gente ha ido aumentando fuertemente, solamente México tiene un consumo de 243.6 litros anuales per cápita, lo cual hizo que desde el año 2014 se colocara como el primer lugar en consumo de agua embotellada con respecto al resto de los países (Sexenio, 2014). Este aumento de consumo de agua embotellada se debe a que la gente piensa que por ser agua embotellada o elaborada por alguna empresa, es más limpia que la que proveen las autoridades gubernamentales por medio de tuberías a los hogares y, por ende, que el agua embotellada no les causará daños a su salud. Del mismo modo, este consumo se debe a que la información respecto al agua potable suministrada por tuberías es relativamente poca (Archundia, 2010) y la gente duda de la calidad del agua de suministro y de si cumple o no con la calidad e higiene, como lo establecen los parámetros en las normas vigentes para su consumo (DOF, 2013). Al tener presente que la población prefiere el agua purificada embotellada por creer que es más apta para el consumo, surgen una serie de preguntas, por ejemplo: ¿Cómo sabe la población que el embotellado de agua cumple con los parámetros de calidad e higiene?, ¿Acostumbra la gente a leer las etiquetas del agua embotellada que adquiere? y ¿Cómo sabe que la información dada en las etiquetas de los productos es verdadera y correcta? entre otras. Con ayuda de este estudio se busca introducir más información científico-tecnológica con base en estudios que permitan analizar la información dada en las etiquetas de distintas marcas de agua embotellada preferidas por el consumidor, determinar el contenido de un elemento que está normado, el aluminio (Al), en el agua de dichas marcas, basándose en estudios realizados anteriormente en la Facultad de Química de la UNAM (Barriga-Arteaga, 2014; Ramírez-Burgos y Durán-Domínguez-de-Bazúa, 2014) y, a su vez, hacer mención de cuáles pueden ser las causas de la degradación de las botellas de polietilentereftalato (PET) (que es el material más utilizado en la elaboración de botellas para bebidas carbonatadas y botellas de agua) y su liberación de compuestos químicos, como los ftalatos, ya que tanto el aluminio como los ftalatos, son un elemento y un compuesto químico, respectivamente, que pueden provocar daños a la salud.

Es importante realizar el estudio del contenido de las etiquetas de agua embotellada en México, debido a que muchas veces las empresas omiten información en ellas, la cual es importante que se mencione. Un ejemplo de esta información es el contenido de metales como el aluminio que debería estar señalada en la norma vigente sobre etiquetado de agua purificada en México, especialmente por los daños que este metal causa a la salud cuando es consumido en exceso (Bárcena-Padilla, 2010).

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivos generales

- Estudiar la calidad del agua embotellada de las marcas de mayor consumo en México
- Evaluar y proponer mejoras para el etiquetado del agua embotellada en México

1.2.2. Objetivos particulares

- Realizar una comparación entre las normas mexicanas y extranjeras, que regulan el etiquetado del agua embotellada y la calidad de la misma.
- Realizar una caracterización fisicoquímica y biológica del agua, y verificar que estos parámetros cumplan con lo establecido en la NOM-201-SSA1-2002 y NOM-041-SSA1-1993 de agua y hielo para consumo humano y agua purificada envasada (DOF, 2002; DOF, 1993) vigente en México.
- Determinar el contenido de Al presente en las distintas muestras de agua embotellada comercializada en México, el cual debe estar por debajo de lo permitido por la norma (DOF, 2002; DOF, 1993).
- Hacer mención sobre los factores que pueden influir en la presencia de los ftalatos en el agua y su efecto en la salud humana.

1.3. HIPÓTESIS

El agua embotellada de mayor consumo en el mercado mexicano contiene con contaminantes que pueden afectar la salud humana. El etiquetado de las distintas marcas de

agua embotellada no cuenta con toda la información requerida por las normativas mexicanas vigentes acerca del contenido de estos contaminantes, como el aluminio.

Capítulo 2. Marco teórico

2.1. EL ALUMINIO (Al)

El aluminio es el tercer metal más abundante en la corteza terrestre. Se puede encontrar combinado con otros elementos, como oxígeno, sílice y flúor. El aluminio metálico se puede obtener de los minerales que contienen aluminio. Así mismo, se pueden encontrar cantidades de aluminio disueltas en el agua, como lagos, arroyos y ríos bajo la mayoría de las condiciones ambientales (AEA, 2008).

El aluminio metálico es liviano y de color blanco-plateado. Actualmente se utiliza en la fabricación de envases de bebidas, ollas y sartenes, aviones, techos y cubiertas exteriores de viviendas y en láminas de aluminio. Comúnmente se mezcla con pequeñas cantidades de otros metales para formar aleaciones, las cuales son más duras y resistentes. Los compuestos existentes de aluminio tienen muchos usos diferentes. Por ejemplo, el alumbre se usa en el tratamiento de aguas. La alúmina se emplea en abrasivos y revestimientos de hornos. También puede encontrarse en productos de consumo tales como antiácidos, astringentes, aspirina con cubierta entérica, aditivos para alimentos, cosmética y desodorantes (ATSDR, 2008).

2.1.1. Efectos del Al en la salud

Todo el mundo está expuesto a niveles bajos de aluminio en los alimentos, el aire, el agua y el suelo. La exposición al aluminio generalmente no es perjudicial, pero la exposición a cantidades altas puede afectar la salud, puede causar problemas respiratorios y neurológicos y solamente cantidades muy pequeñas de aluminio que se inhalan, ingieren o contactan la piel entrarán al torrente sanguíneo. Las personas que trabajan en lugares donde pueden inhalar altas cantidades de aluminio en polvo pueden desarrollar problemas respiratorios

tales como tos o alteraciones en el tórax, también las que respiran vapores de aluminio no se desempeñan bien en algunas pruebas que miden funciones del sistema nervioso (ATSDR, 2008).

Los estudios en animales han demostrado que el sistema nervioso presenta la mayor susceptibilidad al aluminio. Aunque la administración de dosis altas de aluminio a animales no produjo señales obvias de toxicidad, afectó la capacidad para ejercer fuerza por parte de las extremidades y la movilidad (ATSDR, 2008). También las personas con enfermedades del riñón almacenan una gran cantidad de aluminio en sus cuerpos y en ocasiones desarrollan enfermedades de los huesos o del cerebro que pueden deberse al exceso de aluminio. Algunos estudios sugieren que personas expuestas a niveles altos de aluminio pueden desarrollar la enfermedad de Alzheimer, pero todavía no se sabe con certeza si el aluminio causa la enfermedad de Alzheimer. Se ha comprobado que la ingesta de aluminio está relacionada con una disminución en la síntesis de hemoglobina ya que interviene en la captación celular de hierro por las células eritroides (ATSDR, 2008; Pérez *et al.*, 2002).

Actualmente la *EPA* de los EE.UU. (*Environmental Protection Agency*) recomienda un límite de 0.05 a 0.2 miligramos por litro (mg/L) para aluminio en el agua potable. Este límite no está basado en niveles que pueden afectar la salud de seres humanos o animales, sino en el sabor, olor o color del agua. La Administración de drogas (medicamentos) y alimentos (*FDA*, por sus siglas en inglés), también de los EE.UU., ha determinado que el uso de aluminio como aditivo en alimentos y en medicamentos tales como antiácidos, generalmente no constituye un riesgo para la salud (ATSDR, 2008).

El aluminio combinado con otros elementos se ha encontrado en, por lo menos, 596 de los 1,699 sitios de la Lista de Prioridades Nacionales identificados por la Agencia de Protección del Ambiente de los EE.UU., *EPA*, por sus siglas en inglés (ATSDR, 2008; EPA, 2004).

2.2. POTABILIZACIÓN Y PURIFICACIÓN DEL AGUA

La potabilización es un proceso que se lleva a cabo sobre agua procedente de cuerpos de agua con alta calidad para transformarla en agua potable y de esta manera hacerla apta para

el consumo humano, para ser consumida sin ningún tipo de restricción porque se encuentra absolutamente limpia, por ejemplo, de sólidos suspendidos, aglomeraciones de coloides, de organismos patógenos, de hierro y manganeso, de productos de la sedimentación y corrosión, entre otros contaminantes (Anónimo, 2014). Tal situación es posible gracias al proceso que se lleva a cabo en las plantas potabilizadoras destinadas para tal fin. Mientras tanto, los procesos de purificación resultan ser de lo más variados y puede oscilar desde una simple desinfección añadiéndole cloro al agua hasta procesos mucho más sofisticados como es la destilación y la desinfección con ozono. La potabilización se realiza, mayormente, sobre aguas provenientes de manantiales naturales y en aguas subterráneas.

El tratamiento del agua es el proceso de naturaleza físico-química y biológica mediante el cual se eliminan una serie de sustancias y microorganismos que implican riesgo para el consumo o le comunican un aspecto o cualidad organoléptica indeseable, y la transforma en un agua apta para consumir. Una confirmación que habla de la potabilización del agua que se ingiere se puede obtener a partir de la observación de las condiciones del agua como: que sea inodora, incolora e insípida, (Anónimo, 2014).

Uno de los varios métodos de potabilización del agua y que es a su vez, una forma fácil que se puede hacer en los hogares sin ningún riesgo, es la utilización del compuesto de alumbre. El alumbre es un tipo de sulfato doble, compuesto por el sulfato de un metal trivalente, como el aluminio y otro de un metal monovalente. “Es un compuesto químico muy práctico de utilizar y económico. Su presentación es en forma de cristales de color blanco. Dependiendo de la turbiedad del agua, permite utilizar una dosis adecuada en polvo sin afectar la salud de las personas y sedimentando las partículas suspendidas en el fondo del recipiente. Este producto se puede conseguir en algunas farmacias o establecimientos que distribuyan productos químicos en general” (PAHO, 2013).

El alumbre es un compuesto que tiene actividad coagulante, ya que estos son un grupo de compuestos químicos que permiten la desestabilización o eliminación de cargas de las partículas de pequeño diámetro llamados coloides. Esta acción es seguida por la adición de un compuesto floculante, los cuales “son sustancias químicas que aglutinan sólidos en suspensión (partículas desestabilizadas) en el agua, provocando su precipitación, con lo que

se aclara, se eliminan turbiedades y minerales no recomendables para el consumo humano, por ejemplo, el hierro, que le da al agua un sabor desagradable característico y un aspecto rojizo” (Borrás, 2010).

2.3. LOS FTALATOS

2.3.1. Características físicas y químicas

Los ftalatos son diésteres aromáticos derivados del ácido orto-ftálico (*Figura 2.1*) o del ácido tereftálico (*Figura 2.2*). Son productos químicos que comparten una característica común, la de la estructura de ácido 1,2-bencenodicarboxílico (*Figura 2.3*), que son ampliamente utilizados como agentes plastificantes. Presentan dos cadenas laterales, generalmente alifáticas lineales; aunque también pueden presentar grupos alifáticos ramificados, cicloalifáticos o aromáticos (Fernández *et al.*, 2004).

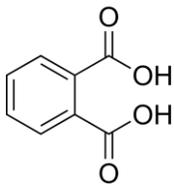


Figura 2.1: Ácido orto-ftálico

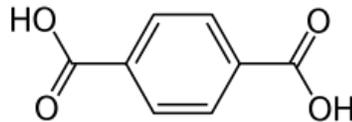


Figura 2.2: Ácido tereftálico

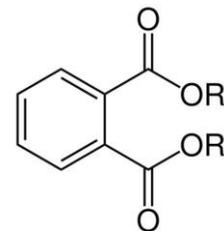


Figura 2.3: 1,2-bencenodicarboxílico

Las diferencias entre los diversos ftalatos son las estructuras de las dos cadenas de hidrocarburos (R1 y R2) fijadas en los dos grupos funcionales de ácido carboxílico. La cadena más pequeña de los ftalatos es el grupo metilo formando ftalato de dimetilo (R1 = R2 = CH₃, DMP). También se han reportado las cadenas más largas, tales como C12 (ftalato de di-tridecilo). Los ftalatos son líquidos claros de aspecto aceitoso, poco solubles en agua y con una volatilidad baja. Las propiedades más específicas de cada compuesto dependen de los sustituyentes laterales que contenga (Nollet, 2011).

2.3.2. Usos y producción

Estos compuestos fueron sintetizados por primera vez en la década de 1920. No obstante, su venta a gran escala se dio hasta 1950 con la aparición de la industria del cloruro de polivinilo (*PVC*, por sus siglas en inglés) (Nollet, 2011). Los ftalatos son ampliamente utilizados en la sociedad moderna. Se usan ampliamente como plastificantes. Se adicionan a diferentes polímeros, principalmente el *PVC*, para aumentar su flexibilidad y suavidad, por ejemplo, el di-2etilhexil-ftalato (*DEHP*) se añade al cloruro de polivinilo (*PVC*), un polímero termoplástico, para que sea más suave y más flexible (Fernández *et al.*, 2004).

De esta forma existen numerosos productos que contienen ftalatos incluyendo: recubrimientos de pisos, papel tapiz, alfombras, vestiduras de muebles y autos, impermeabilizantes, pinturas, adhesivos y pegamentos, aislantes de cables y alambres, autopartes, mangueras, película fotográfica y de grabación, papel de envoltura, manteles, cortinas de baño, artículos de escritorio, juguetes, calzado, cepillos dentales, empaques para alimentos y medicamentos, guantes quirúrgicos, tubería y materiales médicos desechables. Asimismo, los ftalatos se añaden como aditivos y lubricantes, a las formulaciones de cosméticos, esmalte de uñas, perfumes, lociones, jabones y detergentes, medicamentos, plaguicidas y repelentes de insectos, antiespumantes, aceite para bombas de vacío y fluidos dieléctricos (Fernández *et al.*, 2004), por ejemplo, el *DEHP* también se utiliza en los materiales de envasado de alimentos, productos médicos, tales como tubos intravenosos, juguetes de plástico, tapicería de vinilo, cortinas de baño, adhesivos y recubrimientos. Los ftalatos con cadenas laterales más pequeñas, tales como ftalato de dietilo (*DEP*) y dibutilftalato (*DBP*) se utilizan como disolventes en perfumes (Nollet, 2011).

2.3.3. Liberación y rutas en el ambiente

Se ha informado que los ftalatos están presentes en el ambiente, incluyendo el agua y el suelo, productos de consumo, dispositivos médicos, los ecosistemas marinos, el aire interior y el polvo de interiores. Entran en el ambiente principalmente a través de la disposición de objetos en rellenos sanitarios de residuos municipales e industriales de donde son liberados; sin embargo, también pueden liberarse durante la quema de productos plásticos. Una pequeña fracción de estos compuestos se volatiliza a la atmósfera, donde pueden sufrir reacciones fotoquímicas con radicales hidroxilo o dispersarse a sitios lejanos, tanto en la

fracción gaseosa como en partículas y posteriormente reingresar al suelo por precipitación seca o húmeda. Asimismo, estos compuestos pueden llegar a los cuerpos de agua y al océano a través de las descargas de aguas residuales de la industria que manufactura y procesa plásticos, así como de los efluentes de las plantas de tratamiento de agua (Fernández *et al.*, 2004).

Los ftalatos presentan una elevada tendencia a adsorberse en las partículas de suelo y sedimentos y pueden bioacumularse en algunos organismos acuáticos y terrestres. La absorción de los ftalatos del suelo por las raíces de las plantas también ha sido descrita. En suelos contaminados con filtración rápida, los ftalatos pueden ser lixiviados y llegar hasta las aguas subterráneas. Estos compuestos pueden ser biodegradados en condiciones aerobias principalmente, tanto en el suelo como en el agua; sin embargo, este proceso puede ser limitado por la adsorción a partículas. Debido a los procesos anteriores las concentraciones de ftalatos en el ambiente suelen ser bajas (ng/m^3 en aire y mg/L en agua) (Fernández *et al.*, 2004).

La presencia de ftalatos en los alimentos se atribuye principalmente a dos mecanismos: la contaminación durante su procesamiento y la migración a partir de materiales de envasado (Nollet, 2011).

2.3.4. En humanos

La exposición humana a los ftalatos puede ocurrir a través de la ingestión de agua o alimentos contaminados, por la inhalación de aire contaminado o por el contacto dérmico con productos de plástico que los contengan. No obstante, se ha estimado que la exposición por esta última vía es baja. Los ftalatos pueden ser introducidos directamente al torrente sanguíneo cuando a las personas se les administran medicamentos con tubería de plástico o están sujetas a transfusiones y diálisis (Fernández *et al.*, 2004).

La información acerca de la toxicidad de los ftalatos en el humano es muy reciente y escasa; incluso, para algunos de los compuestos las investigaciones son nulas. Hasta el momento no existen informes que describan casos de muerte de personas por exposición directa a los

ftalatos; sin embargo, se han documentado ciertos efectos tóxicos sistémicos, reproductivos y durante el desarrollo fetal, por lo que son clasificados como **disruptores endocrinos**. Por ejemplo, dos individuos expuestos en forma aguda, tras la ingestión de una dosis elevada de estos compuestos presentaron dolor abdominal y diarrea. Por otro lado, en mujeres embarazadas sujetas a hemodiálisis, debido a enfermedad o sobredosis, se observaron casos de niños nacidos muertos, prematuros y con baja masa¹ corporal; mientras que en hombres expuestos ocupacionalmente a di-butil ftalato se encontró una correlación negativa entre la densidad espermática y la exposición al compuesto (Nollet, 2011).

Los estudios toxicológicos y epidemiológicos indican que, en los animales y los seres humanos, algunos ftalatos pueden imitar y tienen propiedades de alteración endocrina. Por ejemplo, los estudios que utilizan la detección de estrógenos de mamíferos *in vitro* revelan que el butilbencil ftalato (BBP) y dibutilftalato (DBP) son estrógenos débiles. Los estudios sobre roedores han demostrado que los ftalatos son estrogénicos y están asociados con efectos adversos en la reproducción. Hubo una asociación lineal inversa entre los niveles de algunos metabolitos de ftalatos (ftalato monobutil y ftalato monobencil) en la orina y la movilidad observada, concentración y morfología normal de espermatozoides en los hombres estadounidenses (Nollet, 2011).

2.4. DISRUPTORES ENDOCRINOS

Existe la preocupación de que algunos productos químicos naturales y sintéticos pueden interferir con el funcionamiento normal del sistema endocrino, afectando así a la reproducción y el desarrollo en la vida silvestre y los seres humanos. Estos productos químicos son llamados disruptores endocrinos (*EDC*, por sus siglas en inglés). Aunque las alteraciones endocrinas se conocen desde la década de 1930, este tema ha recuperado la atención y generó gran interés científico y público desde 1992, especialmente desde la publicación del libro "Nuestro futuro robado" (Colborn *et al.*, 1996). Se han realizado muchos estudios sobre

¹ En esta tesis se usa la palabra masa, ya que la masa y el peso son conceptos diferentes: El **peso**, en física, es la medida de la fuerza que ejerce la gravedad sobre la masa de un cuerpo. Normalmente, se considera respecto de la fuerza de gravedad terrestre. El peso depende de la intensidad del campo gravitatorio, de la posición relativa de los cuerpos y de la masa de los mismos. La **masa** es una propiedad característica de los cuerpos: la cantidad de materia. Y no depende de la intensidad del campo gravitatorio, ni de su posición en el espacio. Por ejemplo, un niño de 36 kg de **masa**, pesa (en la superficie de la Tierra, pero cuantificados con un dinamómetro) 352.8 Newtons (N) o 36 **kg-fuerza**; pero, la misma persona, en la superficie de la Luna pesaría mucho menos de 10 kg-fuerza; sin embargo, su masa seguirá siendo de 36 kg. Las unidades de **peso** y **masa** tienen una larga historia compartida, en parte porque su diferencia no fue bien entendida cuando dichas unidades comenzaron a utilizarse. Cotidianamente, el término "peso" se utiliza a menudo *erróneamente* como sinónimo de masa. La unidad de **masa** del SI es el **kilogramo, kg**, y la de **fuerza** es el **Newton, N**, aunque se usa el **kg-fuerza** que no es una unidad del Sistema Internacional (<http://www.profesorenlinea.com.mx/fisica/masaypeso.htm>)

la disrupción endocrina. Algunos problemas reproductivos en la fauna y los seres humanos se han relacionado con la exposición a estas sustancias químicas. La vida silvestre y los seres humanos están expuestos diariamente a estos productos químicos penetrantes que ya han causado numerosos efectos negativos en la vida silvestre y es más probable que afecten a los humanos (Nollet, 2011).

2.4.1. Alteraciones endocrinas

La Asociación Mesoamericana de Ecotoxicología y Química Ambiental (AMEQA) y la Sociedad de Toxicología y Química Ambiental (SETAC-México) definen la disrupción endocrina de la siguiente manera (SETAC, 2015):

"Son las sustancias químicas sintéticas y de origen natural en el medio ambiente que están alterando las funciones normales del sistema endocrino y de sus hormonas en los seres humanos y la vida silvestre".

Esta hipótesis ha recibido mucha atención en los últimos años porque cada vez hay más pruebas de que algunos productos químicos en el ambiente alteran los sistemas endocrinos en la vida silvestre, así como en los seres humanos.

Un disruptor endocrino también fue ampliamente definido por la *EPA* de los EE.UU., como "un agente exógeno que interfiere con la producción, liberación, transporte, metabolismo, unión, acción, o eliminación, de las hormonas naturales en el cuerpo responsable del mantenimiento de la homeostasis y la regulación de los procesos de desarrollo" (Nollet, 2011).

Hay varias maneras en las que los productos químicos pueden interferir con el sistema endocrino. Pueden imitar, bloquear y alterar los niveles de hormonas naturales, que afectan a las funciones que controlan estas hormonas. Una menor interrupción directa implica la alteración de la capacidad del cuerpo para producir hormonas, interfiere con la forma de viajar de las hormonas a través del cuerpo y los cambios en el número de receptores. Independientemente de la situación, tener demasiado o muy poco de las hormonas que se

necesita, puede hacer que el sistema endocrino funcione inadecuadamente. Interrupciones muy sutiles del sistema endocrino pueden dar lugar a cambios en el crecimiento, desarrollo o comportamiento que pueden afectar el propio organismo o la próxima generación (Guillette *et al.*, 1996).

Las acciones de las hormonas son de dos tipos: de organización y activación. El primer tipo de acción (organización) se produce durante los períodos de desarrollo e induce efectos permanentes, tales como las acciones de los esteroides sexuales y el segundo tipo de acción (activación) hace que sólo haya cambios transitorios en una gran variedad de procesos celulares, tales como el efecto de la insulina sobre la homeostasis de la glucosa. Las acciones de organización son más importantes en términos de efectos con respecto a los disruptores endocrinos. El momento de la liberación de una hormona es a menudo crucial para la función normal en el organismo humano, especialmente durante el desarrollo fetal (Nollet, 2011).

Las hormonas juegan un papel crucial en el desarrollo adecuado del feto en crecimiento. Los embriones y los fetos son especialmente sensibles en determinados momentos a dosis bajas de disruptores endocrinos. Las sustancias que no tienen efecto en un adulto pueden llegar a ser tóxicas en el embrión en desarrollo. El tiempo de exposición puede ser más importante que la dosis de la sustancia y los efectos finales de las alteraciones endocrinas podrían no verse hasta más tarde en la vida o, incluso, hasta la siguiente generación (Colborn *et al.*, 1996).

2.4.2. Efectos de los disruptores endocrinos

Hay pruebas convincentes sobre los efectos de la exposición a los disruptores endocrinos (*EDC*, por sus siglas en inglés) en la vida silvestre. Estos incluyen “imposexo” de moluscos por compuestos orgánicos de estaño, anomalías del desarrollo, masculinización y feminización de caimanes en Florida por los compuestos organoclorados y la feminización de los peces por los efluentes de aguas residuales de las plantas de tratamiento de agua y de las fábricas de papel. También hay evidencia de que las tasas de cáncer testicular y de mama en humanos han aumentado durante las últimas cuatro décadas, sobre todo en los países desarrollados. Sin embargo, salvo en algunos casos (por ejemplo, el dietilestilaño, DES), una relación causal entre la exposición a los productos químicos y los efectos adversos para la salud en los seres humanos no se ha establecido firmemente (Nollet, 2011).

Una extensa lista de los productos químicos que se han encontrado que son o se sospecha que son capaces de alterar el sistema endocrino, incluye muchos plaguicidas que están diseñados para ser bioactivos (DDT-diclorodifeniltricloroetano, vinclozolina, tributilestaño TBT, atrazina), compuestos organoclorados persistentes (nonilfenol y octilfenol), metales pesados (Cd, Pb, Hg), fitoestrógenos (isoflavonas, lignanos, B-sitosterol) y hormonas sintéticas y naturales (B-estradiol, etinilestradiol). Muchos de estos compuestos tienen poco en común estructuralmente o en términos de sus propiedades químicas, pero ellos evocan respuestas agonistas² o antagonistas, posiblemente a través de mecanismos similares de acción. Estos productos químicos se liberan de una amplia variedad de fuentes como la agricultura intensiva, desechos industriales, la actividad minera, las aguas residuales domésticas y los vertederos (rellenos sanitarios). Se sospecha que se pueden encontrar *EDC* en todas las divisiones del ambiente (aire, agua, suelo, sedimentos, etc.), en los productos industriales y artículos para el hogar e, incluso, en los alimentos que se ingieren. No está claro si los componentes en una mezcla actúan aditivamente, en forma sinérgica³ o de manera antagonista (Nollet, 2011).

² Agonista: 2. adj. Bioquím. Dicho de un compuesto, como una hormona, un neurotransmisor, una enzima, un medicamento, etc.: Que incrementa la actividad de otro. U. t. c. s. Antagonista: 3. adj. Bioquím. Dicho de un compuesto: Capaz de disminuir la actividad de otro, tal como una hormona, un neurotransmisor, una enzima, un medicamento, etc. (<http://dle.rae.es/?id=2IUdtvz>)

³ Sinergia: 2. f. Biol. Concurso activo y concertado de varios órganos para realizar una función (<http://dle.rae.es/?id=XyAjW9o>)

Para la mayoría de los disruptores endocrinos la relación dosis-respuesta aún no se ha establecido, especialmente en el rango de dosis baja y esto puede variar de especie a especie. Los *EDC* se pueden clasificar en las siguientes categorías (Depledge y Billinghamurst, 1999):

1. Estrógenos ambientales: metoxicloro, bisfenol A.
2. Antiestrógenos ambientales: la dioxina, el endosulfán.
3. Los antiandrógenos ambientales: la vinclozolina, DDE.
4. Sustancias tóxicas que reducen los niveles de hormonas esteroides: fenarimol y otros fungicidas, endosulfán.
5. Sustancias tóxicas que afectan la reproducción principalmente a través de efectos sobre el sistema nervioso central (SNC): ditiocarbamato.
6. Sustancias tóxicas que afectan el estado hormonal: Cd, colorantes basados en bencidina.

2.4.3. Efectos asociados con la exposición humana a disruptores endocrinos

Los productos químicos que son disruptores endocrinos (*EDC*, por sus siglas en inglés) necesitan entrar en un organismo antes de que puedan alterar su sistema endocrino. Los seres humanos pueden estar expuestos en una variedad de formas: los alimentos que se comen, el aire que se respira y las partículas de vapores que contiene, los productos farmacéuticos que se ingieren por razones médicas, el agua que se bebe, el suelo que se come accidental o intencionalmente y la exposición de la carga corporal intrauterina de la madre.

Los disruptores endocrinos se han relacionado con una serie de problemas de salud humana, incluyendo una mayor incidencia de cáncer en los testículos, la próstata y el cáncer de mama en la mujer, disminución de la calidad y el recuento de espermatozoides, aumento de la frecuencia de criptorquidia⁴ e hipospadias⁵, aumento de la incidencia de fenómenos

⁴ Del griego κρυπτός *kryptós* 'oculto', ὄρχις, -ιδος *órchis, -idos* 'testículo' y *-ia*. 1. f. Medicina. Ausencia de uno o de ambos testículos en el escroto (RAE, 2016)

⁵ Del griego ὑποσπαδίας *hypospadiás* 'hombre con el orificio de la uretra por debajo'. 1. m. Medicina. Malformación de la uretra, con un orificio anormal (RAE, 2016)

poliquísticos en ovarios de las mujeres, endometriosis⁶, alteración del desarrollo físico y mental. Además, existe evidencia de que los *EDC* se acumulan en los tejidos grasos de los organismos y aumentan su concentración a medida que avanzan a través de la red alimentaria (biomagnificación) (Nollet, 2011).

Más evidencia ha surgido recientemente de que la exposición a los *EDC* como **ftalatos**, PCB (policlorobifenilo) y Hg puede perturbar los procesos reproductivos y de desarrollo. Sin embargo, muchas incertidumbres sobre los disruptores endocrinos son motivo de preocupación en la actualidad y aún no se tienen respuestas concretas y definitivas a muchas preguntas, por ejemplo ¿Qué tan grande es el efecto de los *EDC* en la salud humana, especialmente en los niveles bajos de exposición? ¿Cuáles son los efectos no observados de los *EDC*? Con ello la evidencia actualmente disponible justifica aún más la práctica investigadora hacia el futuro.

Con base en la importancia de la información mencionada sobre el aluminio, los ftalatos, la potabilización del agua y de los efectos que pueden causar sobre la salud de las personas, se realizó este estudio, en el cual primero se hizo una encuesta sobre el consumo del agua embotellada, así como el conocimiento de las personas acerca de la información contenida en las etiquetas de éstas, en las marcas de mayor consumo en la zona sur de la Ciudad de México. A estas marcas se les hicieron distintas determinaciones como: conductividad eléctrica, pH, contenido de cloruros, coliformes, cuantificación de aluminio y, además, se realizó un análisis de las etiquetas verificando que todos estos parámetros cumplieran con lo establecido en la normativa mexicana vigente.

⁶ De *endometrio y -osis*. 1. f. Medicina. Formación de mucosa uterina en órganos distintos del útero (RAE, 2016)

Capítulo 3. Metodología

3.1. ESQUEMA EXPERIMENTAL

En la *Figura 3.1* se muestra la metodología empleada en este estudio, que consistió de cuatro etapas.

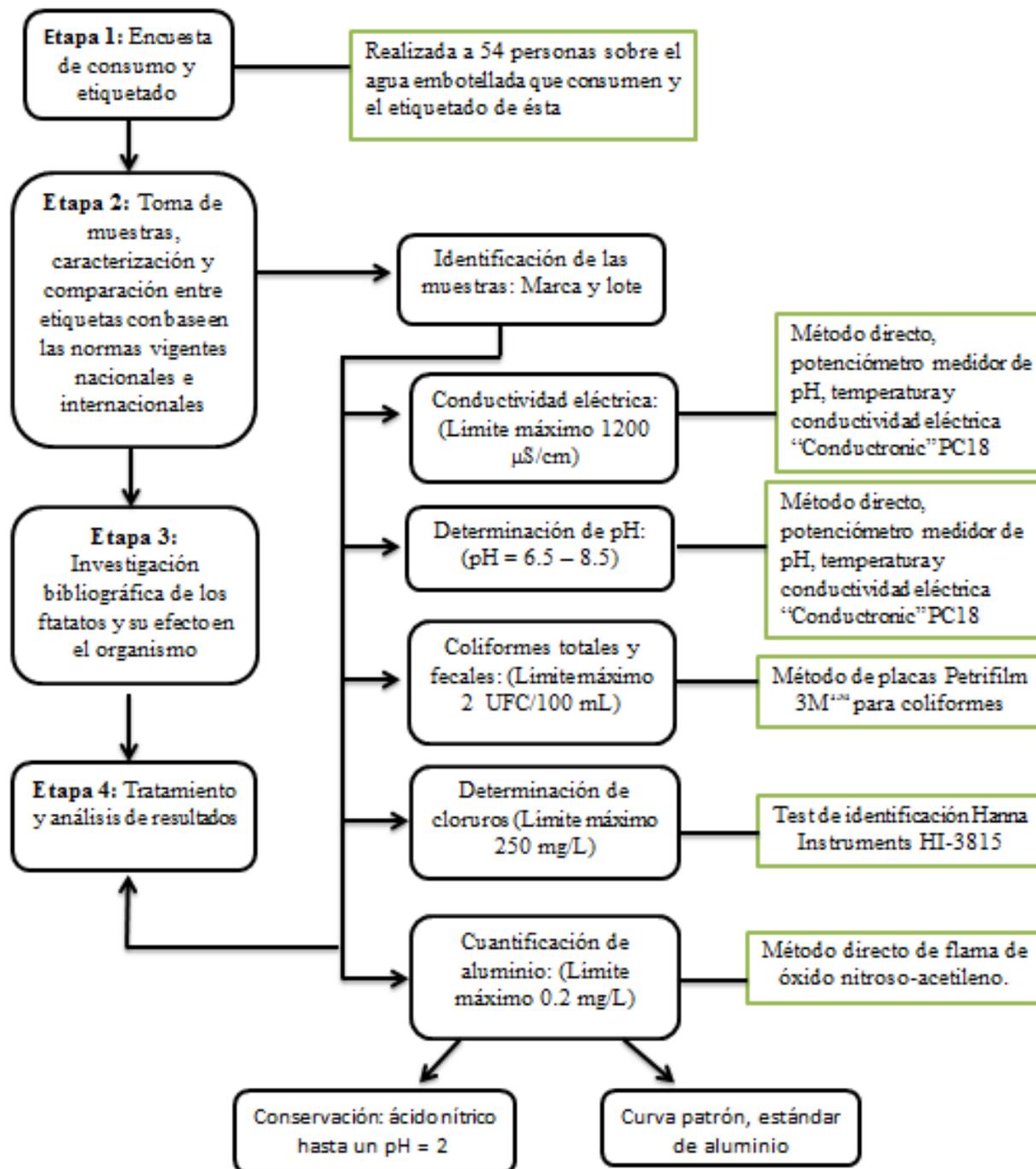


Figura 3.1: Estrategia experimental seguida en este proyecto

3.2. ETAPA 1: ESTUDIO DE CAMPO (encuesta) (Anexo I)

Se realizó un estudio de campo, mediante un cuestionario de 5 preguntas a 54 personas de la zona sur de la Ciudad de México, con un rango de edad de 21 a 48 años, seleccionadas aleatoriamente como se indica abajo, con la finalidad de confirmar el consumo de agua embotellada de la gente y su preferencia por cierta marca (Bonafont, e-Pura y Ciel u otra) y las presentaciones (600 mL, 1 L, 1.5L, 20 L u otra), con el objetivo de poder comparar lo obtenido con los resultados de un estudio anterior realizado por Barriga-Arteaga, en 2014. Además, en este proyecto se busca ampliar la información sobre el porcentaje de las personas que dedican tiempo a leer las etiquetas del agua embotellada (de las marcas encontradas como de mayor consumo) y, del mismo modo, determinar si estas personas conocen la información que se proporciona en las etiquetas de dichos productos y saber si es suficiente o importante para ellos. Los encuestados se seleccionaron utilizando una hoja de números aleatorios, con el fin de asegurar que se eligieran al azar a las personas encuestadas (**Anexo II**).

3.3. ETAPA 2: TOMA DE MUESTRAS, CARACTERIZACIÓN Y COMPARACIÓN ENTRE ETIQUETAS CON BASE EN LAS NORMAS VIGENTES NACIONALES E INTERNACIONALES

Una vez analizada la información obtenida en los cuestionarios, se encontró que, en efecto, las marcas de mayor consumo para las 54 personas encuestadas fueron Bonafont, ePura y Ciel, por lo que se seleccionaron tres distintos lotes de cada una de las marcas en su presentación de 1 L, ya que fue lo reportado en las encuestas como la presentación más consumida por las personas. Las muestras se adquirieron en tiendas de abarrotes locales en la zona sur de la Ciudad de México y supermercados (Walmart Villa Coapa, Bodega Aurrera Miramontes). Se realizó la caracterización de las muestras y los parámetros determinados fueron los siguientes:

Determinación de pH: Método de laboratorio. Para la lectura de pH se utilizó un potenciómetro medidor de pH, temperatura y conductividad eléctrica. Marca “Conductronic” modelo PC18 con rango de -2.00 a 16.00 de pH y una precisión de ± 0.02 pH a temperatura

ambiente (Conductronic, 2014), con la finalidad de determinar el valor de pH de las muestras de agua en estudio de las distintas marcas y se realizó por triplicado.

Conductividad eléctrica: Método de laboratorio (APHA, AWWA, WPCF, 1992). Para esta determinación se utilizó un potenciómetro medidor de pH, temperatura y conductividad marca “Conductronic” modelo PC18 con rango de 0 a 19.99 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y una precisión de $\pm 1.5\%$ a temperatura ambiente (Conductronic, 2014). Es un método que se basa en la propiedad que el agua adquiere para conducir la corriente eléctrica cuando tiene iones disueltos. Este equipo da resultados directos con las unidades de $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Determinación de cloruros: Método Oficial de Análisis (AOAC, 1984). Para esta determinación se utilizó un “kit” de análisis para cloruros (Hanna Instruments HI-3815), el cual se basa en una reacción colorimétrica por parte de una reacción entre iones mercurio e iones de cloruro, dando como producto cloruro de mercurio, formando una solución morada por la difenilcarbazona como indicador, causado por un exceso de iones mercurio, lo cual indica el punto final de la determinación. Este método da los niveles de contenido de cloruros en mg/L.

Determinación de coliformes: Se utilizó el método de placas 3MTM PetrifilmTM E. coli / Coliformes. Las placas que se utilizaron pertenecen al lote 2016-11 KA. Estas placas fueron inoculadas, empleando material estéril, con cada una de las muestras de las tres marcas analizadas y fueron incubadas durante 48 h a 36 °C, al término de este periodo se verificó el crecimiento de colonias. Las placas contienen un medio de cultivo selectivo (ya listo para usar): Violeta Rojo Bilis (VRB), un agente gelificante soluble en agua fría y un indicador de tetrazolio que facilita la enumeración de colonias. Cuenta con un film superior que atrapa el gas producido por la degradación de la lactosa por los coliformes, la cual contiene el medio.

Determinación de aluminio. Método de determinación de metales por espectrometría de absorción atómica de llama. Método directo de llama de óxido-acetileno (APHA, AWWA, WPCF, 1992). Para este análisis la metodología marca que primeramente se toma una alícuota de 100 mL para conservarlas con ácido nítrico a un pH de 2, hasta el momento de realizar la determinación. Se empleó un equipo de espectrofotometría de absorción

atómica marca Perkin Elmer modelo 3100 y se utilizó el método de llama. Límite de detección 0.3 mg/L.

Comparación entre el contenido de las etiquetas contra la normativa mexicana e internacional: Primeramente se analizó que las etiquetas de las marcas estudiadas cumplieran con la normativa mexicana, una vez realizado esto, se comparó contra una normativa internacional, especialmente de Europa (Diario Oficial de la Unión Europea), España (Real Decreto del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación) y el Codex Alimentarius, que se usa a nivel internacional.

3.4. ETAPA 3: INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRESENCIA DE LOS FTALATOS EN EL AGUA EMBOTELLADA Y SU EFECTO EN EL ORGANISMO

El método reportado para determinar ftalatos es la cromatografía de gases acoplado a un espectrofotómetro de masas (*MS/GS*, por sus siglas en inglés) con microextracción en fase sólida (*SPME*, por sus siglas en inglés). Se realizó una investigación bibliográfica acerca de los efectos que pueden provocar los ftalatos presentes en el agua embotellada y los efectos en el sistema endócrino o endocrino del cuerpo humano.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Las gráficas permiten la familiarización con los datos que se han recopilado y resumido, por parte de las encuestas, en la etapa 1 de este estudio. Se considera un análisis exploratorio que produce una representación visual y revelan el comportamiento de los datos obtenidos. En especial las gráficas circulares o de pastel son de especial utilidad para mostrar proporciones (porcentajes) relativas de las variables. Estas gráficas se utilizaron con el propósito de mostrar las proporciones de la población encuestada que consumen agua purificada embotellada y las que acostumbran leer las etiquetas de éstas.

En este estudio se utilizaron tres lotes distintos, de cada una de las muestras de estudio (Bonafont, ePura y Ciel). Las determinaciones de conductividad eléctrica y del pH, se realizaron por triplicado para cada lote. A los datos obtenidos se les calculó su media para cada lote y su respectiva desviación estándar. Es una medida de dispersión para las variables y da una relación de cuánto se separan los datos analizados.

Capítulo 4. Resultados y discusión

4.1. ETAPA 4: ANÁLISIS Y TRATAMIENTO DE RESULTADOS

4.1.1. Resultados de encuestas

En la primera etapa de este estudio se elaboró una encuesta de tal manera que con las dos primeras preguntas se descartaba a las personas que informaban que no leían las etiquetas de las botellas y/o que no consumían agua embotellada y que, por lo tanto, para fines de este estudio no serían considerados ya que la información no sería de utilidad.

La encuesta se aplicó a 54 personas en la zona sur de la Ciudad de México. Primeramente se encuestó a 50 personas. De ellas, la información proporcionada por 4 no fue útil para los fines de este estudio (92.6% consumen agua embotellada con frecuencia y solamente un 7.4% prefiere el consumo de otro tipo de agua, como la de grifo), por lo cual se realizaron cuatro encuestas más, de manera de tener un número cerrado (50), con el fin de solamente reafirmar la información que se obtuvo en estudios realizados anteriormente (Barriga-Arteaga, 2014), que ponen a las marcas Bonafont, ePura y Ciel como las preferidas en el mercado.

Por lo anterior de las 54 personas encuestadas solamente se consideraron a 50 de ellas tomándolas como el 100%. De las 50 personas que sí consumen agua embotellada 62% fueron mujeres y 38% hombres. El intervalo de edad de los encuestados va de 21 a 48 años, con un promedio de 25 años (*Tabla 4.1*).

Tabla 4.1: Total de personas encuestadas, rango de edades y porcentaje de hombres y mujeres encuestados

| | Edad | Rango (encuestados) |
|-----------------------------|-------|---------------------|
| Edad promedio (encuestados) | 25 | 21 – 48 |
| Edad promedio (masculino) | 26 | 22 – 40 |
| Edad promedio (femenino) | 25 | 21 – 48 |
| Género | Total | % |
| Total de encuestados | 50 | 100% |
| Masculino | 19 | 38% |
| Femenino | 31 | 62% |

En cuanto a la marca preferida de consumo, como en estudios anteriores (Barriga-Arteaga, 2014), se encontró que Bonafont fue la marca líder con un 50% de preferencia de la gente (*Figura 4.1*), seguida de las marcas e-Pura 30%, Ciel 12% y otras marcas como Santa Clara, Nestlé, Fiji o de purificadoras locales las cuales tuvieron un 8% de preferencia.

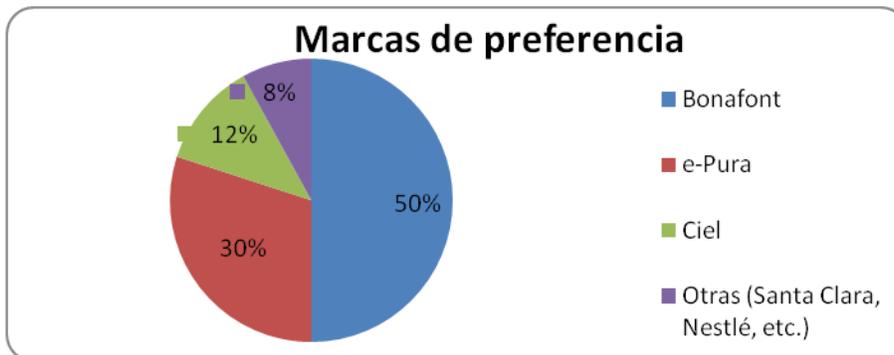


Figura 4.1: Gráfica de preferencia de marca en el consumo de agua embotellada

Aunque las tres marcas pertenecen a empresas muy grandes y de gran impacto en el mercado a nivel mundial (Bonafont – Danone -Europa-, Ciel – Coca-Cola -EE.UU.- y ePura – Pepsico -EE.UU.-), Danone ha sabido hacer de Bonafont una marca líder en este mercado, dado que cuenta con un fuerte sistema de entrega, experiencia en el mercado de bebidas y, además, cuenta con estrategias de mercadotecnia que tienen un impacto positivo en la gente como su famoso “Reto Bonafont” y “Reto de los dos litros diarios” (Espinosa, 2015). Cabe mencionar que Coca-Cola y Pepsico también son empresas con gran experiencia en el mercado de bebidas, pero se enfocan más a la producción de bebidas gaseosas y para Danone, Bonafont es una de sus marcas más fuertes e importantes.

En cuanto a la presentación que prefieren los consumidores el resultado mostró que es la de 1 L (*Figura 4.2*), con un 68% de preferencia. Esto puede tener una relación directa a que es un tamaño práctico, acorde con la publicidad de las marcas (retos) y lo que se recomienda tomar de agua a diario, ya que las otras presentaciones, si son más grandes pueden ser estorbosas y si son más pequeñas la gente tiene que estar rellenándolas con frecuencia para alcanzar el consumo diario recomendado, de 2-3 litros diarios (Instituto de Investigación Agua y Salud, 2015). La presentación de 1 L es seguida de la de 600 mL con un 14%, 1.5L con un 12% y otras presentaciones como 20 L con un 6%.

Asimismo, con esta encuesta se determinó el porcentaje de la población consultada que dedica tiempo a leer las etiquetas de los productos que adquieren a diario, en este caso las de agua embotellada, además de saber si conocen las etiquetas de la marca que consumen y la información que éstas proporcionan.

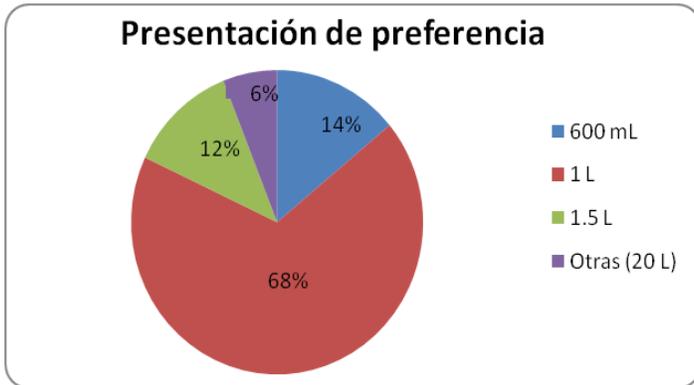
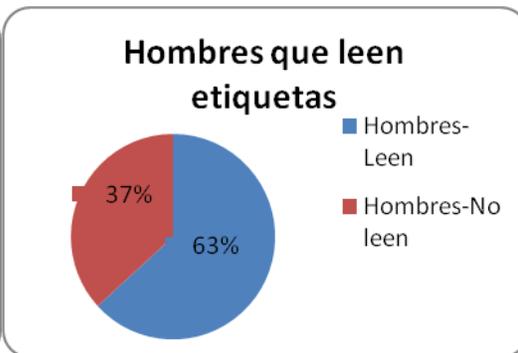


Figura 4.2: Gráfica de preferencia de presentación en el consumo de agua embotellada

La encuesta dio como resultado que el 76% de la gente acostumbra a leer las etiquetas de los productos que adquieren y el 24% no suele hacerlo. Con base en los resultados se puede decir que la mayoría de la población encuestada se preocupa por los productos que ingiere. También la encuesta da los porcentajes por género de las personas que acostumbran leer las etiquetas (*Figuras 4.3 a, b*). Las mujeres suelen tener más atención a las etiquetas de los productos que consumen (85%), en comparación con los hombres (63% acostumbra hacerlo). Esto puede ser porque en la mayoría de los hogares mexicanos las mujeres llevan el control del hogar y, por lo tanto, de los productos que se consumen en la familia buscando cuidar su salud. En la *Figura 4.4* se puede observar el porcentaje total de las personas encuestadas que si acostumbran a leer la información proporcionada por las etiquetas, con un 76% es la mayoría de las personas las que sí lo hacen.



(a)



(b)

Figuras 4.3 a y 4.3 b: Gráficas de resultados por género de las personas que acostumbran a leer etiquetas

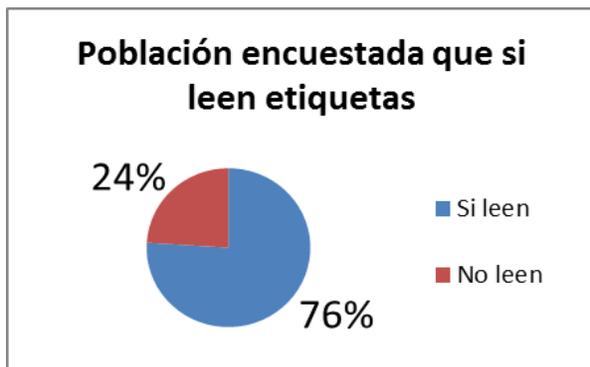


Figura 4.4: Gráfica de resultados del total de encuestados que leen las etiqueta.

Dentro de la misma encuesta se les preguntó a los consumidores de agua si conocían todo lo relacionado con la etiqueta y a la información escrita en ella, específicamente sobre las marcas que más consumen (*Tabla 4.2*). Se puede ver que la mitad de los encuestados dicen conocer la etiqueta y la información en ella y el otro 50% no. Si esta *Tabla 4.2* se compara con la *Figura 4.4*, se puede ver que la gráfica en cuanto a las personas que dicen leer las etiquetas existe un 26% que afirma leer las etiquetas pero al mismo tiempo no conocen la información que estas proporcionan, por lo que se puede pensar que las personas que representan ese 26%, no prestan atención al leer las etiquetas o simplemente mintieron al contestar la pregunta de la encuesta sobre si leen o no las etiquetas.

Tabla 4.2: Conocimiento sobre la Información y etiquetado del agua que consumen

| | Conocen la información proporcionada por las etiquetas | % |
|------------------------------|--|-----|
| Sí conocen dicha información | 25 | 50% |
| No conocen dicha información | 25 | 50% |

| | | |
|-------|----|------|
| Total | 50 | 100% |
|-------|----|------|

Para comprobar esto se incluyó una pregunta abierta en la encuesta donde se le pidió a la gente que, de la marca que más consumieran, escribieran todo lo que recordaban de la etiqueta en general. La mayoría de la gente contestó que recordaban el color característico de la marca, la leyenda “baja en sodio” o “cero sodio”, el contenido neto y tabla nutrimental. Aunque las etiquetas son un poco más complejas y cuentan con más información como: el logo o imagen, código de barras, teléfonos de atención a clientes, signos de reciclaje, razón social, etc., fue mínima la gente que logró recordar y contestar todo este tipo de información.

Cabe mencionar que por norma en México (DOF, 2010), el agua purificada envasada puede omitir colocar la tabla nutrimental y la lista de ingredientes, al ser esta una de las respuestas más contestadas, se puede decir que la gente piensa que las etiquetas son iguales para todos los productos. Esto no es así, ya que existen productos como el agua purificada envasada, los cuales pueden omitir cierta información debido a su composición. Con base en esta información se puede decir que la gente sí lee las etiquetas, pero solamente leen la información más sobresaliente y, además, no se dan cuenta de que las etiquetas pueden contener o no información específica para cada producto.

4.1.2. Identificación y caracterización de las muestras de agua embotellada en estudio

Las botellas adquiridas en los diferentes puntos de venta fueron identificadas por medio de un código, letras del alfabeto (*Tabla 4.3*). Su caracterización, basada en el método planteado en la metodología de este estudio está señalada en la *Tabla 4.4*, presentando los resultados obtenidos en la parte experimental de este estudio, indicando los límites máximos permitidos (DOF, 2002; DOF, 1993). En el Anexo III, se puede observar que las determinaciones de pH y conductividad eléctrica se realizaron por triplicado y se obtuvo un promedio con su desviación estándar para cada muestra.

Tabla 4.3. Identificación de las muestras por códigos

| Marca | Código de muestra | Presentación (L) | Lote | Fecha de caducidad |
|----------|-------------------|------------------|-------------|--------------------|
| Bonafont | A | 1 | A721:16L218 | 05-Ago-17 |

| | | | | |
|-------|---|---|-----------------------|-----------|
| | B | 1 | G405:55L205 | 23-Jul-17 |
| | C | 1 | A704:56L202 | 20-Jul-17 |
| ePura | D | 1 | 0723IZT180753 | 18-Jul-16 |
| | E | 1 | 1233IZT080853 | 08-Ago-16 |
| | F | 1 | 0449ITZ220753 | 22-Jul-16 |
| Ciel | G | 1 | 04:28717 ^a | 20-Jul-16 |
| | H | 1 | 14:41717 ^a | 01-Jul-16 |
| | I | 1 | 20:34717 ^a | 17-Mar-16 |

Al hacer esa comparación se puede observar claramente que todas las muestras estudiadas se encuentran por debajo de estos límites o entran en el rango (pH) permitido, por lo cual cumplen con la NOM-041-SSA1-1993 y con la NOM-201-SSA1-2002 (DOF, 1993; DOF, 2002) y se pueden considerar aptas o seguras para consumo humano en lo que a esos parámetros se refiere. Cabe mencionar que la conductividad eléctrica es directamente proporcional a la concentración de sólidos disueltos y, por lo tanto, cuanto mayor sea dicha concentración, mayor será la conductividad eléctrica. Este resultado comprueba lo que la marca ePura muestra en su publicidad, que es “el agua con menos cantidad de sales en el mercado mexicano” (Tabla 4.4).

Tabla 4.4. Resultados de las determinaciones experimentales y su comparación con la norma (DOF, 2002; DOF, 1993)*

| Marca | Código de muestra | pH (potencial de hidrógeno) | Conductividad eléctrica (µS/cm) | Cloruros como Cl ⁻ (mg/L) | Coliformes totales (UFC/100mL) |
|------------------------|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| Bonafont | A | 7.97 | 285 | 10.3 | N/D |
| | B | 7.6 | 360.66 | 10.3 | N/D |
| | C | 8.01 | 283.66 | 10.3 | N/D |
| ePura | D | 6.81 | 8.33 | 4.6 | N/D |
| | E | 6.68 | 9.33 | 5 | N/D |
| | F | 6.58 | 7 | 5 | N/D |
| Ciel | G | 6.73 | 275.33 | 13.3 | N/D |
| | H | 6.99 | 292 | 14.3 | N/D |
| | I | 6.79 | 299.33 | 14.3 | N/D |
| DOF, 2002 DOF, 1993 | Límites | 6.5 – 8.5 | 1200.0 | 250.0 | 0 |

*Aunque la NOM-201-SSA1-2002 es la vigente en México y la que sustituyó a la NOM-041-SSA1-1993, los valores máximos permitidos y el rango de pH fueron tomados de la NOM-

041-SSA1, ya que la NOM-201-SSA1-2002 no establece ya valores máximos permitidos para aluminio, cloruros como Cl⁻, ni para coliformes totales por el método de unidades formadoras de colonias (UFC) ni conductividad eléctrica (un retroceso que deberá ser considerado ya que afecta la salud de los consumidores)

Tabla 4.5: Comparación de los parámetros medidos entre las normas*

| | Conductividad eléctrica | pH | Coliformes totales | Cloruros (Cl ⁻) | Aluminio |
|----------------|-------------------------|-----------|--|---|----------|
| NOM-127 | Máx. 1200 μ S/cm | 6.5 – 8.5 | 2 UFC/100 mL 2 NMP/100 mL | 250 mg/L | 0.2 mg/L |
| NOM-041 | --- | 6.5 – 8.5 | NMP/100 mL no detectable UFC/100 mL cero | 250 mg/L | 0.2 mg/L |
| NOM-201 | --- | --- | < 1.1 NMP/100 mL | Cloro residual libre después de contacto con desinfectantes 0.1 mg/L | --- |

En la determinación de cloruros, las imágenes (Figura 4.5a, b) muestran la coloración característica de esta prueba, de color morado, que se presenta una vez que se alcanza el punto final de la reacción y se encuentra en el medio un exceso de iones mercurio.

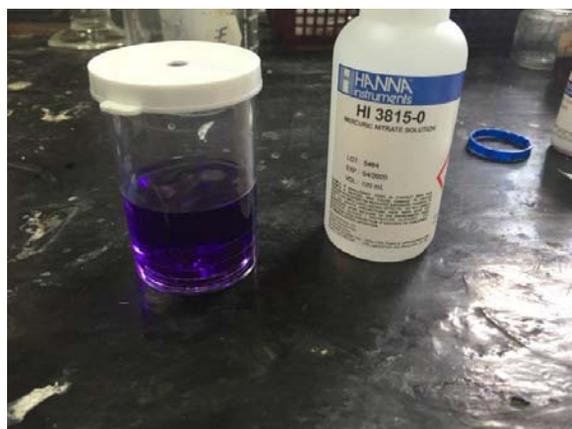


Figura 4.5a: Ejemplo de la coloración, en determinación de cloruros en la muestra “A” de Bonafont

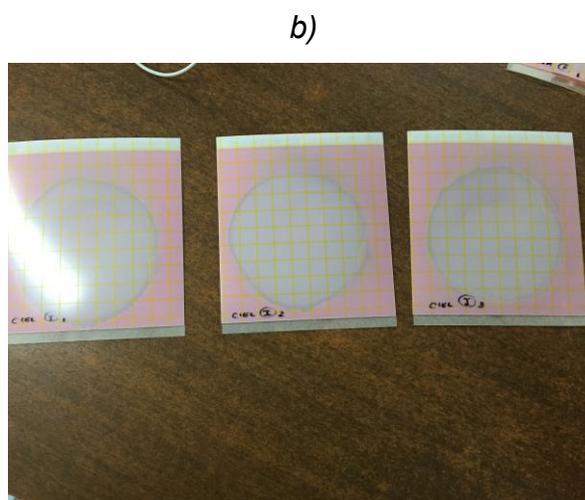
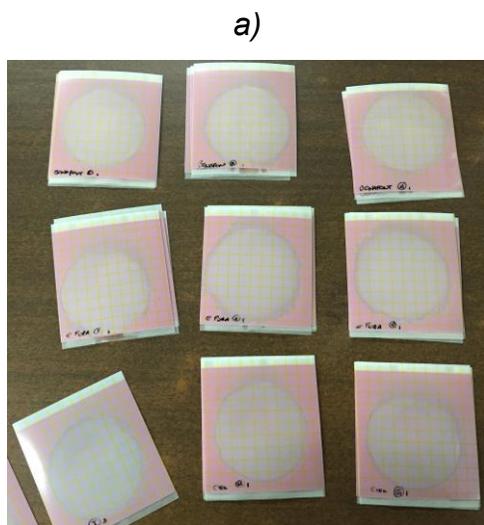
Figura 4.5b: Estándares de los extremos de concentración de cloruros con agua destilada y agua de la llave

En la *Figura 4.5a* se observa el ejemplo de la determinación por este método con la muestra “A” de Bonafont de 1L, para la cual fueron necesarios 0.103 mL de la solución de nitrato de mercurio para obtener el exceso de iones mercurio.

En la *Figura 4.5b* se muestra un estándar donde se encuentran los puntos extremos de concentración de cloruros, en agua destilada donde se utilizaron 0.03 mL de nitrato de mercurio y en agua de la llave o grifo (tomada de una “tarja” o fregadero de los laboratorios) donde se utilizaron 0.38 mL.

Todas las muestras analizadas quedaron dentro de estos dos extremos.

Se puede observar en las imágenes que ninguna de las placas (*Figuras 4.6a, b, c*), para las distintas marcas, presenta crecimiento de colonias de organismos coliformes totales, por lo cual las tres marcas de agua embotellada cumplen con las normas “NOM-041-SSA1-1993 y NOM-201-SSA1-2002 (DOF, 2002; DOF, 1993), agua y hielo para consumo humano y agua purificada envasada.



c)



Figuras 4.6a, 4.6b y 4.6c: Resultados de las placas petrifilm para la determinación de organismos coliformes totales, que muestran ausencia de colonias

4.2. ANÁLISIS DE LAS ETIQUETAS CON BASE EN NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES

Uno de los objetivos de este proyecto, es analizar y comparar las etiquetas entre las marcas estudiadas, ver que éstas cumplan con la normativa vigente en México y hacer comparaciones contra la normativa internacional.

En México, la Norma Oficial Mexicana “NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados - Información comercial y sanitaria” es la que tiene como objetivo establecer la información comercial y sanitaria que debe contener el etiquetado de los alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasadas de fabricación nacional o extranjera que se distribuyan en el país y a su vez determina las características de dicha información (DOF, 2010).

Además, también está la Norma Oficial Mexicana “NOM-201-SSA1-2002, Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel, especificaciones sanitarias”, cuyo objetivo es establecer las disposiciones y especificaciones sanitarias que deben cumplir el agua y el hielo para consumo humano envasados y a granel, excepto la que es consumida directamente de los sistemas de abastecimiento (DOF, 2002). Esta última pasó a sustituir a la “NOM-041-SSA1-1993, Bienes y servicios. Agua purificada envasada,

especificaciones sanitarias”, cuyo objetivo era el de establecer las especificaciones sanitarias para el agua purificada envasada con el fin de reducir los riesgos de transmisión de enfermedades gastrointestinales y las derivadas de su consumo (DOF, 1993).

Estas tres normas se diferencian en que la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (DOF, 2010) se utiliza para etiquetas a todos los productos que se venden en suelo mexicano (menos productos alcohólicos) y, específicamente, para el agua purificada embotellada establece puntos, donde indica que hay información que estas pueden omitir en sus etiquetas. La NOM-041-SSA1-1993 (DOF, 1993) solamente hace referencia a que las aguas embotelladas se deben basar en la norma general de etiquetado del país (051) y la norma vigente NOM-201-SSA1-2002 (DOF, 2002) en su parte de etiquetado ya establece mayores requisitos que debe contener la etiqueta bajo esta norma, pero al mismo tiempo se apoya en la norma de etiquetado (DOF, 2010).

Con base en la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (DOF, 2010), las etiquetas de las tres marcas de agua estudiadas, cumplen con las especificaciones señaladas en ella, como por ejemplo: denominación del producto, contenido neto, país de origen, denominación o razón social y domicilio fiscal, identificación del lote y fecha de caducidad, etc. (Figuras 4.5, 4.7 y 4.8). Algo importante de mencionar sobre esta norma (051), es que en el apartado 4 de especificaciones, en el punto 4.2.8 de información nutrimental, menciona que las aguas purificadas envasadas, aguas minerales naturales quedan exceptuadas de incluir la información nutrimental así mismo el etiquetado frontal y la lista de ingrediente. Por ello se puede observar en las imágenes (Figuras 4.7 y 4.9) que tanto la marca Bonafont como la de Ciel pueden omitir esta información en sus etiquetas sin ningún problema.



Figura 4.7: Etiqueta de botella de agua comercial Bonafont



Figura 4.8: Etiqueta de botella de agua comercial ePura



Figura 4.9: Etiqueta de botella de agua comercial Ciel

Hasta su vigencia la NOM-041-SSA1-1993 (DOF, 1993), en el apartado 9 de Especificaciones, solamente mencionaba que la etiqueta del producto debía cumplir con lo establecido en el reglamento y normatividad de etiquetado vigente en el país, por lo que debía ajustarse a lo establecido en la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (DOF, 2010). Pero en la actual norma vigente NOM-201-SSA1-2002 (DOF, 2002) en el apartado 10 de Etiquetado, en el punto 10.2.2.1.1 dice que el listado de ingredientes puede quedar exento cuando se trate de productos de un solo ingrediente. Además, en el punto 10.2.2.3.4 menciona que si la bebida contiene leyendas como “bajas en sales”, estas deben establecer en la etiqueta qué minerales son los que se encuentran en bajas concentraciones y cuáles son los valores de referencia.

De este modo las etiquetas de las tres marcas cumplen con la normativa mexicana vigente para el etiquetado, NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (DOF, 2010) y, por lo tanto, en lo que se refiere a esta norma, si en algún lote de agua envasada producidos por estas distintas empresas se llegaran a encontrar concentraciones de aluminio que excedieran los límites máximos permitidos para la salud establecidos desde 1994 (NOM-127-SSA1-1994, DOF, 1995 y su modificación en 2013), estas no están obligadas a mencionarlo en sus etiquetas.

En cuanto a la NOM-201-SSA1-2002 (DOF, 2002), ninguna de las tres marcas coloca el listado de los minerales disueltos ni sus cantidades, por lo que estarían incumpliendo esta norma y específicamente la marca ePura, para evitar colocar exactamente la concentración de sodio que contiene disuelta, se limita a solamente colocar en su etiquetado la leyenda “cero sodio”

Al hacer una comparación de las normas mexicanas contra normas internacionales, se encontraron normas que regulan a los alimentos a nivel internacional, como el Codex Alimentarius, el cual en su norma “CODEX STAN 227-2001, Norma general para las aguas potables embotelladas/envasadas”, para la parte específica del aluminio, en el punto 5.2.1 de Composición química, dice que el contenido total de sustancias disueltas de las aguas envasadas se deben declarar en el recuadro principal de presentación (CODEX STAN, 2001).

Del mismo modo y centrándose en un país como España, existen las leyes del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación que, en su Real Decreto 1744/2003, regulan el proceso de elaboración, circulación y comercio de aguas envasadas, estableciendo los requisitos sanitarios exigibles a las aguas minerales, naturales de manantial, potables preparadas y para consumo público envasadas. En él se menciona que en dichas aguas pueden estar presentes en estado natural ciertos componentes, a causa de su origen hidrogeológico y presentar un riesgo para la salud pública, por lo cual establece concentraciones límites de estos componentes para las aguas purificadas (R.D. Esp., 2003). Esta ley establece una concentración máxima de 200 microgramos por litro (0.2 mg/L) de aluminio que es permitida en el agua y que si las aguas elaboradas bajo esta ley contienen concentraciones de aluminio éstas deben de hacer mención en sus etiquetas de este contenido y además debe ser menor al límite máximo permitido (R.D. Esp., 2003).

También se encontró en el Diario Oficial de la Unión Europea que, en su Directiva 2003/40/CE, fija una lista de los límites de concentración y las indicaciones de etiquetado para los componentes de las aguas minerales y aguas purificadas. En esta directiva también se establece un máximo de 0.2 mg/L para el aluminio y, del mismo modo, toda concentración

de estos contaminantes disueltos en el agua deberá mencionarse en la etiqueta de los productos finales (DO, 2003). Ejemplo de lo mencionado es la *Figura 4.10*.



Figura 4.10: Etiqueta de Botella de agua comercial adquirida en Europa (Hungría), ej. Del contenido de aluminio (2.71µg/L)

En la *Figura 4.11a* se muestra la etiqueta de otra marca de agua embotellada distribuida en México por parte de la marca Nestlé (Sta. María) que, al igual que las tres marcas de mayor consumo (Bonafont, ePura y Ciel), cumple con lo establecido por la norma vigente NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (DOF, 2010) sobre el etiquetado para agua embotellada, solamente que en este caso esta etiqueta tiene información extra respecto a las otras, ya que en el lado derecho ésta si cuenta con la lista de su composición neta de minerales (*Figura 4.11b*), aunque no tiene aluminio, está cumpliendo parcialmente con lo que establece la NOM-201-SSA1-2002 (DOF, 2002).



Figura 4.11a: Etiqueta de botella de agua comercial Sta. María (Nestlé)



Figura 4.11b: Listado del contenido de minerales en agua embotellada Sta. María (Nestlé) en mg/L: Bicarbonato 58.0, Sodio 8.0, Calcio 7.1, Magnesio 5.0, Potasio 2.6, Nitrato 2.0, Sulfato 1.0 y Cloruro 1.0/ ...

Del mismo modo, se muestran imágenes de etiquetas de agua embotellada de Europa (Alemania) donde, con base en normas internacionales como el CODEX o el Diario Oficial de la Unión Europea, cumplen con lo solicitado en el etiquetado, además de mencionar en sus etiquetas todo aquel componente que se encuentre disuelto en el producto y especificando su cantidad (Figuras 4.12a, 4.12b, 4.13a, 4.13b).



Figura 4.12a: Etiqueta de botella de agua comercial Aqua Culinaris (Alemania)



Figura 4.13a: Etiqueta de botella de agua comercial Peterstaler (Alemania)

Natürliches Mineralwasser mit Kohlensäure versetzt, aus der Quintus-Quelle in Bruchsal

Zusammensetzung der charakteristischen Bestandteile (Analyseauszug).
1 l Mineralwasser aus der Quintus-Quelle enthält:

| | |
|---|----------|
| Natrium (Na ⁺) | 20,0 mg |
| Kalium (K ⁺) | 2,0 mg |
| Calcium (Ca ²⁺) | 97,0 mg |
| Magnesium (Mg ²⁺) | 18,2 mg |
| Chlorid (Cl ⁻) | 4,6 mg |
| Sulfat (SO ₄ ²⁻) | 14,1 mg |
| Hydrogencarbonat (HCO ₃ ⁻) | 415,0 mg |
| Fluorid (F ⁻) | 0,35 mg |

Kühl, trocken und lichtgeschützt an einem geruchlosen Ort lagern.
Nach dem Öffnen kühl aufbewahren und innerhalb von 3 Tagen verbrauchen.

Mindestens haltbar bis: siehe Halsbereich

Figura 4.12b: Listado del contenido de minerales en agua embotellada Aqua Culinari, hecha con agua mineral natural y CO₂ adicionado

Peterstaler – das natürliche Mineralwasser aus den Tiefen des Schwarzwaldes. Mit Mineralien und Spurenelementen, ausgewogen im Geschmack. Aus der traditionsreichen Peterstaler Mineralquelle.

NATÜRLICHES MINERALWASSER, MIT KOHLENSÄURE VERSETZT

Auszug aus der Analyse des SGS Instituts Fresenius, Taunusstein.
In 1 l sind enthalten: Natrium 124,0 mg, Kalium 9,6 mg, Magnesium 17,7 mg, Calcium 81,6 mg, Chlorid 14,0 mg, Sulfat 98,0 mg, Hydrogencarbonat 531,0 mg

Figura 4.13b: Listado del contenido de minerales en agua embotellada Peterstaler

4.3. RESULTADOS DE LA CUANTIFICACIÓN DE ALUMINIO

En la Tabla 4.5 se muestran los resultados obtenidos en la cuantificación de aluminio en cada una de las muestras analizadas de las 3 marcas de mayor consumo en la población encuestada en la zona sur de la Ciudad de México, se observa que en todas y cada una de ellas no se detectaron concentraciones de este metal, a diferencia de estudios previos realizados en la Facultad de Química (Barriga-Arteaga, 2014; Ramírez-Burgos y Durán-Domínguez-de-Bazúa, 2014), en los cuales se encontraron concentraciones de aluminio en las marcas de agua estudiadas, que rebasaban el límite de detección del equipo y, obviamente, el límite máximo permitido por la NOM-127-SSA1-1994 (DOF, 1995), modificada en 2103 (DOF, 2013) y NOM-041-SSA1-1993 (DOF, 1993) de 0.2 mg/L. En este estudio no se encontraron concentraciones de Al en los distintos lotes analizados. Esto pudiera deberse a que posiblemente en la actualidad las empresas ya tienen un mejor control sobre el proceso o la concentraciones de aluminio son menores al límite de detección del equipo utilizado (0.3 mg/L) aunque no necesariamente cumplan con el límite máximo permitido de

0.2 mg/L. Esto significa que podrían estar en concentraciones entre 0.2 y 0.3 mg/L, por lo cual se plantea para estudios subsecuentes que se utilice otra metodología que sea más sensible.

*Tabla 4.6: Resultados de la cuantificación de aluminio**

| Cuantificación de Aluminio | | | |
|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------|
| Marca | Presentación (L) | Código de muestra | Al (mg/L) |
| Bonafont | 1 | A | N/D |
| | 1 | B | N/D |
| | 1 | C | N/D |
| ePura | 1 | D | N/D |
| | 1 | E | N/D |
| | 1 | F | N/D |
| Ciel | 1 | G | N/D |
| | 1 | H | N/D |
| | 1 | I | N/D |
| DOF, 1993 | | Límite | 0.2 |

*Límite de detección del equipo empleado: 0.3 mg/L

Dado que los compuestos de aluminio son muy usados en México, específicamente el alumbre, para el tratamiento de potabilización de agua, si no se tiene un buen control de este proceso, es posible que se lleguen a encontrar trazas de este metal en el producto terminado.

4.4. INVESTIGACIÓN DE LOS EFECTOS QUE FAVORECEN LA PRESENCIA DE FTALATOS EN EL AGUA EMBOTELLADA Y SUS EFECTOS EN LA SALUD HUMANA

Como se mencionó en el capítulo 2, los ftalatos son un grupo de compuestos químicos que pueden tener efectos negativos en la salud y con los que se tiene contacto o se pueden ingerir fácilmente hasta con una simple botella de agua, ya que están hechas con PET (polietilentereftalato). Con el tiempo y sobre todo con la exposición a la luz se puede degradar el plástico y liberar este tipo de sustancias que, en su forma más sencilla de afectación, pueden cambiar el color o sabor del agua. También pueden tener ciertos efectos tóxicos sobre el sistema endócrino o endocrino, en los órganos reproductivos y durante el desarrollo fetal. Estos problemas sí se han llegado a documentar y se ha comprobado que son causados por los ftalatos y otros compuestos, por lo que son considerados como disruptores endócrinos (Nollet, 2011).

En la actualidad, los consumidores saben que las botellas de agua embotellada pueden tener ciertos cambios con el tiempo. Destacan los cambios en la coloración o la captación de olores, pero pocos saben que la fecha de caducidad que se muestra en las botellas de agua depende de la calidad de la misma botella de plástico. Entonces, ¿Cuál es en realidad la fecha de caducidad del agua? El líquido más importante de nuestra vida ¿Realmente se estropea? Y si no es así ¿Por qué las botellas tienen una fecha de vencimiento o expiración marcada? En realidad, el agua en sí no se estropea, no se pierden sus propiedades ni se vuelve peligrosa para la salud con el tiempo. No, al menos, en condiciones normales, entonces ¿A qué se debe esta fecha de caducidad? y ¿Puede ser peligroso consumir una botella de agua pasada la fecha de caducidad? (Campillo, 2016).

El agua, ¿cuándo se vuelve peligrosa? Se debe entender al agua como un alimento. Los alimentos se vuelven peligrosos o bien por su descomposición, donde actúan las bacterias que pueden resultar muy nocivas para nuestra salud o bien por la generación de productos químicos peligrosos (aunque esto es más bien difícil). Normalmente, casi todas las fechas de caducidad se deben a la contaminación bacteriológica o fúngica. Los microorganismos son muy persistentes y capaces de obtener energía de casi cualquier materia disponible pero no pueden obtener energía del agua; por lo tanto, el agua será segura mientras no haya sido

contaminada por restos orgánicos y/o bacterias u hongos. Por otro lado, el agua no se descompone en elementos químicos peligrosos y, por lo tanto, también es segura en ese sentido. Así que, en definitiva, el agua bien almacenada, aislada de fuentes orgánicas tiene una fecha de caducidad, se podría decir, infinita (en condiciones óptimas) (Campillo, 2016).

Entonces ¿de dónde viene la fecha de caducidad del agua? Existen un par de razones para ello y ninguna de las mismas tiene fundamento en que el agua caduque en sí, pero existe un elemento que puede "caducar" y este es el plástico. En el proceso de embotellado la fecha de caducidad del agua se imprime, por usar técnicas y maquinaria que también se emplea en otros productos perecederos. Esto obliga a disponer de una fecha de caducidad para el agua, por si acaso existe una posible contaminación, además de que es más barato imprimir el sello de caducidad que cambiar una línea de montaje de manera completa (Campillo, 2016).

Se dice que la fecha de caducidad del agua se debe al plástico que la contiene, aunque esto está malentendido. No es que el plástico en sí caduque, los plásticos actuales (por suerte o por desgracia) son increíblemente duraderos. Pero lo que sí es cierto es que estos plásticos son capaces de liberar sustancias en el líquido que contienen y cuanto más tiempo pasa y con ayuda de la luz y del calor, más son las sustancias liberadas en el agua. Entre otras cosas, la preocupación de la comunidad científica se centra en que se puedan liberar productos muy perjudiciales (en concreto ftalatos, antimonio, formaldehído o acetaldehído) en el agua (Campillo, 2016).

Tanto los distribuidores como los consumidores tendrán la responsabilidad de cuidar adecuadamente las botellas para que duren el tiempo establecido en éstas sin tener un efecto sobre el agua o los mismos consumidores.

Las empresas, al conocer sus productos y los empaques que los contienen, tienen la obligación de mencionar los tipos de cuidados que se deben tener sobre sus productos. Actualmente las tres marcas de mayor consumo encontradas en este estudio cumplen con establecer las indicaciones o instrucciones para el cuidado de las botellas en su etiquetado (*Figuras 4.14 a 4.16*) pero, como se muestra, la manera en que lo hacen es con una letra

muy pequeña, casi ilegible. Si ya de por sí la gente solamente acostumbra a leer las partes más sobresalientes de las etiquetas, es muy probable que no se tomarán el tiempo de leer este tipo de información (mantener en lugar fresco, seco y alejado de aromas que lo contaminen).



Figuras 4.14: Instrucciones de cuidado para la botella de Bonafont



Figura 4.15: Instrucciones de cuidado para la botella de ePura



Figura 4.16: Instrucciones de cuidado para la botella de Ciel

En comparación, las etiquetas extranjeras (Alemania) también por norma tienen la obligación de colocar en su etiquetado las indicaciones para el cuidado de sus productos y, del mismo

modo que las marcas mexicanas, estas lo cumplen (*Figura 4.17*). A diferencia de las marcas mexicanas, la marca alemana Peterstaler muestra estas indicaciones de una manera más clara y con un mayor tamaño de letra lo que hace más sencilla su lectura. Además, la ubicación de la información tiene un mejor acomodo en la etiqueta.

Figura 4.17: Instrucciones de cuidado para la botella de Peterstaler (Alemania)



Este rubro será estudiado de manera experimental en una investigación subsecuente ya que se considera meritorio realizar los análisis de las mismas muestras de agua debido a la importancia de los ftalatos en la salud pública.

Capítulo 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

De acuerdo con el objetivo principal de este estudio, que era el evaluar la calidad de las marcas de agua embotellada de mayor consumo, tomando muestras al azar en la zona sur de la Ciudad de México, las tres marcas analizadas (Bonafont, ePura y Ciel) cumplen con lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas “NOM-201-SSA1-1992, Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel” (DOF, 2002) y la “NOM-041-SSA1-1993, Agua purificada envasada” (DOF, 1993), por lo que se puede concluir que en cada uno de los lotes estudiados cumplen con los límites máximos o rangos permisibles de los parámetros regulados (pH, conductividad eléctrica, cloruros y coliformes totales). De acuerdo con estos resultados, se puede considerar que el agua de estas marcas es apta para el consumo humano.

En este punto, es importante hacer la mención de que la norma vigente para el agua purificada embotellada, NOM-201-SSA1-2002, debería contar con los límites máximos y los rangos de los parámetros medidos en este estudio como lo hacía su norma antecesora, NOM-041-SSA1-1993, ya que como se mencionó antes en este trabajo, se tomaron los valores de referencia para las determinaciones de esta última y aunque en este estudio no se detectaron incumplimientos para estos parámetros analizados, no se descarta en particular la posible presencia de aluminio excediendo el límite de 0.2 mg/L ya que el equipo empleado para medirlo tiene como límite de detección 0.3 mg/L.

Esto muestra que, en comparación con los estudios realizados sobre el contenido de aluminio en botellas de agua anteriormente (Barriga-Arteaga, 2014; Ramírez-Burgos y Durán-Domínguez-de-Bazúa, 2014), los lotes analizados en este estudio, fueron elaborados con un mejor control en el proceso por estas empresas embotelladoras de agua purificada, al menos menor a 0.3 mg/L, que es el límite de detección del equipo empleado.

En el segundo objetivo, de evaluar y proponer mejoras para el etiquetado, al realizar el análisis de las etiquetas de Bonafont, ePura y Ciel y con base en su comparación con la

norma mexicana para el etiquetado, específicamente para las aguas purificadas embotelladas, cumplen con lo establecido por la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 de etiquetado en general. De acuerdo con esta norma NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (impuesta que no avalada por la mayoría de los 56 supuestos participantes, quienes tienen intereses creados para que no fuera modificada para la defensa de la salud de los consumidores de sus productos), no están obligados a colocar más información de la que muestran en sus etiquetas para el consumidor, a diferencia de otras normativas extranjeras en las que se exige que las concentraciones de contaminantes como el aluminio o cualquier otro componente disuelto, sean mencionadas en sus etiquetas como manera de prevención hacia el consumidor como se vio en la *Figura 4.10*.

Con base en lo establecido por la NOM-201-SSA1-2002 (DOF, 2002), que es la vigente para el agua envasada en México, las tres marcas no cumplen con colocar el listado de las sales o minerales disueltas en el agua.

Como se muestra en la investigación y descripción de los ftalatos, estos pueden tener efectos negativos en el sistema humano y es muy posible que entren en contacto con el agua debido a factores que afectan al agua embotellada. Con base en esta información es importante hacer conocer a los consumidores los cuidados que deben tener con las botellas, sobre todo porque hoy en día está de moda la reutilización de éstas por la búsqueda del cuidado ambiental. Cabe mencionar que es recomendable no utilizarlas más de 3 o 4 veces, debido a que es más factible su degradación o que guarden ciertos olores del ambiente.

Aunque la normativa vigente en México (tanto de calidad como de etiquetado) no es incumplida por estas tres marcas embotelladoras de agua, sería bueno hacer la recomendación de que al menos notifiquen en su etiquetado que su producto cumple con lo establecido en la normas mexicanas como una leyenda más, junto con las instrucciones de cuidado de las botellas, con una letra más legible y con una ubicación mejor donde el consumidor pueda captarla a simple vista. Además de que deberían cumplir con la lista de componentes disueltos que marca la NOM-201-SSA1-2002 (DOF, 2002). Como se mostró en este estudio la gente entrevistada no suele leer bien las etiquetas, pero una ventaja es que hoy en día la mayoría de la gente busca ingerir alimentos y bebidas más sanos para su

cuerpo (ej. alimentos y bebidas orgánicos), por lo que poco a poco va aumentando el número de personas que se toma su tiempo para leer la información que muestran las etiquetas. Además, podría ir acompañado por mejoras publicitarias donde se invite a la gente a leer las etiquetas de los productos que consumen por las mismas marcas y esto probablemente le dará más seguridad de consumo a su producto frente al consumidor.

Con este estudio también se confirmó que la marca de mayor consumo en la zona sur de la Ciudad de México sigue siendo Bonafont (50%), seguida de las marcas ePura (30%) y Ciel (12%), en la presentación de 1 L, además de que México actualmente es el país con mayor consumo de agua embotellada a nivel mundial y, por lo tanto, será importante que las autoridades correspondientes realicen acciones para que los consumidores estén mejor informados y seguros de que el agua embotellada que consumen es adecuada para ello.

5.2. RECOMENDACIONES

Con base en los alcances y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se puede recomendar buscar ampliar o esclarecer los siguientes puntos:

- Realizar la determinación de aluminio de las marcas de mayor consumo en la Ciudad de México, buscando métodos más sensibles o con menor límite de detección, como el uso del espectrofotómetro de absorción atómica con horno de grafito con el cual es más probable que se detecte la concentración exacta de este metal si estuviera presente en las muestras, al contar con un límite de detección menor al método de llama.
- Ampliar la investigación acerca de los ftalatos buscando métodos analíticos que permitan determinarlos de forma confiable o buscar apoyo de laboratorios de análisis que cuenten con el equipo necesario para realizar la microextracción en fase sólida sugerida por la literatura.

REFERENCIAS

- **AEA. 2008.** Aluminio y Salud. Documento 4. Compuestos de aluminio en tratamientos de agua. Asociación Española del Aluminio. Abril. Madrid, España. [En línea] Disponible en: <http://www.asoc-aluminio.es/el-aluminio/el-aluminio> [Último acceso el 6 de noviembre 2015]
- **Anónimo, 2014.** El agua potable. Compendio de trabajos y páginas sobre el agua, su potabilización y organizaciones responsables de ésta y organizaciones sobre la salud humana. [En línea] Disponible en: http://www.elaguapotable.com/tratamiento_del_agua.htm [Último acceso el 29 de octubre 2015].
- **Archundia, M. 2010.** *77% No confía en agua.* [En línea] (Actualizado lunes 16 de agosto 2010). Disponible en: <http://archivo.eluniversal.com.mx/ciudad/102971.html> [Último acceso el 27 de agosto 2015].
- **AOAC. 1984.** *Official Methods of Analysis*, Arlington, Virginia (VA), EE.UU., AOAC, *Association of Official Analytical Chemists, Inc.* 14th edition, 625 páginas.
- **APHA, AWWA, WPCF, 1992.** *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales.* American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation. Versión en español. Ediciones Díaz de Santos, S. A. 17^a edición. Madrid, España. Pp. 3-2:3-3, 3-14:3-27, 3-70.
- **ATSDR. 2008.** Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR). Reseña Toxicológica del Aluminio (en inglés). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE.UU., Servicio de Salud Pública. [En línea] Disponible en: http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts22.html [Último acceso el 29 de octubre 2015].
- **Bárcena-Padilla, D.A. 2010.** Contenido de aluminio en infusiones de hojas de té comercial con y sin azúcar y con y sin limón a dos tiempos de infusión. Tesis para obtener el título de Químico de Alimentos. UNAM, Facultad de Química. Ciudad de México, México.
- **Barriga-Arteaga, L. A. 2014.** *“Estudio del contenido de aluminio del agua embotellada en las principales marcas comerciales consumidas en la ciudad de México”.* Informe de Estancia Estudiantil, Facultad de Química, UNAM. Ciudad de México, México.

- **Borrás, X. 2010.** Interempresas. Industria del agua. Sustancias para el tratamiento de aguas para el consumo humano. [En línea] Disponible en: <http://www.interempresas.net/Agua/Articulos/45745-Sustancias-para-el-tratamiento-de-aguas-para-el-consumo-humano.html> [Último acceso el 9 de noviembre, 2015].
- **Campillo, S. 2016.** “*El agua no caduca, caduca la botella*”. [En línea] (Actualizado lunes 16 de mayo 2016). Disponible en: <http://hipertextual.com/2016/05/fecha-de-caducidad-del-agua> [Último acceso el 16 de junio 2016].
- **CODEX STAN, 2001.** Codex Alimentarius. CODEX STAN 227-2001, “*Norma general para las aguas potables embotelladas/ensvasadas*” [En línea] Disponible en: [file:///C:/Users/Personal/Downloads/CXS_227s%20\(8\).pdf](file:///C:/Users/Personal/Downloads/CXS_227s%20(8).pdf) [Último acceso el 12 de noviembre 2015].
- **Colborn, T., Dumanoski, D., Myers, P. 1996.** “*Nuestro futuro robado*”. EE.UU. Pp. 1-10. [En línea] Disponible en: <http://redcritica.net/wp-content/uploads/2016/04/NUESTRO-FUTURO-ROBADO.pdf> [Último acceso el 21 de junio 2016].
- **Conductronic. 2014.** Manual de uso del equipo “Conductronic PC-18”, funciones, rangos y funciones. Conductronic S.A. de C.V. San Judas Tadeo 4508 Cruz Buenavista 72154 Puebla, Pue. [En línea] Disponible en: http://www.conductronic.com/medi_lab/pc18.html [Último acceso el 28 de agosto, 2015].
- **Depledge, M., Billinghamurst, Z. 1999.** Ecological significance of endocrine disruption in marine invertebrates. *Marine Pollution Bulletin*. 39(1-12):32-38.
- **DO. 2003.** Directiva 2003/40/CE, “*Se fija lista de concentraciones y las indicaciones de etiquetado para los componentes de las aguas minerales y naturales*”. Diario Oficial de la Unión Europea. [En línea] Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:126:0034:0039:ES:PDF> [Último acceso el 12 de noviembre 2015].
- **DOF. 2013.** Modificación a la Norma Oficial Mexicana *NOM-127-SSA1-199, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano – límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización*. Diario Oficial de la Federación. [En línea] Disponible en:

<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html> [Último acceso el 8 de septiembre 2015].

- **DOF. 2010.** Norma Oficial Mexicana, NOM-051-SCFI/SSA1-2010, “Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados – Información comercial y sanitaria”. Diario Oficial de la Federación. [En línea] Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5137518&fecha=05/04/2010 [Último acceso el 17 de septiembre, 2015]⁷.

⁷ Copiado a la letra de la norma en cuestión: En la elaboración de la presente Norma Oficial Mexicana participaron las siguientes empresas e instituciones:
SECRETARÍA DE ECONOMÍA
Continuación del pie de página con la séptima adición

⁷ Copiado a la letra de la norma en cuestión: En la elaboración de la presente Norma Oficial Mexicana participaron las siguientes empresas e instituciones:

Dirección General de Normas
Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO).
Dirección General de Verificación y Vigilancia
Laboratorio Nacional de Protección al Consumidor.
SECRETARÍA DE SALUD
Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios
Dirección General de Asuntos Jurídicos

1. Aranal, S.A. de C.V.
2. Arcor Saic.
3. Asociación Internacional de la Goma de Mascar (International Chewing Gum Association, ICGA).
4. Asociación de Almacenes Generales de Depósito, A.C.
5. Asociación Mexicana de Nutriología.
6. Asociación Nacional de Fabricantes de Productos Aromáticos (ANFPA).
7. Asociación Nacional de Importadores y Exportadores de la República Mexicana, A.C. (ANIERM).
8. Asociación Nacional de Industriales de Aceites y Mantecas Comestibles, A. C. (ANIAME).
9. Asociación Nacional de Productores de Refrescos y Aguas Carbonatadas, A.C. (ANPRAC).
10. Asociación Nacional de Tiendas de Autoservicio, A.C. (ANTAD).
11. Barroso Abogados y Asociados, S.C.
12. Beneo Group.
13. Benermex, A.C.
14. Bufete Químico, S.A. de C.V.
15. Cámara Nacional de Industriales de la Leche (CANILEC).
16. Calorie Control Council.
17. Cámara Nacional de la Industria de Transformación (CANACINTRA).
18. Cámara Nacional de Comercio, Servicios y Turismo de Ciudad Juárez (CANACO JUAREZ).
19. Cámara Nacional de la Industria de Aceites y Grasas Comestibles (CANIAG).
20. Cámara Nacional de la Industria Molinera de Trigo (CANIMOLT).
21. Cámara Nacional del Maíz Industrializado (CANAMI).
22. Casa Cuervo, S.A. de C.V.
23. Comercializadora de Lácteos y Derivados, S.A. de C.V.
24. Confederación de Cámaras Industriales de México (CONCAMIN).
25. Consejo Mexicano de la Carne (COMECARNE).
26. Consejo de Exportación de Productos Lácteos de Estados Unidos.
27. Consejo Mexicano de la Industria de Productos de Consumo (CONMEXICO).
28. Consejo Mexicano Vitivinícola.
29. Consejo Nacional Agropecuario (CNA).
30. Consejo para el Fomento de la Calidad de la Leche y sus Derivados, A.C. (COFOCALEC).
31. Corporate Affairs Cargill México.
32. Dirección de Supervisión Operativa del Fondo de Empresas Expropiadas del Sector Azucarero (FEESA) /Promotora Azucarera, S.A. de C.V. (PROASA).
33. DSM Nutritional Products.
34. Dra. María del Carmen Durán Domínguez de Bazúa, Profesora de la Facultad de Química de la UNAM (Presentó una carta de más de 20 cuartillas en contra de la actual redacción. Ver nota al final de este pie de página)

- **DOF. 2009.** Modificación del inciso 0, el encabezado de la Tabla 13, el último párrafo del Anexo B y el apartado Signo decimal de la Tabla 21 de la Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002, Sistema general de unidades de medida. Jueves 24 de septiembre de 2009 Diario Oficial (Primera Sección). Tabla 21 - Reglas para la escritura de los números y su signo decimal. Signo decimal. El signo decimal debe ser una coma sobre la línea (,) o un punto sobre la línea (.). Si la magnitud de un número es menor que la unidad, el signo decimal debe ser precedido por un cero. Diario Oficial de la Federación. Poder Ejecutivo Federal. Estados Unidos Mexicanos.
- **DOF. 2002.** Norma Oficial Mexicana, NOM-201-SSA1-2002, “*Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel. Especificaciones sanitarias*”. Diario Oficial de la Federación. [En línea] Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom//201ssa12> [Último acceso el 17 de septiembre 2015].
- **DOF. 1995.** Norma Oficial Mexicana 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. Diario Oficial de la Federación (30 de

35. Ganaderos Productores de Leche Pura, S.A. de C.V.

36. Grecargo, S.C.

37. Grupo BIMBO.

38. Hershey de México, S.A. de C.V.

39. Dr. Gabriel Eduardo Cuevas González Bravo
Instituto de Química, UNAM.

40. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ).

41. Instituto Nacional de Salud Pública.

42. Kellog Company México.

43. Kraft Foods de México.

44. Liconsá, S.A. de C.V.

45. Logo Banuet Consultores.

46. Logre International Food Science Consulting.

47. Nacional de Alimentos y Helados, S.A. de C.V. (NAYHSA).

48. Ministerio de Economía, Industria y Comercio del Gobierno de Costa Rica.
Continuación del pie de página con la séptima adición

⁷ Copiado a la letra de la norma en cuestión: En la elaboración de la presente Norma Oficial Mexicana participaron las siguientes empresas e instituciones:

49. Ministerio de Economía, Industria y Comercio del Gobierno de Guatemala.

50. Normalización y Certificación Electrónica, A.C. (NYCE).

51. Paralelo 20, S. P. R. de R.L.

52. Pepsico México.

53. Rich Products Corporation.

54. Terana, S.A.

55. Unión Nacional de Avicultores (UNA).

56. Unión Nacional de Cañeros.

Puede verse el nombre de la supervisora técnica que aparece con el número 34 como si estuviera avalando esta norma lo cual es completamente falso, ya que justamente se cuestionó la propuesta de norma en muchos rubros. Esto permite constatar la falta de seriedad y profesionalismo con el que están actuando los representantes de los poderes ejecutivo y legislativo ya que el primero la presentó y el segundo la aprobó a pesar de las enormes críticas hechas por la parcialidad con la que se redactó y la todavía peor parcialidad con la que se avaló y aprobó en la cámara de diputados (Nota de la supervisora técnica)

noviembre de 1995). Poder Ejecutivo Federal. Estados Unidos Mexicanos. [En línea] Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html> [Último acceso el 21 de junio 2016].

- **DOF. 1993.** Norma Oficial Mexicana NOM-041-SSA1-1993. “*Bienes y servicios. Agua purificada envasada. Especificaciones sanitarias.*” [En línea] Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/041ssa202.html> [Último acceso el 13 de noviembre 2015].
- **EPA. 2004.** United States Environmental Protection Agency (EPA). Safe Drinking Water Act (SDWA) <http://water.epa.gov/lawsregs/rulesregs/sdwa/index.cfm>
- **Espinosa, E. 2015.** ¿Qué marca de agua toman más los mexicanos? [En línea] (Actualizado 25 de febrero 2015). Diario **Excélsior (México)**. Disponible en: <http://www.dineroenimagen.com/2015-02-25/51491> [Último acceso el 1 de septiembre 2015].
- **Fernández, A., Yarto, M., Castro, J. 2004.** *Las sustancias tóxicas persistentes.* Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. Ciudad de México, México. Pp. 151-157.
- **Guillette, L.J., Arnold, S.F., McLachlan, J.A. 1996.** Ecoestrogens and embryos – is there a scientific basis for concern? *Animal Reproduction Science.* 42(1-4):13-24.
- **Instituto de Investigación Agua y Salud. 2015.** Ingesta de agua recomendada [En línea]. Disponible en: <http://institutoaguaysalud.es/hidratacion-y-agua-mineral/ingesta-de-agua-recomendada> [Último acceso el 1 de septiembre 2015].
- **Montero-C., D. 2015.** “*Transnacionales, gobierno corporativo y agua embotellada, El negocio del Siglo XXI*”. Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México, Ed. Del Lirio, primera edición. Pp. 156-157.
- **Nollet, L. M. 2011.** *Analysis of endocrine disrupting compounds in food.* Ed. Wiley-Blackwell. EE.UU. Pp. 255-267.
- **PAHO. 2013.** Organización Panamericana de la Salud (*Panamerican Health Organization*). Abastecimiento y calidad de agua. Métodos domésticos de clarificación de agua. [En línea] Disponible en: http://www.disaster-info.net/desplazados/documentos/saneamiento01/1/03metodos_domesticos_de_clarificac.htm [Último acceso el 6 de noviembre 2015].

- **Pérez, G., Vittore, D., Garbossa, G., Nesse, A. 2002.** Toxicidad del aluminio sobre el sistema eritropoyético: mecanismos involucrados. *Acta Bioquím. Clín. Latinoam.* 36(1):41-50.
- **RAE.** 2016. Diccionario de la lengua española. 23ª edición. [En línea] Disponible en: <http://dle.rae.es/> [Último acceso el 16 de agosto 2016].
- **Ramírez-Burgos, L. I., Durán-Domínguez-de-Bazúa, C. 2014.** “*Agua purificada: presencia de aluminio en aguas embotelladas para consumo humano*”. *Bebidas Mexicanas.* 3(8):8-13.
- **R.D. Esp. 2003.** Real Decreto Español 17744/3003. “*Regulación del proceso de elaboración, circulación de aguas de bebidas envasadas.*” Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. [En línea] Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2003/12/30/pdfs/A46524-46529.pdf> [Último acceso el 12 de noviembre 2015].
- **SETAC. 2015.** *The role of science in environmental decision-making.* Sociedad de Toxicología y Química Ambientales. [En línea] (Actualizado el 10 de septiembre del 2015). Disponible en: <https://www.setac.org/search/all.asp?bst=disruptores+endocrinos> [Último acceso el 7 de abril 2016].
- **Sexenio, 2014.** México, *Primer lugar en consumo de agua embotellada.* [En línea] (Actualizado el 25 de abril del 2014). Disponible en: <http://www.sexenio.com.mx/articulo.php?id=46201&enviado=1> [Último acceso el 27 de agosto 2015].

ANEXOS

Anexo I. Cuestionario aplicado en la primera parte del proyecto

Diseñado y aplicado con la finalidad de obtener información en preferencia de marca de consumo y conocimiento acerca del etiquetado de las botellas de agua potable comerciales (Figura A.1).

Figura A.1: Encuesta realizada sobre el consumo de agua embotellada

ina siguiente (flecha derecha)


UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Química
Estudio de campo.



Edad: _____

Sexo: M o F

1.- ¿Acostumbra usted a leer la información proporcionada por las etiquetas de los productos que adquiere?

a) Si b) No

2.- ¿Usted consume agua embotellada?

a) Si b) No

3.- ¿Qué marca y en qué presentación la consume?

a) Bonafot b) e-Pura c) Ciel d) Otra Cual?: _____

4.- ¿En qué presentación la consume?

a) 600 mL b) 1 L c) 1 L y medio d) Otra Cual?: _____

5.- ¿Conoce las etiquetas y la información proporcionada en estas?

a) Si b) No

6.- De la marca que más consumes que información recuerdas de la etiqueta:

Anexo II. Tabla de números aleatorios

Utilizada para la selección aleatoria y al azar de los encuestados en la primera etapa de este estudio (*Figura A.2*).

Figura A.2: Tabla de números aleatorios utilizada en la primera etapa de este estudio

Tabla números aleatorios

| | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 80600 | 39055 | 03355 | 82908 | 58011 | 23896 | 60662 | 68616 | 31573 | 78986 |
| 86218 | 91099 | 74689 | 32457 | 16231 | 14087 | 50196 | 69511 | 61177 | 82676 |
| 55987 | 94852 | 46860 | 56473 | 98929 | 79007 | 42562 | 63859 | 96935 | 13291 |
| 31066 | 22506 | 38426 | 13383 | 12843 | 31702 | 58117 | 18969 | 09695 | 77565 |
| 28084 | 89236 | 19037 | 88763 | 09609 | 96812 | 87338 | 88607 | 31644 | 19472 |
| 79814 | 77674 | 22175 | 79503 | 85148 | 86739 | 46288 | 45138 | 12763 | 54614 |
| 48696 | 97353 | 98634 | 79276 | 48085 | 18452 | 04001 | 07079 | 34503 | 73595 |
| 97115 | 34718 | 17298 | 34676 | 48436 | 93093 | 28056 | 88401 | 21842 | 87168 |
| 53813 | 06449 | 81187 | 12908 | 22394 | 34174 | 81339 | 32594 | 56065 | 00776 |
| 08079 | 50544 | 02296 | 91968 | 22680 | 18914 | 14291 | 10817 | 98658 | 98361 |
| 97966 | 74143 | 42903 | 87308 | 27608 | 72180 | 25614 | 65345 | 53792 | 15378 |
| 86676 | 02222 | 96480 | 36644 | 88182 | 50736 | 11733 | 58977 | 69119 | 00065 |
| 91746 | 68945 | 64001 | 43645 | 23594 | 05002 | 21133 | 65002 | 83658 | 40690 |
| 93288 | 14140 | 64976 | 97152 | 67164 | 06881 | 58670 | 48141 | 73893 | 44028 |
| 31036 | 00114 | 33677 | 83723 | 24823 | 27378 | 25838 | 25077 | 44824 | 00255 |
| 76756 | 23693 | 24545 | 30778 | 70066 | 56086 | 64035 | 88037 | 10226 | 70468 |
| 21842 | 03729 | 00981 | 06793 | 47984 | 17717 | 76112 | 51860 | 86185 | 17903 |
| 54694 | 48910 | 55184 | 71478 | 62198 | 46090 | 41397 | 74117 | 64162 | 75417 |
| 00562 | 96811 | 59297 | 30823 | 24311 | 82641 | 99330 | 22320 | 47988 | 39461 |
| 62053 | 70182 | 33691 | 72234 | 27200 | 36252 | 97444 | 35650 | 36505 | 51231 |
| 61072 | 15480 | 19657 | 01529 | 78718 | 35238 | 19683 | 46242 | 83864 | 51097 |
| 53759 | 17694 | 45548 | 16034 | 05107 | 84258 | 50107 | 91510 | 43949 | 93848 |
| 27323 | 47524 | 42943 | 42473 | 40099 | 42273 | 17873 | 19506 | 55110 | 67980 |
| 87595 | 50012 | 35784 | 09132 | 22827 | 57597 | 67190 | 11657 | 92919 | 09920 |
| 39110 | 15585 | 85600 | 94421 | 52651 | 99394 | 59548 | 02348 | 59662 | 55338 |
| 75908 | 11005 | 73802 | 01370 | 31900 | 38601 | 85441 | 15598 | 83799 | 91018 |
| 69101 | 95047 | 49228 | 88382 | 77374 | 04407 | 54643 | 06016 | 37061 | 24797 |
| 42828 | 07225 | 12115 | 92144 | 38167 | 16883 | 36627 | 15332 | 32830 | 86019 |
| 57346 | 36393 | 19775 | 53422 | 68206 | 92113 | 54168 | 96935 | 14190 | 66067 |
| 73856 | 06548 | 01460 | 85739 | 77723 | 98226 | 19550 | 90410 | 41277 | 45323 |
| 46933 | 70450 | 08238 | 28957 | 90867 | 83120 | 89362 | 16667 | 98032 | 86482 |
| 24856 | 75898 | 62870 | 23702 | 05612 | 40461 | 30798 | 83909 | 19391 | 89251 |
| 14257 | 73130 | 32977 | 24759 | 33831 | 80962 | 15383 | 60817 | 06184 | 60636 |
| 79849 | 88608 | 51543 | 34257 | 98028 | 25749 | 92543 | 74982 | 89866 | 94293 |
| 86674 | 07591 | 91080 | 72710 | 32151 | 83955 | 47577 | 23568 | 19589 | 42325 |
| 17435 | 53253 | 09298 | 26883 | 46733 | 32979 | 47128 | 01955 | 73926 | 58834 |
| 65018 | 79903 | 46299 | 19156 | 09547 | 36281 | 63663 | 94319 | 44949 | 58438 |
| 45885 | 67769 | 92458 | 10145 | 06729 | 90778 | 41029 | 49930 | 61630 | 18575 |
| 66478 | 13024 | 70904 | 18059 | 28494 | 65493 | 32994 | 79369 | 85305 | 12932 |
| 32838 | 82899 | 66449 | 28915 | 17119 | 22169 | 87467 | 04577 | 30309 | 75276 |
| 34208 | 44785 | 79813 | 24138 | 26339 | 95475 | 59777 | 71040 | 15430 | 32589 |
| 95441 | 79345 | 57776 | 64613 | 41169 | 08756 | 56515 | 71756 | 28586 | 11213 |
| 77318 | 93093 | 96013 | 50334 | 50049 | 96681 | 36571 | 55150 | 66328 | 05266 |
| 89766 | 78577 | 65228 | 23601 | 87605 | 79102 | 47127 | 89445 | 35230 | 58521 |
| 09101 | 27768 | 58029 | 89608 | 58722 | 17013 | 79349 | 73932 | 82873 | 98129 |
| 61374 | 26309 | 92568 | 65860 | 98555 | 06392 | 70745 | 67232 | 65739 | 60065 |
| 38435 | 94651 | 00161 | 17030 | 41910 | 75261 | 96584 | 56168 | 47898 | 42927 |
| 57453 | 32992 | 08634 | 03155 | 08650 | 33183 | 28606 | 73167 | 08604 | 60208 |
| 38857 | 56475 | 19513 | 66595 | 83925 | 12464 | 25861 | 50850 | 77952 | 00203 |
| 61089 | 79331 | 39198 | 90049 | 23058 | 62846 | 30923 | 13912 | 92965 | 65771 |

Tabla de números aleatorios generada en Excel versión 2007

Anexo III. Tablas que muestran que las determinaciones de pH y conductividad eléctrica se hicieron por triplicado

Resultados de los valores obtenidos para la conductividad eléctrica por triplicado de cada muestra, la desviación estándar y el promedio (*Tablas A.1, 2*).

Tabla A.1: Resultados de las tres determinaciones de conductividad eléctrica

| Conductividad eléctrica | | | | | |
|-------------------------|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------|
| Muestras | | Conductividad 1 (μS/cm) | Conductividad 2 (μS/cm) | Conductividad 3 (μS/cm) | Promedio |
| Bonafont | A | 285 | 285 | 285 | 285 ± 0 |
| | B | 360 | 362 | 360 | 360 ± 1.2 |
| | C | 284 | 284 | 283 | 283 ± 0.5 |
| ePura | D | 9 | 8 | 8 | 8 ± 0.5 |
| | E | 10 | 9 | 9 | 9 ± 0.5 |
| | F | 7 | 7 | 7 | 7 ± 0 |
| Ciel | G | 275 | 275 | 276 | 275 ± 0.5 |
| | H | 292 | 292 | 292 | 292 ± 0 |
| | I | 299 | 299 | 300 | 299 ± 0.5 |

Resultados de la determinación de pH en cada muestra, la desviación estándar y el promedio.

Tabla A.2: Resultados de las tres determinaciones de pH

| Determinación de pH | | | | | |
|---------------------|---|------------|------------|------------|----------|
| Muestras | | Medición 1 | Medición 2 | Medición 3 | Promedio |
| Bonafont | A | 7.9 | 8.01 | 8.02 | 7.97 |
| | B | 7.56 | 7.62 | 7.62 | 7.6 |
| | C | 8.0 | 8.02 | 8.01 | 8.01 |
| ePura | D | 6.8 | 6.83 | 6.8 | 6.81 |
| | E | 6.7 | 6.68 | 6.67 | 6.68 |
| | F | 6.6 | 6.57 | 6.59 | 6.58 |
| Ciel | G | 6.72 | 6.74 | 6.73 | 6.73 |
| | H | 6.95 | 7.01 | 7.01 | 6.99 |
| | I | 6.79 | 6.78 | 6.8 | 6.79 |

Anexo IV. DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS PRODUCIDOS EN ESTA INVESTIGACIÓN

1. Tratamiento de los residuos generados en la determinación de cloruros (Cl^-) (Figura A.3)

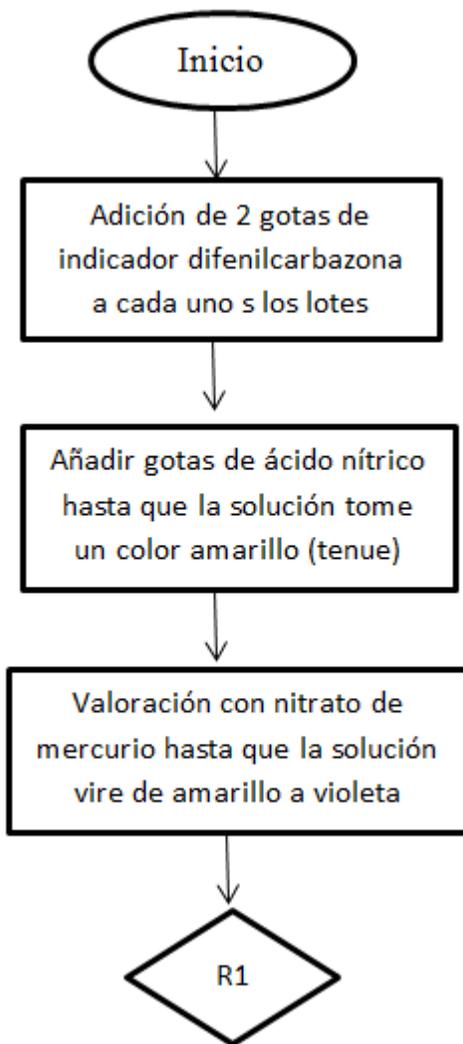


Figura A.3: Diagrama que muestra cómo se obtuvo el cloruro de mercurio y su tratamiento como residuo

Tratamientos:

R1: El residuo generado de todos los lotes analizados se colocó en un envase de plástico. Se etiquetó correctamente con el nombre del residuo y su concentración (cloruro de mercurio, 38 ppm). Posteriormente se envió a la UGA (Unidad de Gestión Ambiental) para su tratamiento.

2. Tratamiento de los residuos generados en la determinación de coliformes totales (Figura A.4)

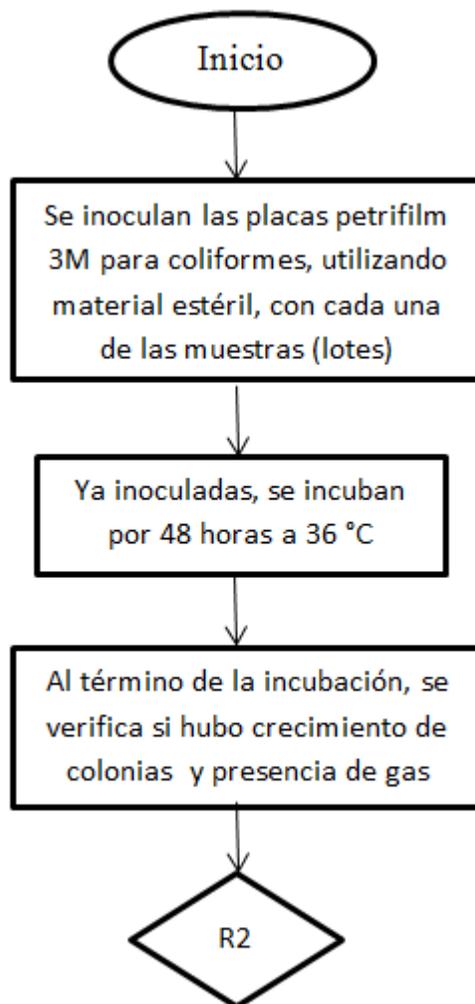


Figura A.4: Diagrama que muestra cómo se utilizaron las placas petrifilm y su tratamiento como residuo

Tratamientos:

R2: Al final de la determinación de coliformes, las placas fueron recolectadas y llevadas al Departamento de Microbiología de la Facultad de Química. Se colocaron en los depósitos correspondientes para su tratamiento.

Anexo V. Normas vigentes en México para agua purificada envasada (calidad y etiquetado)

NORMA Oficial Mexicana NOM-201-SSA1-2002, Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel. Especificaciones sanitarias.

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

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-201-SSA1-2002, PRODUCTOS Y SERVICIOS. AGUA Y HIELO PARA CONSUMO HUMANO, ENVASADOS Y A GRANEL. ESPECIFICACIONES SANITARIAS.

ERNESTO ENRIQUEZ RUBIO, Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, con fundamento en los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4o. de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 3o. fracciones XXII y XXIV, 13 fracción I, apartado A), fracción II, 195, 205, 210, 213 y demás aplicables de la Ley General de Salud; 38 fracción II, 40 fracciones I, XI, XII y XIII, 41, 43 y 47 fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 4o., 15, 20, 25, 30, 101, 102 y 103 del Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios; 28 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 2, literal C, fracción II, 34 y 36 fracción V del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud, y 2 fracciones II y III, 7 fracción XVI, y 11 fracciones I y II del Decreto por el que se crea la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, me permito ordenar la publicación en el **Diario Oficial de la Federación** de la siguiente: Norma Oficial Mexicana NOM-201-SSA1-2002. Productos y Servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel. Especificaciones sanitarias.

CONSIDERANDO

Que con fecha 13 de junio de 2002, en cumplimiento de lo previsto en el artículo 46 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Dirección General de Calidad Sanitaria de Bienes y Servicios, ahora Dirección General de Control Sanitario de Productos y Servicios, presentó al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, el anteproyecto de la presente Norma Oficial Mexicana.

Que con fecha 12 de septiembre de 2001, en cumplimiento del acuerdo del Comité y lo previsto en el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publicó en el **Diario Oficial de la Federación** el proyecto de la presente Norma Oficial Mexicana, a efecto de que dentro de los siguientes sesenta días naturales posteriores a dicha publicación, los interesados presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario.

Que con fecha previa, fueron publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** las respuestas a los comentarios recibidos por el mencionado Comité, en términos del artículo 47 fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Que en atención a las anteriores consideraciones, contando con la aprobación del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, se expide la siguiente:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-201-SSA1-2002, PRODUCTOS Y SERVICIOS. AGUA Y HIELO PARA CONSUMO HUMANO, ENVASADOS Y A GRANEL. ESPECIFICACIONES SANITARIAS

PREFACIO

En la elaboración de la presente Norma participaron los siguientes Organismos e Instituciones:

SECRETARIA DE SALUD

COMISION FEDERAL PARA LA PROTECCION CONTRA RIESGOS SANITARIOS

Dirección General de Control Sanitario de Productos y Servicios

Dirección General de Salud Ambiental

Laboratorio Nacional de Salud Pública

COMISION NACIONAL DEL AGUA
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas
ASOCIACION DE PRODUCTORES DE HIELO DEL NOROESTE, A.C.
ASOCIACION NACIONAL DE PRODUCTORES Y DISTRIBUIDORES DE AGUA DE CALIDAD, A.C.
ASOCIACION NACIONAL DE PRODUCTORES Y DISTRIBUIDORES DE AGUA PURIFICADA, A.C.
ASOCIACION NACIONAL DE PRODUCTORES DE REFRESCOS Y AGUAS CARBONATADAS, A.C.
CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE TRANSFORMACION
CADBURY BEBIDAS, S.A. DE C.V.
COCA COLA DE MEXICO, S.A. DE C.V.
COMPAÑIA TOPO CHICO, S.A.
COMPAÑIA PRODUCTORA DE HIELO, S.A. DE C.V.
CRISTAPURO, S.A. DE C.V.
GRUPO OMNILIFE
HARMONY BROOK DE MEXICO, S.A. DE C.V.
HIELERA GRUPO EITAY, S.A. DE C.V.
HIELERA SAN CARLOS, S.A. DE C.V.
HIELO ALASKA, S.A. DE C.V.
HIELO DE OBREGON, S.A. DE C.V.
INDUSTRIALIZADORA QUERETANA DE HIELO, S.A. DE C.V.
NESTLE MEXICO, S.A. DE C.V.
PLURISER, S.A. DE C.V.

INDICE

1. Objetivo y campo de aplicación
2. Referencias
3. Definiciones
4. Símbolos y abreviaturas

5. Clasificación
6. Disposiciones sanitarias
7. Información documental
8. Muestreo
9. Métodos de prueba
10. Etiquetado
11. Envase y embalaje
12. Concordancia con normas internacionales y mexicanas
13. Bibliografía
14. Observancia de la Norma
15. Vigencia

1. Objetivo y campo de aplicación

1.1 Esta Norma Oficial Mexicana establece las disposiciones y especificaciones sanitarias que deben cumplir el agua y hielo para consumo humano envasados y a granel, excepto la que es consumida directamente de los sistemas de abastecimiento.

1.2 Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en el Territorio Nacional para las personas físicas o morales que se dedican a su proceso o importación.

2. Referencias

Esta Norma se complementa con lo siguiente:

- 2.1** NOM-012-SSA1-1993 Requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano públicos y privados.
- 2.2** NOM-026-STPS-1998 Colores y señales de seguridad e higiene e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
- 2.3** NOM-086-SSA1-1994 Bienes y Servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.

- 2.4 NOM-112-SSA1-1994** Bienes y Servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable.
- 2.5 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 absorción atómica.
- 2.6 NOM-120-SSA1-1994** Bienes y Servicios. Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas.
- 2.7 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.
- 2.8 NOM-145-SSA1-1995** Bienes y Servicios. Productos cárnicos troceados y curados. Productos cárnicos curados y madurados. Disposiciones y especificaciones sanitarias.
- 2.9 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. Requisitos sanitarios.

3. Definiciones

Para fines de esta Norma se entiende por:

3.1 Agua para consumo humano a granel, a la que no contiene materia extraña, ni contaminantes, ya sean químicos, físicos o microbiológicos, que causen efectos nocivos a la salud, que es suministrada en presencia del consumidor.

3.2 Agua para consumo humano preenvasada, a la de cualquier origen, que no contiene materia extraña, ni

contaminantes, ya sean químicos, físicos o microbiológicos, que causen efectos nocivos a la salud, para su comercialización se presenta al consumidor en envases cerrados, incluyéndose entre otras: al agua de manantial, agua mineral, agua mineralizada.

3.3 Aislado, a la separación física de un área de otras por medio de material sanitario, resistente y permanente.

3.4 Anomalía sanitaria, a la irregularidad con relación a las especificaciones de carácter sanitario establecidos las normas aplicables y que representan un riesgo para la salud.

3.5 Area de lavado, a la zona en donde se someten los envases a diversas operaciones para la eliminación de materia extraña, suciedad y para su desinfección y enjuague.

3.6 Area de llenado, a la zona donde se envasa y tapa el producto.

3.7 Area de producción, a la zona de la planta o equipo donde se realizan las operaciones necesarias para obtener agua y el hielo para consumo humano.

3.8 Area de suministro, a la zona donde se llena el envase con agua para consumo humano a granel.

3.9 Bitácora, al documento controlado que provee evidencia objetiva y auditable de las actividades ejecutadas o resultados obtenidos durante el proceso del producto y su análisis.

3.10 Cisterna o tanque de almacenamiento, al depósito que sirve para almacenar el producto o materia prima en establecimientos, equipos de autoservicio o transporte.

3.11 Contaminación cruzada, a la presencia en un producto de entidades físicas, químicas o biológicas indeseables procedentes de otros productos o etapas del proceso.

3.12 Desinfección, a la reducción del número de microorganismos a un nivel que no da lugar a contaminación del producto, mediante agentes químicos, métodos físicos o ambos.

3.13 Envase, al recipiente destinado a contener un producto y que entra en contacto con el mismo.

3.14 Establecimiento, a los locales y sus instalaciones y anexos, estén cubiertos o descubiertos, sean fijos o móviles, en

los que se desarrolla el proceso de los productos o las actividades y servicios.

3.15 Etiqueta, al marbete, rótulo, inscripción, marca, imagen gráfica u otra forma descriptiva que se haya escrito, impreso, estarcido, marcado, en relieve o en hueco, grabado, adherido, precintado o anexado al empaque o envase del producto.

3.16 Expendio de agua o hielo a granel, a los establecimientos o instalaciones donde se vende o suministra agua o hielo para consumo humano, proveniente de plantas.

3.17 Fauna nociva, a todos aquellos animales capaces de contaminar al producto por medio de sus excreciones, secreciones o por acción mecánica.

3.18 Fuente de abastecimiento, al lugar a partir del cual se obtiene la materia prima, incluye, manantiales, pozos, etc., excepto los sistemas de abastecimiento, pudiendo ser éstos públicos o privados.

3.19 Hielo a granel, al producto obtenido por congelación del agua, que es suministrada en presencia del consumidor, y no se encuentra envasado para su comercialización.

3.20 Hielo envasado, al producto obtenido por la congelación del agua apta para consumo humano y que se presenta envasado para su comercialización.

3.21 Inocuo, a lo que no hace o causa daño a la salud.

3.22 Límite máximo, a la cantidad establecida de aditivos, microorganismos, parásitos, materia extraña, plaguicidas, biotoxinas, residuos de medicamentos, metales pesados y metaloides que no se debe exceder en un alimento, bebida o materia prima.

3.23 Limpieza, al conjunto de procedimientos que tienen por objeto eliminar tierra, residuos, suciedad, polvo, grasa u otros materiales objetables.

3.24 Lote, a la cantidad de un producto elaborado en un mismo ciclo, integrado por unidades homogéneas.

3.25 Máquina automática para la producción de agua o hielo, a la máquina que cuenta con todo el equipo necesario para el tratamiento y expendio de agua o hielo para consumo humano a granel o envasado.

3.26 Materia extraña, a la sustancia, resto o desecho orgánico o no, que se presenta en el producto, sea por contaminación o por manejo no higiénico del mismo durante su elaboración, o comercialización, considerándose entre otros: excretas, pelos de cualquier especie, huesos e insectos, que resulten perjudiciales para la salud.

3.27 Materia prima, al agua de la cual se parte para obtener el producto terminado.

3.28 Material sanitario, al que es liso, fácil de lavar y desinfectar, no absorbente, inerte, que no ceda sustancias tóxicas.

3.29 Metal pesado y metaloide, a los elementos químicos que tienen un peso atómico entre 63 y 200 y una gravedad específica mayor de 4,0 que por su naturaleza presenta una gran reactividad y que dependiendo de la concentración, la forma química o su acumulación en el organismo pueden ocasionar efectos indeseables en el metabolismo.

3.30 Métodos de prueba, a los procedimientos analíticos utilizados en el laboratorio para comprobar que un producto satisface las especificaciones que establece la Norma.

3.31 Personal, a todo aquel individuo contratado por la compañía, que interviene en cualquier etapa del proceso.

3.32 Planta, al establecimiento fijo en el que se lleva a cabo el proceso de los productos objeto de esta Norma.

3.33 Proceso, al conjunto de actividades relativas a la obtención, elaboración, fabricación, preparación, conservación, mezclado, acondicionamiento, envasado, manipulación, transporte, distribución, almacenamiento y expendio o suministro al público de los productos.

3.34 Producto a granel, al producto que debe pesarse, medirse o contarse en presencia del consumidor por no encontrarse envasado al momento de su venta.

3.35 Producto envasado, al producto que cuando es colocado en un envase de cualquier naturaleza, no se

encuentra presente el consumidor y la cantidad de producto contenido en él no puede ser alterada, a menos que el envase sea abierto o modificado perceptiblemente.

3.36 Producto terminado, al que se ofrecerá al consumidor final.

3.37 Recinto cerrado, al espacio o área, que no permite el contacto permanente con el medio ambiente exterior.

3.38 Riesgo asociado, al que se deriva de un agente físico, químico o biológico que pudiera causar un daño a la salud.

3.39 Salmuera, a la solución saturada de cloruro de sodio y que puede contener aditivos.

3.40 Sistema de abastecimiento, al conjunto de elementos integrados por las obras hidráulicas de captación, conducción, potabilización, desinfección, almacenamiento o regulación y distribución, pudiendo ser públicos o privados.

3.41 Tratamiento, a la operación o serie de operaciones a la que es sometida el agua o el hielo durante su elaboración, con el propósito de eliminar o reducir su contaminación.

3.42 Tóxico, al que constituye un riesgo para la salud cuando al penetrar al organismo humano produce alteraciones físicas, químicas o biológicas que dañan la salud de manera inmediata, mediata, temporal o permanente, o incluso ocasiona la muerte.

4. Símbolos y abreviaturas

Cuando en esta Norma se haga referencia a los siguientes símbolos y abreviaturas se entiende por:

| | |
|-----------------|--|
| m | Micrómetro |
| BPF | Buenas Prácticas de Fabricación |
| CLAR | Cromatografía de Líquidos de Alta Resolución |
| CN ⁻ | Ion cianuro |
| Co | Cobalto |
| F ⁻ | ion fluoruro |
| g | Gramo |

| | |
|------------------------------|--------------------------------------|
| L | Litro |
| M | Molaridad |
| mg | Miligramo |
| mg/L | miligramo por litro |
| mL | Mililitro |
| mV | Milivoltios |
| N | Normalidad |
| N | – nitrógeno de nitrito |
| NO ₂ ⁻ | |
| N | – nitrógeno de nitrato |
| NO ₃ ⁻ | |
| nm | Nanómetro |
| NMP | Número Más Probable |
| pH | potencial de hidrógeno |
| Pt | Platino |
| SAP | Sulfonato de Alquil Benceno |
| THM | Trihalometanos |
| UFC | Unidades Formadoras de Colonias |
| UNT | Unidades Nefelométricas de Turbiedad |
| UV | Ultravioleta |
| vol. | Volumen |

Cuando en la presente Norma se haga referencia a CICOPLAFEST, debe entenderse que se trata de la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas.

Cuando en la presente Norma se haga referencia al Acuerdo, debe entenderse que se trata del Acuerdo por el que se determinan las sustancias permitidas como aditivos y coadyuvantes.

5. Clasificación

Para efectos de esta Norma, las modalidades de producción, expendio y suministro se clasifican en:

5.1 Plantas productoras de agua o hielo.

5.2 Máquinas automáticas para la producción de agua o hielo.

5.2.1 Sin personal.

5.2.2 Con personal.

5.3 Expendio de agua o hielo a granel.

5.3.1 Sin personal.

5.3.2 Con personal.

6. Especificaciones sanitarias

6.1 Control sanitario del proceso.

Las plantas, expendios y máquinas automáticas, además de cumplir con lo establecido en la NOM-120-SSA1-1994, del Apartado de Referencias, deben ajustarse a las siguientes disposiciones.

6.1.1 El equipo, tuberías, tanques de almacenamiento o cualquier otra superficie que entre en contacto directo con el producto o materia prima se deben limpiar y desinfectar con la frecuencia que determinen las condiciones del establecimiento, proceso y equipo de tal forma que se garantice la eliminación de riesgos asociados.

6.1.2 Cuando en un mismo equipo se elaboren distintos productos, se debe desinfectar antes del proceso de agua o hielo.

6.1.3 El agua que se utilice para propósitos no relacionados con el producto, debe transportarse por tuberías diferentes, separadas, sin que haya alguna conexión ni sifonado de retroceso con las tuberías que transportan el agua potable y de proceso.

6.1.4 Además de lo establecido en la NOM-026-STPS-1998 del Apartado de referencias, las tuberías que conduzcan agua en distintas etapas del proceso o fluidos diferentes de ésta, se deben identificar de acuerdo con el código propio de la empresa, que debe proporcionarse durante la verificación. Cualquier forma de identificación debe ser visible para el personal.

6.1.5 Las cisternas o tanques de almacenamiento deben estar protegidos contra la contaminación, corrosión y permanecer tapados. En el caso de las cisternas, las tapas

deben estar a una altura mínima de 10 centímetros del piso y su diseño debe evitar la entrada de agua, materia extraña o polvo al interior. Las paredes interiores de las cisternas o tanques deben ser o estar revestidas en su totalidad de material impermeable no tóxico, liso y fácil de lavar y desinfectar, las uniones deben ser fáciles de limpiar. En caso de que la cisterna o tanque de almacenamiento de producto terminado cuente con respiradero, éste debe contar como mínimo con un filtro que impida la contaminación del producto.

6.1.6 En el interior de las cisternas o tanques de almacenamiento de la materia prima no debe existir suciedad ni cualquier tipo de materia extraña.

6.1.7 El productor y el comercializador de agua o hielo, cada uno dentro del ámbito de su responsabilidad deben observar que las sustancias empleadas para la eliminación de plagas en cualquier área de proceso, cumplan con las disposiciones y especificaciones establecidas en el Catálogo Oficial de Plaguicidas vigente.

6.1.8 Los sanitarios deben encontrarse fuera de las áreas de proceso y sin comunicación directa con éstas.

6.1.9 Durante la verificación sanitaria, sólo se podrá abrir la cisterna o tanque de almacenamiento de producto terminado en caso de anomalía sanitaria.

6.1.10 Deben existir procedimientos escritos para la realización de las operaciones de limpieza y desinfección que especifiquen como mínimo: productos usados, concentraciones, tiempos de contacto, enjuagues y medidas para evitar la contaminación de los equipos, utensilios o productos.

6.1.11 Deben existir programas que determinen la calendarización de la aplicación de los procedimientos, así como el mantenimiento del equipo, mismos que contengan como mínimo: periodicidad y actividad a realizar.

6.1.12 Las sustancias y equipos que se utilicen en la desinfección del agua deben lograr como mínimo un porcentaje de reducción de organismos coliformes totales de 99,99%.

6.1.13 El proceso se debe registrar en bitácoras cuyo contenido se establece para cada modalidad de producción, mismas que se deben conservar por lo menos durante un año.

6.1.14 Cuando las bitácoras o registros se elaboren por medios electrónicos, éstos deben contar con respaldos que aseguren la veracidad de la información y un procedimiento para la prevención de acceso y correcciones no controladas.

6.1.15 Toda la documentación señalada debe estar a disposición de la autoridad sanitaria.

6.2 Plantas.

6.2.1 Productoras de Agua.

Además de cumplir con lo que se señala en el punto 6.1, deben cumplir con lo siguiente:

6.2.1.1 Para el manejo de la materia prima, las conexiones de carga y descarga deben permanecer cerradas de manera que no existan fugas, debiendo contar con llave o candado que no permita la manipulación del equipo o producto por personas ajenas a la producción o a la verificación.

6.2.1.2 Se debe contar con un sistema que evite que el agua lista para envasarse y el agua en proceso entren en contacto.

6.2.1.3 Próximas al área de producción, deben existir instalaciones exclusivamente para el lavado y desinfección de las manos con jabón líquido, agua o solución desinfectante y de un medio higiénico para el secado de manos.

6.2.1.4 El lavado de los envases debe hacerse en un área específica cerrada dentro de la planta. Se deben tomar las medidas necesarias para evitar que los envases se vuelvan a contaminar.

6.2.1.5 Durante el lavado de los envases, debe evitarse la acumulación de humo, polvo y vapores.

6.2.1.6 Para el caso de envases no retornables vacíos, éstos deberán almacenarse en condiciones higiénicas, protegidos del polvo, fauna nociva y materia extraña. No deben entrar en contacto directo con el piso. En el caso de botellas y garrafones, previo a su llenado deben ser sometidos a un proceso de limpieza interna que garantice su inocuidad.

6.2.1.7 Para el caso de envases retornables, éstos deben ser sometidos a procesos de lavado y desinfección interna, lavado externo, así como enjuague. Después de estas operaciones no deben quedar residuos de las sustancias utilizadas.

6.2.1.8 Todos los tapones deberán ser nuevos y de materiales no tóxicos.

6.2.1.9 Todos los tapones deben ser mantenidos durante todo el proceso en condiciones higiénicas, libres de polvo y de materia extraña. En caso de contaminación accidental éstos deberán limpiarse y desinfectarse con soluciones que no modifiquen, reaccionen o alteren sus características y evitando la contaminación por arrastre.

6.2.1.10 El área de llenado debe mantenerse aislada con material sanitario de las demás áreas y los accesos deben estar protegidos de manera que se evite la contaminación.

6.2.1.11 El anhídrido carbónico que se agregue al producto debe ser grado alimentario.

6.2.1.12 En el caso de productos envasados en botellas o garrafones, cuando se encuentren listos para la venta, deben al menos estar cerrados con tapa inviolable o tapa con sello o banda de garantía.

6.2.1.13 En caso de que la planta suministre o expendan agua a granel, debe colocar letreros con leyendas preventivas de manera visible para el consumidor, en los que se señale el riesgo que representa para la salud el llenado de envases sucios y el transporte y manejo de los envases destapados, la forma correcta de lavar y desinfectar los envases. Las letras deben tener un tamaño de 0,5 centímetros de altura como mínimo y ser de colores contrastantes.

6.2.1.14 En el caso de que el productor envase directamente de una obra de captación de una fuente de abastecimiento, además de cumplir con lo que señala el Reglamento, debe cumplir con lo siguiente:

6.2.1.14.1 No deben construirse obras de captación en fuentes de abastecimiento cuyas cargas de contaminantes por su magnitud y peligrosidad pongan en riesgo la salud humana.

6.2.1.14.2 La fuente de abastecimiento y las obras de captación deben protegerse mediante cerca de malla de alambre o muros, con la altura o distancia suficiente que impida la deposición de desechos sólidos, líquidos o excretas y el paso de animales. Sólo se permitirá el acceso a personal autorizado.

6.2.1.14.3 La fuente de abastecimiento y obras de captación deben protegerse de contaminación exterior debida a escurrimientos o infiltraciones de agua u otros vectores.

6.2.1.14.4 Cesar temporalmente la producción, cuando se detecte que la materia prima está fuera de alguna especificación de la presente Norma, reiniciándose hasta que la calidad de la materia prima haya retornado a su normalidad.

6.2.2 Productoras de Hielo.

Además de lo señalado en el punto 6.1, deben cumplir con lo siguiente:

6.2.2.1 En aquellos casos en que por su tamaño o peso el hielo en barra tenga que entrar en contacto con el piso, éste deberá ser desinfectado con la frecuencia que sea necesaria para disminuir el riesgo de contaminación del producto.

6.2.2.2 Para el manejo de la materia prima, las conexiones de carga y descarga deben permanecer cerradas de manera que no existan fugas, debiendo contar con llave o candado que no permita la manipulación del equipo o producto por personas ajenas a la producción o a la verificación.

6.2.2.3 La etapa de producción debe contar con un sistema que evite todo contacto entre el producto final y el agua en proceso en cualquier etapa previa.

6.2.2.4 Próximas al área de producción, deben existir instalaciones exclusivamente para el lavado y desinfección de las manos, con jabón líquido, agua o solución desinfectante y un medio higiénico para el secado de manos. Se debe contar con un dispositivo con solución para desinfección de calzado al ingreso de las áreas de llenado de moldes, desmoldado, corte, almacenamiento y envasado. Las personas que ingresen deberán desinfectar su calzado en los dispositivos.

6.2.2.5 La parte interna de los moldes y tapas debe ser de material sanitario, deben conservarse limpios y sin presencia de oxidaciones, sin materia extraña y no deben tener fisuras que permitan la mezcla de salmuera con el producto.

6.2.2.6 El llenado de los moldes debe hacerse a través de tubería fija.

6.2.2.7 Los andenes de acceso a los tanques de congelación deben ser lisos y de material impermeable, con pendiente hacia el drenaje.

6.2.2.8 En las áreas de llenado de moldes y envasado, el personal deberá portar cubrebocas y cubrepelo.

6.2.2.9 Los moldes no deben sumergirse por completo en la salmuera.

6.2.2.10 En los tanques de despegue se debe usar agua cuyo contenido de coliformes fecales sea el establecido en esta Norma.

6.2.2.11 El equipo y utensilios que entren en contacto con el producto deben ser de un material sanitario que no constituya un riesgo de contaminación.

6.2.2.12 Las superficies por donde se desplacen las barras hacia el almacén de hielo se deben mantener en condiciones higiénicas. Estas superficies deberán ser limpiadas y sanitizadas en función de las características de las mismas, de tal forma que el manejo del hielo minimice el riesgo de contaminación al entrar en contacto con el piso.

6.2.2.13 Las cuchillas expuestas al medio ambiente, el equipo y utensilios que entren en contacto con el producto se deben limpiar y desinfectar en cada jornada y después de mantenimiento o reparación.

6.2.2.14 Las plantas productoras de hielo, están exentas del cumplimiento del control de primeras entradas y primeras salidas.

6.2.2.15 El andén de despacho debe ser desinfectado antes de las operaciones.

6.2.2.16 Las habitaciones de obreros, empleados o cualquier otra persona deben estar aisladas de las áreas de producción.

6.3 Máquinas Automáticas de Agua y Hielo.

6.3.1 Sin personal.

Además de lo señalado en el punto 6.1, excepto 6.1.8 y 6.1.15, deben cumplir con lo siguiente:

6.3.1.1 Las máquinas automáticas deben estar ubicadas en recintos cerrados y deben estar aisladas de áreas de tránsito vehicular y de la vía pública.

6.3.1.2 Los pisos sobre los que se instalen las áreas de suministro deben ser lavables y no deben existir encharcamientos.

6.3.1.3 Las paredes, estructuras y techos de las áreas de suministro, así como sus uniones deben ser o estar recubiertos de materiales que sean lavables e impermeables, debiendo mantener el recubrimiento su integridad.

6.3.1.4 Se debe disponer de un sistema eficaz de evacuación de efluentes y aguas residuales, el cual en todo momento debe mantenerse en buen estado.

6.3.1.5 El área de suministro debe mantenerse aislada, evitando la contaminación cruzada con alimentos perecederos, a granel, frescos o con sustancias tóxicas. La toma o boquilla sólo debe ser manipulada para su limpieza, desinfección, mantenimiento o muestreo.

6.3.1.6 En caso que la empresa operadora ponga envases a disposición del consumidor éstos deben estar limpios, desinfectados con tapa y sello o banda de garantía.

6.3.1.7 Deben existir letreros con leyendas preventivas de manera visible para el consumidor en los que se señale el riesgo que representa para la salud el llenado de envases sucios y el transporte y manejo de los envases destapados, la forma correcta de lavar y desinfectar los envases. Las letras deben tener un tamaño de 0,5 centímetros como mínimo y ser de colores contrastantes.

6.3.1.8 La empresa operadora debe presentar aviso de funcionamiento para cada una de las máquinas automáticas, ante la autoridad sanitaria competente, cada vez que se instale un equipo. Dicho aviso deberá incluir el código de colores.

6.3.1.9 La empresa operadora tendrá como máximo 5 días hábiles posteriores a la verificación, para presentar una copia de las bitácoras, procedimientos, programas y diagramas de flujo a la autoridad sanitaria competente.

6.3.2 Con personal.

6.3.2.1 En caso de que se ofrezca el servicio de lavado de envases, deberá cumplir con lo que se señala en los puntos 6.2.1.4, 6.2.1.5 y 6.2.1.6 de esta Norma.

6.4 Expendios de Agua a Granel.

6.4.1 Sin personal.

Además de cumplir con lo señalado en el punto 6.1, excepto 6.1.8 y 6.1.15, deberán cumplir con lo siguiente:

6.4.1.1 Los pisos de las áreas de suministro deben ser lavables y no deben existir encharcamientos.

6.4.1.2 Las diferentes partes del equipo deben ser o estar recubiertas de materiales que sean lavables e impermeables, debiendo mantener el recubrimiento su integridad.

6.4.1.3 El área de suministro debe mantenerse aislada, evitando la contaminación cruzada con alimentos perecederos, a granel, frescos y con sustancias tóxicas. La toma o boquilla sólo debe ser manipulada para su limpieza, mantenimiento o muestreo.

6.4.1.4 Las conexiones de carga y descarga de las mangueras deben permanecer cerradas de manera que no existan fugas, debiendo contar con llave o candado que no permita la manipulación de las mismas por personas ajenas al proceso o a la verificación.

6.4.1.5 Los expendios deben estar ubicados en recintos cerrados y deben estar aislados de áreas de tránsito vehicular y de la vía pública.

6.4.1.6 La empresa operadora debe presentar aviso de funcionamiento para cada uno de estos expendios, ante la autoridad sanitaria competente.

6.4.1.7 En caso que la empresa operadora ponga envases a disposición del consumidor éstos deben estar limpios, desinfectados con tapa y con sello o banda de garantía.

6.4.1.8 Deben existir letreros con leyendas preventivas de manera visible para el consumidor en los que señale el riesgo que representa para la salud el llenado de envases sucios y el transporte y manejo de los envases destapados, la forma correcta de lavar y desinfectar los envases, las letras deben tener un tamaño de 0,5 centímetros como mínimo y ser de colores contrastantes.

6.4.1.9 La compañía operadora tendrá como máximo 5 días hábiles posteriores a la verificación, para presentar una copia de las bitácoras, procedimientos, programas y diagramas de flujo a la autoridad sanitaria competente.

6.4.2 Con personal.

Además de cumplir con lo que se señala en el punto 6.4.1, se deberá de cumplir con lo siguiente:

6.4.2.1 En caso de que el expendio ofrezca el servicio de lavado de envases, deberá cumplir con lo que se señala en los puntos 6.2.1.4, 6.2.1.5 y 6.2.1.6 de esta Norma.

6.5 Transporte de Agua o Hielo a Granel.

6.5.1 Debe existir una bitácora, en la que se establezcan las fechas en las cuales se hayan efectuado las operaciones de mantenimiento y limpieza de las cisternas, cajas, mangueras y conexiones de los vehículos de transporte.

6.5.2 Las paredes internas de la caja o de la cisterna del camión, deben estar revestidas o ser de material sanitario.

6.5.3 Para el transporte de agua, la cisterna del camión debe contar con registros, que permitan el acceso de una persona al interior de la misma y contar con un sistema de vaciado con un dispositivo de cierre hermético.

6.5.4 El dispositivo de registro para la ventilación de la cisterna no debe permitir derrames de agua o introducción de material extraño.

6.5.5 Las conexiones entre la cisterna, válvulas y mangueras de distribución, así como el equipo en general no deben presentar fugas. Los equipos que se encuentren en contacto directo con el agua deben ser de material sanitario. Durante el recorrido las bocas de las mangueras deben mantenerse protegidas con dispositivos de material sanitario.

6.5.6 Los vehículos que transportan agua o hielo, deben ostentar el nombre y domicilio de la empresa responsable del transporte.

6.5.7 El agua no debe ser vendida o suministrada al consumidor final directamente del vehículo que la transporta.

6.5.8 El contenedor que se utilice para transportar agua o hielo no debe ser utilizado para otro fin.

6.6 Especificaciones sanitarias de producto.

Los productos objeto de este ordenamiento, deben cumplir con las siguientes especificaciones:

6.6.1 La materia prima al inicio del proceso de los productos objeto de esta Norma, debe cumplir como mínimo con las especificaciones sanitarias que se establecen en la NOM-127-SSA1-1994. En caso de no ser así, el producto terminado además de cumplir con las especificaciones que se establecen en esta norma, debe cumplir con los límites máximos para bario, cromo y plaguicidas que se establecen en la norma arriba citada.

6.6.2 Organolépticas y físicas.

| Especificación | |
|----------------|--|
| Olor | Inodoro |
| Sabor | Insípido |
| | Límite Máximo |
| Color | 15 unidades de color verdadero * en la escala de platino cobalto |
| Turbiedad | 5 Unidades de UNT |

*Únicamente el producido por sólidos disueltos en el agua.

6.6.3 Microbiológicas.

| Especificación | Límite máximo |
|--------------------|----------------|
| Coliformes totales | < 1,1NMP/100mL |

6.6.4 Contaminantes

6.6.4.1 Metales pesados o metaloides.

| Elemento | Límite máximo (mg/L) |
|-------------------------------|----------------------|
| Arsénico | 0,025 |
| Boro | 0,3 |
| Cadmio | 0,005 |
| Fluoruros como F ⁻ | 1,5 |
| Níquel | 0,02 |
| Plata | 0,1 |
| Plomo | 0,01 |
| Selenio | 0,01 |

6.6.4.2 Otros contaminantes.

| Sustancia | Límite máximo (mg/L) |
|-----------|----------------------|
|-----------|----------------------|

| | |
|--|-------|
| Cianuros como CN ⁻ | 0,05 |
| Nitratos como N | 10,00 |
| Nitritos como N | 0,05 |
| Sustancias activas al azul de metileno | 0,5 |

- Contar con respaldos que aseguren la veracidad de la información y un procedimiento para la prevención de acceso y correcciones no controladas.
- Conservarse por lo menos durante 1 año y estar a disposición de la autoridad sanitaria cuando así lo requiera.
- El diseño del formato queda bajo la responsabilidad del particular.

6.6.5 Desinfectantes.

| Desinfectante | Límite Máximo (mg/L) Tabla 1. | | Información mínima de las bitácoras o registros de diferentes etapas del proceso y de las buenas prácticas de operación en plantas purificadoras de agua. | | | | | | | | | | |
|--|--|-------------------------|--|--------------|--------------|---------------------------------------|---|--|--|---|--|-------------------------|--|
| | Hielo a granel | Agua de hielo envasados | | | | | | | | | | | |
| Cloro residual libre después de un tiempo de contacto mínimo de 30 minutos | 1,5 | 0,1 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>BITACORA DE:</th> <th>INFORMACION:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Almacenamiento de producto terminado.</td> <td>Primeras entradas-primeras salidas (caso). Responsable. Fecha de monitoreo.</td> </tr> <tr> <td>Análisis de parámetros sanitarios de la materia prima.</td> <td>Fecha. Responsable del análisis. Resultados (color y turbiedad, microquímicos, metales contaminantes).</td> </tr> <tr> <td>Análisis de parámetros sanitarios del producto terminado.</td> <td>Fecha. Responsable del análisis. Resultados (color y turbiedad, microquímicos, metales contaminantes y subproductos desinfectación agua en su caso). Lote (para productos envasados).</td> </tr> <tr> <td>Control de fauna nociva</td> <td>a) Por contratación: Fecha. Comprobante de fumigación proporcionado por la empresa responsable. Número de licencia de la empresa expedida por la autoridad correspondiente.</td> </tr> </tbody> </table> | BITACORA DE: | INFORMACION: | Almacenamiento de producto terminado. | Primeras entradas-primeras salidas (caso). Responsable. Fecha de monitoreo. | Análisis de parámetros sanitarios de la materia prima. | Fecha. Responsable del análisis. Resultados (color y turbiedad, microquímicos, metales contaminantes). | Análisis de parámetros sanitarios del producto terminado. | Fecha. Responsable del análisis. Resultados (color y turbiedad, microquímicos, metales contaminantes y subproductos desinfectación agua en su caso). Lote (para productos envasados). | Control de fauna nociva | a) Por contratación: Fecha. Comprobante de fumigación proporcionado por la empresa responsable. Número de licencia de la empresa expedida por la autoridad correspondiente. |
| BITACORA DE: | INFORMACION: | | | | | | | | | | | | |
| Almacenamiento de producto terminado. | Primeras entradas-primeras salidas (caso). Responsable. Fecha de monitoreo. | | | | | | | | | | | | |
| Análisis de parámetros sanitarios de la materia prima. | Fecha. Responsable del análisis. Resultados (color y turbiedad, microquímicos, metales contaminantes). | | | | | | | | | | | | |
| Análisis de parámetros sanitarios del producto terminado. | Fecha. Responsable del análisis. Resultados (color y turbiedad, microquímicos, metales contaminantes y subproductos desinfectación agua en su caso). Lote (para productos envasados). | | | | | | | | | | | | |
| Control de fauna nociva | a) Por contratación: Fecha. Comprobante de fumigación proporcionado por la empresa responsable. Número de licencia de la empresa expedida por la autoridad correspondiente. | | | | | | | | | | | | |

* Cuando se utilice para desinfectar el producto.

6.6.6 Subproductos de desinfección del agua.

| Desinfectante utilizado | Subproducto | Límite máximo (mg/L) | Información mínima de las bitácoras o registros de diferentes etapas del proceso y de las buenas prácticas de operación en plantas purificadoras de agua. | | | | | | | | | | |
|---|--|----------------------|--|--------------|--------------|---------------------------------------|---|--|--|---|--|-------------------------|--|
| Cloro | Formaldehído | 0,9 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>BITACORA DE:</th> <th>INFORMACION:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Almacenamiento de producto terminado.</td> <td>Primeras entradas-primeras salidas (caso). Responsable. Fecha de monitoreo.</td> </tr> <tr> <td>Análisis de parámetros sanitarios de la materia prima.</td> <td>Fecha. Responsable del análisis. Resultados (color y turbiedad, microquímicos, metales contaminantes).</td> </tr> <tr> <td>Análisis de parámetros sanitarios del producto terminado.</td> <td>Fecha. Responsable del análisis. Resultados (color y turbiedad, microquímicos, metales contaminantes y subproductos desinfectación agua en su caso). Lote (para productos envasados).</td> </tr> <tr> <td>Control de fauna nociva</td> <td>a) Por contratación: Fecha. Comprobante de fumigación proporcionado por la empresa responsable. Número de licencia de la empresa expedida por la autoridad correspondiente.</td> </tr> </tbody> </table> | BITACORA DE: | INFORMACION: | Almacenamiento de producto terminado. | Primeras entradas-primeras salidas (caso). Responsable. Fecha de monitoreo. | Análisis de parámetros sanitarios de la materia prima. | Fecha. Responsable del análisis. Resultados (color y turbiedad, microquímicos, metales contaminantes). | Análisis de parámetros sanitarios del producto terminado. | Fecha. Responsable del análisis. Resultados (color y turbiedad, microquímicos, metales contaminantes y subproductos desinfectación agua en su caso). Lote (para productos envasados). | Control de fauna nociva | a) Por contratación: Fecha. Comprobante de fumigación proporcionado por la empresa responsable. Número de licencia de la empresa expedida por la autoridad correspondiente. |
| BITACORA DE: | INFORMACION: | | | | | | | | | | | | |
| Almacenamiento de producto terminado. | Primeras entradas-primeras salidas (caso). Responsable. Fecha de monitoreo. | | | | | | | | | | | | |
| Análisis de parámetros sanitarios de la materia prima. | Fecha. Responsable del análisis. Resultados (color y turbiedad, microquímicos, metales contaminantes). | | | | | | | | | | | | |
| Análisis de parámetros sanitarios del producto terminado. | Fecha. Responsable del análisis. Resultados (color y turbiedad, microquímicos, metales contaminantes y subproductos desinfectación agua en su caso). Lote (para productos envasados). | | | | | | | | | | | | |
| Control de fauna nociva | a) Por contratación: Fecha. Comprobante de fumigación proporcionado por la empresa responsable. Número de licencia de la empresa expedida por la autoridad correspondiente. | | | | | | | | | | | | |
| | Trihalometanos totales | 0,10 | | | | | | | | | | | |
| Ozono | Formaldehído | 0,9 | | | | | | | | | | | |

6.6.7 Coadyuvantes de proceso.

Cuando se utilice poliacrilamida para realizar floculación su concentración no debe ser mayor a 1mg/L.

6.6.8 Aditivos.

| Aditivo | Límite máximo |
|---------------------|---------------|
| Anhídrido carbónico | BPF |

6.6.9 Materia extraña: Ausente

7. Información documental

7.1 El proceso de los productos objeto de esta Norma debe documentarse en bitácoras o registros, de manera que garantice los requisitos establecidos en las Tablas 1, 2, 3 y 4. Los registros o bitácoras incluyendo los que se elaboren por medios electrónicos deben:

| | | | |
|---|--|--|--|
| | Técnicas y sustancias utilizadas y concentraciones. Responsable. b) Autoaplicación: Fecha. Aprobación del responsable técnico expedida por la autoridad correspondiente. Sustancias utilizadas y concentraciones. Responsable. | | Responsable. Hoja técnica o especificaciones del fabricante de los equipos de desinfección. Tratamiento del agua. Tipo de tratamiento. Sustancias (en su caso). Dosificación. Horas acumuladas de operación de Ultra Violeta (en su caso). Fecha. Responsable. |
| Lavado y enjuagado de envases, en su caso. | Sustancias usadas. Concentraciones. Tiempo de contacto. Temperaturas (en su caso). | | |
| Limpieza y desinfección del equipo, utensilios e instalaciones. | Procedimiento. Fecha. Sustancias usadas. Dosificación. Tiempos de contacto. Responsable. | Tabla 2. Información mínima de las bitácoras o registros de las diferentes etapas del proceso y de las buenas prácticas de fabricación en plantas productoras de hielo. | |
| | | BITACORA DE: | INFORMACION: |
| Proceso | Contar con diagramas de bloque en los que se describa de manera sintética el proceso de elaboración del producto. Mantenimiento del equipo de desinfección. Operación realizada. Fecha. Técnicas o sustancias usadas. Dosificación y tiempo de contacto en su caso. | Almacenamiento de producto terminado. | Fecha de monitoreo. Responsable. |
| | | Análisis de parámetros sanitarios de la materia prima. | |
| | | Análisis de parámetros sanitarios del producto terminado. | Fecha. Responsable del análisis. Resultados (color y turbiedad, microquímicos, metales pesados, compuestos orgánicos y subproductos desinfección del agua (en su caso). Lote (para productos envasados). |
| | | Control de fauna nociva | Por contratación: Fecha. Comprobante de fumigación proporcionado por la empresa responsable. Número de licencia de la empresa expedida por la autoridad correspondiente. Técnicas o sustancias utilizadas y concentraciones. |

| | | | |
|---|--|--|--|
| | Responsable. Autoaplicación: Fecha. Aprobación del responsable técnico expedida por la autoridad correspondiente. Sustancias utilizadas y concentraciones. Responsable. | | Operación realizada. Fecha. Sustancias usadas. Tiempo de contacto. Tipo de producto. Dosificación. Responsable. |
| Limpieza y desinfección del equipo, utensilios e instalaciones. | Procedimiento. Fecha. Sustancias usadas. Dosificación. Tiempos de contacto. Responsable. | Tabla 3. Información mínima de las bitácoras o registros de las diferentes etapas del proceso y de las buenas prácticas de fabricación en Máquinas automáticas de agua y hielo. | |
| | | BITACORA DE: | INFORMACION: |
| Proceso | Contar con diagramas de bloque en los que se describa de manera sintética el proceso de elaboración del producto. Mantenimiento del equipo de desinfección: Operación realizada. Fecha. Sustancias usadas. Dosificación y tiempos de contacto en su caso. Responsable. Hoja técnica o especificaciones del proveedor o fabricante de los equipos de filtración y desinfección. Tratamiento del agua. Tipo de tratamiento. Sustancias (en su caso). Dosificación. Horas acumuladas de operación de la lámpara Ultra Violeta (en su caso). Fecha. | Análisis de parámetros sanitarios de la materia prima Análisis de parámetros sanitarios del producto Control de fauna nociva. ⁸ | Fecha. Responsable del análisis. Resultados (color y turbiedad, microquímicos, metales pesados y contaminantes). Fecha. Responsable del análisis. Resultados (color y turbiedad, microquímicos, metales pesados, compuestos orgánicos volátiles y subproductos desinfección del agua (en su caso)). Por contratación: Fecha. Comprobante de fumigación proporcionado por la empresa responsable. Número de licencia de la empresa expedida por la autoridad correspondiente. Técnicas y sustancias utilizadas y sus concentraciones. |
| | Responsable. Análisis del agua de desmoldado: Fecha. Laboratorio. Resultados. Transporte, tapas, tarimas Mantenimiento e higiene del equipo: | | |

⁸ Sólo aplica cuando la empresa responsable realice la operación sin perjuicio de otros ordenamientos aplicables.

| | | | |
|---|---|--|--|
| | <p>Responsable. Autoaplicación: Fecha. Aprobación del responsable técnico expedida por la autoridad correspondiente. Sustancias utilizadas y concentraciones. Responsable.</p> | | <p>Horas acumuladas de operación de Ultra Violeta (en su caso). Fecha. Responsable. Análisis del agua de desmoldado: Fecha. Laboratorio. Resultados. Transporte, tapas, tarimas Mantenimiento e higiene del equipo: Operación realizada. Fecha. Sustancias usadas. Tiempo de contacto. Tipo de producto. Dosificación. Responsable.</p> |
| Lavado y enjuagado de los envases, en su caso. | <p>Sustancias usadas. Concentraciones. Tiempo de contacto. Temperaturas (en su caso).</p> | | |
| Limpieza y desinfección del equipo, utensilios, en su caso. | <p>Procedimiento. Fecha. Sustancias usadas. Dosificación. Tiempos de contacto. Responsable.</p> | | |
| Proceso | <p>Contar con diagramas de bloque en los que se describa de manera sintética el proceso de elaboración del producto. Mantenimiento del equipo de desinfección: Operación realizada. Fecha. Sustancias usadas. Dosificación. Responsable. Hoja técnica o especificaciones del proveedor o fabricante de los equipos de filtración y desinfección. Tratamiento del agua: Tipo de tratamiento. Sustancias (en su caso). Dosificación.</p> | | |

Tabla 4. Información mínima de las bitácoras o registros de las diferentes etapas del proceso y de las buenas prácticas de fabricación en Expendios de agua y hielo.

| BITÁCORA DE: | INFORMACION: | Transporte (en su caso). | Mantenimiento de las unidades: Operación realizada. Fecha. Sustancias usadas. Dosificación. Responsable. | |
|---|--|--|---|--|
| Análisis de parámetros sanitarios del producto terminado. | Fecha. Responsable del análisis. Resultados (color y turbiedad, microbiológicos, fisicoquímicos, metales pesados, contaminantes y subproductos desinfección del agua (en su caso)). | | | |
| Control de fauna nociva. ⁹ | Por contratación: Fecha. Comprobante de fumigación proporcionado por la empresa responsable. Número de licencia de la empresa que aplica expedida por la autoridad correspondiente. Técnica o sustancias utilizadas y concentraciones. | <p>8. Muestreo</p> <p>El procedimiento de muestreo para los productos objeto de esta Norma, se debe sujetar a lo siguiente:</p> <p>8.1 Disposiciones generales.</p> <p>8.1.1 Una vez abierta la tapa o cuando la muestra sea de producto a granel, el periodo máximo que debe transcurrir entre la toma de muestra y el inicio del análisis, debe ser de 6 horas. Que aplica así se tendrá que mantener la muestra refrigerada.</p> <p>8.2 Agua y hielo a granel.</p> <p>En el caso del producto a granel, la toma de muestra se realizará de la siguiente forma:</p> <p>8.2.1 La persona que tomará las muestras, se lavará las manos antes de hacer la toma de muestra o en su defecto usará guantes desechables estériles.</p> <p>8.2.2 En caso de que la empresa ponga envases a disposición del consumidor, se tomarán las muestras de agua o hielo en envases de la compañía.</p> <p>8.2.3 Los recipientes para la toma de muestra deben abrirse cerca de la toma de salida, al momento de introducir la muestra y cerrarlos de inmediato. No se debe tocar la boca ni el interior del envase así como el dispositivo de suministro y debe evitarse que la tapa se contamine.</p> <p>8.2.4 Debe llenarse siempre el envase en el que se tome la muestra.</p> <p>8.2.5 Cuando la empresa no ofrezca el envase, las muestras para análisis microbiológico se tomarán en recipientes estériles.</p> <p>8.2.6 Cuando se trate de hielo en barra, se debe esperar una barra, posteriormente se toma la muestra de distintas partes de la misma, distribuidas de manera aleatoria.</p> | | |
| | Responsable. Autoaplicación: Fecha. Aprobación del responsable técnico expedida por la autoridad correspondiente. Sustancias utilizadas y concentraciones. Responsable. | | | |
| Lavado y enjuagado de los envases, en su caso. | Sustancias usadas. Concentraciones. Tiempo de contacto. Temperaturas (en su caso). | | | |
| Limpieza y desinfección del equipo, utensilios, en su caso. | Procedimiento. Fecha. Sustancias usadas. Dosificación. Tiempos de contacto. Responsable. | | | |

⁹ Sólo aplica cuando la empresa responsable realice la operación sin perjuicio de otros ordenamientos aplicables.

8.2.7 En el caso de hielo molido, se tomarán muestras de distintas partes del contenedor de manera aleatoria, por medio del equipo que utilice la compañía.

9. Métodos de prueba

9.1 Para la verificación oficial de las especificaciones que se establecen en esta Norma, se deben aplicar los métodos de prueba señalados en este apartado.

El particular para su control interno, podrá utilizar el método de prueba que más se ajuste a sus necesidades.

9.1.1 Para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, níquel, plata y selenio, se debe aplicar la Norma Oficial Mexicana NOM-117-SSA1-1994, Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, fierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por absorción atómica.

9.1.2 Para la determinación de coliformes por la técnica del Número Más Probable (NMP), se debe aplicar el método establecido en la NOM-112-SSA1-1994 y las talas que se presentan en el apéndice normativo b de la NOM-145-SSA1-1995, citada en el apartado de referencias.

9.1.3 En el caso de los coliformes totales para el aislamiento se debe aplicar el método establecido en el apéndice informativo B de la NOM-181-SSA1-1994 citada en el apartado de referencias.

9.1.4 Para la determinación del porcentaje de reducción de coliformes totales para el aislamiento se debe aplicar el método establecido en el apéndice informativo B de la NOM-181-SSA1-1994 citada en el apartado de referencias.

9.1.5 Para la determinación de boro, cianuros, cloro residual, color, fluoruros, formaldehído, nitratos y nitritos, sustancias activas al azul de metileno, trihalometanos totales y turbiedad, se deben aplicar los métodos que se describen a continuación.

9.2 Precauciones generales de seguridad.

9.2.1 El analista debe consultar siempre la información respecto a la exposición y manejo seguro de los reactivos químicos especificados en estos métodos, para emplear el equipo de seguridad apropiado como bata de laboratorio,

guantes de látex, anteojos, mascarilla, etc. y trabajar cuando así se requiera bajo campana de extracción.

9.2.2 Para la aplicación de los siguientes métodos analíticos se debe cumplir con las Buenas Prácticas de Laboratorio.

9.3 Determinación de color.

9.3.1 Principio del método.

El color se mide mediante una comparación visual de la muestra con una escala estandarizada de platino-cobalto. La unidad platino-cobalto es la que se produce al disolver 1 mg de platino/L en forma de ion cloroplatinato.

9.3.2 Interferencias.

9.3.2.1. La turbiedad interfiere en la determinación del color verdadero y debe eliminarse mediante filtración o centrifugación.

9.3.2.2. El color verdadero y el aparente son dependientes del pH por lo que es necesario especificar el valor de pH de la muestra junto al reporte de color real y aparente.

9.3.3. Equipo.

9.3.3.1. Balanza analítica con precisión de 0,1 mg.

9.3.3.2. Potenciómetro con electrodo para medición de pH, con sensibilidad de 0,01 unidades de pH, y con compensador de temperatura.

9.3.3.3. Comparador manual para tubos Nessler de 50 mL con escala de vidrios coloreados estandarizados equivalentes desde 0,5 a 70 unidades Pt-Co o comparador electrónico de color.

9.3.3.4. Centrifuga.

9.3.4 Materiales.

Todo el material volumétrico utilizado en este procedimiento debe ser clase A con certificado o, en su caso, debe estar calibrado.

9.3.4.1 Tubos Nessler de 50 mL de capacidad.

9.3.4.2 Material filtrante de acuerdo a la naturaleza de la muestra.

9.3.4.3 Material común de laboratorio.

9.3.5 Reactivos.

Todos los reactivos deben ser grado analítico a menos que se indique otra especificación y por agua se entiende agua destilada libre de color.

9.3.5.1 Acido clorhídrico concentrado (HCl)

9.3.5.2 Cloruro de Cobalto hexahidratado (CoCl₂.6H₂O)

9.3.5.3 Hexacloroplatinato de potasio (K₂PtCl₆).

9.3.5.4 Solución madre de cloroplatinato de 500 unidades de color.

Pesar con precisión 1,246 g de hexacloroplatinato de potasio (equivalente a 500 mg de platino metálico) y 1,000 g de cloruro de cobalto hexahidratado (equivalente a 250 mg de cobalto metálico) y disolver en 500 mL de agua con 100 mL de ácido clorhídrico concentrado. Diluir a 1 L con agua. La solución se mantiene estable durante 3 meses.

9.3.6 Procedimiento

9.3.6.1 Preparación de la escala de color.

Preparar soluciones de concentración intermedia de acuerdo a la tabla No. 1. Colocar los volúmenes de la solución madre en tubos Nessler y diluir con agua a 50 mL.

Tabla No. 1

| Unidades de color Pt-Co | Solución madre de platino-cobalto (mL) |
|-------------------------|--|
| 0,0 | 0,0 |
| 2,5 | 0,25 |
| 5,0 | 0,5 |
| 10,0 | 1,0 |
| 15,0 | 1,5 |
| 20,0 | 2,0 |
| 25,0 | 2,5 |
| 30,0 | 3,0 |
| 35,0 | 3,5 |

| | |
|------|-----|
| 40,0 | 4,0 |
| 45,0 | 4,5 |
| 50,0 | 5,0 |
| 60,0 | 6,0 |
| 70,0 | 7,0 |

Estos patrones se emplean para poder verificar la calibración de la escala de vidrios coloreados, y deben renovarse cada 6 meses.

9.3.6.2 Determinación de Color Aparente.

9.3.6.2.1 Medir en un tubo de Nessler, 50 mL de la muestra y comparar con las soluciones patrón o con la escala de vidrios coloreados. Se recomienda efectuar la observación, mirando verticalmente hacia abajo a través de los tubos contra una superficie blanca.

9.3.6.2.2 Si el color excede de 70 unidades, diluir la muestra con agua en proporciones conocidas hasta que el color sea menor de 70 y mayor de 20 unidades Pt-Co.

9.3.6.3 Determinación del color verdadero.

9.3.6.3.1. Remover la turbiedad de las muestras por filtración o centrifugación hasta que esté totalmente clara. El tipo de material filtrante y el tiempo de centrifugación dependerán de la naturaleza de la muestra.

9.3.6.3.2. Comparar la muestra filtrada o centrifugada con las soluciones patrón para comprobar que la turbiedad se ha eliminado. Si la muestra es clara seguir el procedimiento indicado en la determinación del color aparente.

9.3.7 Cálculos.

Calcular las unidades de color por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{Unidades de color Pt-Co} = A \times \text{FD}$$

Donde:

A= Color estimado de la muestra.

FD= Factor de dilución de la muestra.

9.3.8 Expresión de resultados

Reportar los resultados como se indica:

| Unidades de Color Pt-Co | Redondear con una resolución de |
|-------------------------|---------------------------------|
| 1 a 50 | 1 |
| 51 a 100 | 5 |
| 101 a 250 | 10 |
| 251 a 500 | 20 |

El valor de pH de la muestra debe reportarse junto con el del color real o aparente.

Reportar el resultado como:

Unidades de color verdadero en la escala platino-cobalto.

9.4 Determinación de turbiedad.

9.4.1 Principio del método.

El método se basa en la comparación entre la intensidad de la luz dispersada por la muestra bajo condiciones definidas y la intensidad de luz dispersada por una suspensión de referencia en condiciones semejantes. Las lecturas se realizan empleando un turbidímetro calibrado con una suspensión de referencia de formacina preparada bajo condiciones específicas. El polímero de formacina es la referencia de turbiedad más aceptada, debido a que es fácil prepararlo y tiene propiedades reproducibles de dispersión de la luz, en comparación con otros como arcilla o agua turbia natural.

La turbiedad de una suspensión de concentración específica de formacina se define como el equivalente a 40 UNT.

9.4.2 Interferencias.

9.4.2.1. La presencia de residuos flotantes y materia fina las cuales pueden sedimentarse rápidamente darán lecturas bajas. El color verdadero, es decir el color del agua debido a sustancias disueltas que absorben luz, causará valores bajos de turbiedad.

9.4.2.2. Existen algunas fuentes de error como son la presencia de burbujas en las paredes de la celda al momento de realizar la lectura, empañamiento de las celdas, suciedad del efecto de vidración alteran la visibilidad superficial de la muestra originando errores en las lecturas.

9.4.3 Equipo.

9.4.3.1 Balanza analítica con sensibilidad de 0,1 mg.

9.4.3.2 Turbidímetro: La sensibilidad del instrumento debe permitir la detección de diferencias de turbiedad de 0,02 unidades y debe de cubrir un intervalo de 0 a 40 unidades. Equipado con una lámpara de tungsteno. El detector y sistema de filtro debe tener una respuesta pico entre 400 y 600 nm.

9.4.4 Materiales.

Todo el material volumétrico utilizado en este procedimiento debe ser clase A con certificado o, en su caso, debe estar calibrado.

9.4.4.1 Celdas de vidrio de cristal incoloro y transparente, deben mantenerse limpios por dentro y por fuera y evitar que se rayen o estrellen.

9.4.4.2 Material común de laboratorio.

9.4.5 Reactivos.

Todos los reactivos deben ser grado analítico a menos que se indique otra especificación y por agua se entiende agua destilada libre de turbiedad.

9.4.5.1 Sulfato de hidracinio ($N_2H_6SO_4$) Compuesto sumamente tóxico con características cancerígenas por lo que debe manipularse con extremo cuidado, evitando su inhalación, ingestión y contacto con ojos, piel y mucosas.

9.4.5.2 Hexametilentetramina ($C_6H_{12}N_4$)

9.4.5.3 Agua libre de turbiedad.

Se obtiene filtrando agua destilada a través de un filtro de tamaño de poro de 0,2 μ m. Verificar que tiene una turbiedad menor a la del agua destilada.

9.4.5.4 Suspensión patrón concentrada de formacina de 400 UNT.

Solución I. Pesar 1,0 g de sulfato de hidracinio, disolver en agua y llevar a un volumen de 100 mL.

Solución II. Pesar 10,0 g de hexametilentetramina, disolver en agua y llevar a un volumen de 100 mL.

Mezclar en un matraz volumétrico de 100 mL, 5 mL de la solución I y 5 mL de la solución II, dejar en reposo 24 horas a 25 °C y llevar al volumen con agua. Preparar la solución y suspensión mensualmente.

9.4.5.5 Suspensiones patrón de turbiedad de 40 UNT.

Diluir 10,0 mL de la suspensión patrón concentrada a 100 mL con agua. Preparar semanalmente.

9.4.5.6 Patrones de turbiedad diluidas.

Diluir porciones de la suspensión patrón de turbiedad con agua libre de turbiedad. Prepararlas semanalmente.

9.4.6 Procedimiento.

9.4.6.1 Calibración del Turbidímetro.

Seguir las instrucciones del fabricante. Si la escala no está precalibrada, preparar curvas de calibración para cada rango del instrumento. Corroborar la exactitud de las escalas proporcionadas para los instrumentos precalibrados usando el patrón apropiado. Desarrollar al menos un patrón en cada intervalo.

9.4.6.2 Medición de la Turbiedad menor de 40 UNT.

Agitar perfectamente la muestra. Esperar hasta que las burbujas desaparezcan y vaciar la muestra en la celda del aparato. Leer la turbiedad directamente de la escala del instrumento o de la curva de calibración apropiada.

9.4.6.3 Medición de la Turbiedad mayor de 40 UNT.

Diluir la muestra con agua hasta que la turbiedad se encuentre entre 30 y 40 UNT. Calcular la turbiedad de la muestra original con el factor de dilución correspondiente. Usar la suspensión patrón concentrada de turbiedad de 400 UNT.

9.4.7 Cálculos

$$\text{Unidades Nefelométricas de Turbiedad} = \frac{(A)(B+C)}{C}$$

En donde:

A= UNT encontradas en la muestra.

B= Volumen final en mL de la dilución realizada.

C= Volumen en mL de muestra tomada para la dilución.

9.4.8 Expresión de resultados.

Reportar los resultados de la siguiente forma con la precisión correspondiente.

| Margen de turbiedad UNT | Informe de cifra UNT más próxima |
|-------------------------|----------------------------------|
| 0-1,0 | 0,05 |
| 1-10 | 0,1 |
| 10-40 | 1 |
| 40-100 | 5 |
| 100-400 | 10 |
| 400-1000 | 50 |
| 1000 | 100 |

Reportar el resultado como:

Unidades de UNT.

9.5 Determinación de boro. método de curcumina.

9.5.1 Principio del método.

La muestra de agua conteniendo boro es acidificada y evaporada en la presencia de curcumina, formando un producto de coloración roja llamado rosociacina. La rosociacina es disuelta en un solvente adecuado y el color rojo es medido espectrométricamente a una longitud de onda de 540 nm.

9.5.2 Interferencias.

9.5.2.1 Interfieren concentraciones de nitrógeno de nitrato por arriba de 20 mg/L.

9.5.2.2 Se obtienen resultados significativamente altos cuando la dureza total expresada como calcio y magnesio excede de 100 mg/L como CaCO₃.

9.5.2.3 Niveles moderados de dureza pueden causar un considerable porcentaje de error en el intervalo bajo de boro.

9.5.3 Equipo.

9.5.3.1. Espectrómetro UV-Visible para ser usado a 540 nm, con celdas de vidrio de 1 cm de paso de luz.

9.5.3.2. Baño de agua con temperatura controlada.

9.5.3.3. Balanza analítica con una precisión de 0,1 mg.

9.5.4 Materiales.

Todo el material volumétrico utilizado en este procedimiento debe ser clase A con certificado o, en su caso, debe estar calibrado.

9.5.4.1 Material común de laboratorio.

9.5.4.2 Cápsulas de evaporación de níquel o platino de 100 a 150 mL.

9.5.4.3 Micropipeta calibrada.

9.5.5 Reactivos.

Todos los reactivos deben ser grado analítico a menos que se indique otra especificación y por agua se entiende agua destilada.

9.5.5.1 Acido bórico grado ACS (H_3BO_3)

9.5.5.2 Curcumina ($C_{21}H_{20}O_6$)

9.5.5.3 Acido oxálico dihidratado ($C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O$)

9.5.5.4 Etanol (C_2H_6O)

9.5.5.5 Acido clorhídrico concentrado (HCl).

9.5.5.6 Solución madre de boro de 100 g/mL.

Disolver 571,6 mg de ácido bórico en agua y llevar a un volumen de 1L. Guardar en frasco de polietileno.

9.5.5.7 Solución patrón de boro de 1 g/mL.

Diluir 10 mL de solución madre a 1 L con agua. Guardar en frasco de polietileno.

9.5.5.8 Reactivo de curcumina.

Disolver 40 mg de polvo fino de curcumina y 5 g de ácido oxálico en 80 mL de etanol. Adicionar 4,0 mL de ácido

clorhídrico y llevar a un volumen de 100 mL. El reactivo se mantiene estable por varios días almacenado en refrigeración.

9.5.6 Procedimiento.

9.5.6.1 Preparación de la curva de calibración.

Medir los siguientes volúmenes de solución patrón de boro y agua en cápsulas de evaporación, de acuerdo con la tabla No. 1.

Tabla No. 1

| Crisol | mL de solución patrón de boro | mL de agua | g |
|--------|-------------------------------|------------|---|
| 1 | 0,0 | 1,0 | B |
| 2 | 0,10 | 0,90 | (|
| 3 | 0,25 | 0,75 | (|
| 4 | 0,50 | 0,50 | (|
| 5 | 0,75 | 0,25 | (|
| 6 | 1,0 | 0,0 | |

9.5.6.2 Preparación de la muestra.

Filtrar y medir exactamente 1 mL de muestra y 1 mL de agua destilada (blanco de muestras) en cápsulas de evaporación.

9.5.6.3 Desarrollo de color.

9.5.6.3.1 Añadir 4 mL de reactivo de curcumina a cada crisol que contiene la muestra, el blanco de muestras y las soluciones patrón. Mezclar el contenido vigorosamente.

9.5.6.3.2 Colocar las cápsulas en un baño de agua a 55 °C y dejar incubando por espacio de 80 minutos.

9.5.6.3.3 Enfriar las cápsulas a temperatura ambiente, adicionar 10 mL de etanol a cada cápsula, agitando con varilla de plástico para asegurar la completa disolución del producto de coloración roja obtenido.

9.5.6.3.4 Trasvasar analíticamente a matraces volumétricos de 25 mL y llevar al volumen con etanol.

9.5.6.4 Acondicionamiento del método.

9.5.6.4.1 Fijar la longitud de onda del equipo a 540 nm de acuerdo con las instrucciones del manual de operación.

9.5.6.4.2 Ajustar el instrumento a 0 de absorbancia con el blanco de patrones.

9.5.6.4.3 Leer las soluciones patrón de menor a mayor concentración y registrar al menos tres réplicas de la absorbancia de cada uno.

9.5.6.4.4 Elaborar una curva de calibración graficando el promedio de absorbancia para cada solución patrón en función de su concentración (en g de boro).

9.5.6.4.5 Ajustar la curva de calibración obtenida mediante regresión lineal (método de mínimos cuadrados). Calcular la pendiente, el coeficiente de correlación y la ordenada al origen. Obtener la ecuación de la recta.

9.5.6.4.6 Leer del mismo modo las muestras y blanco de muestras. Si la lectura de alguna de las muestras rebasa el intervalo de trabajo, diluir a una concentración adecuada con etanol (factor de dilución).

Lo anterior puede llevarse a cabo en equipos que se programan directamente en los cuales sólo es necesario leer los patrones y marcar su concentración teórica.

9.5.7 Cálculos

De la ecuación de la recta obtenida.

$$y = mx + b$$

Donde:

y = Absorbancia obtenida en la muestra ya procesada.

m = Pendiente (coeficiente de absortividad).

x = g de boro en la muestra.

b = Ordenada al origen.

Despejar x para obtener los g de boro en la muestra.

Para obtener la concentración de boro en mg/L aplicar la siguiente ecuación:

$$\text{mg boro/L} = \frac{(A-B)}{\text{mL muestra}} \times \text{F.D.}$$

en donde:

A = g de boro en la muestra obtenidos de la curva.

B = g de boro en el blanco de muestras obtenidos de la curva.

F.D. = Factor de dilución.

En los equipos que pueden programarse, la lectura obtenida es directamente la concentración del elemento en mg/L.

9.5.8 Expresión de resultados.

mg de boro / L

9.6 Determinación de fluoruros.

9.6.1 Principio del método

9.6.1.1 Método espectrométrico.

Se basa en la reacción entre el ion fluoruro y los iones zirconio en medio ácido para producir un compuesto colorido que es medido espectrométricamente a una longitud de onda de 570 nm.

9.6.1.2 Método potenciométrico.

El ion fluoruro es determinado potenciométricamente usando un electrodo de ion selectivo para fluoruros, en combinación con un electrodo de referencia o combinado.

9.6.2 Equipo.

9.6.2.1 Balanza analítica con sensibilidad de 0,1 mg.

a) Para método espectrométrico.

9.6.2.2 Espectrómetro de UV-Visible para ser usado a 570 nm con celdas de 1 cm de paso óptico.

b) Para método potenciométrico.

9.6.2.3 Potenciómetro con escala expandida en milivoltios o analizador de ion específico o bien un electrodo combinado.

9.6.2.4 Electrodo específico de flúor (combinado o simple).

9.6.2.5 Electrodo de referencia (cuando no se cuenta con electrodo de flúor combinado).

9.6.2.6 Agitador magnético.

9.6.3 Materiales.

9.6.3.1. Vasos de precipitados de 50 o 25 mL.

9.6.3.2. Vasos de precipitados de 1000 mL.

9.6.3.3. Matracas volumétricos de 100, 500 y 1000 mL.

9.6.3.4. Bureta de 50 mL graduada en 0,1 mL.

9.6.3.5. Pipetas volumétricas de 1, 5, 10 y 20 mL.

9.6.3.6. Barra magnética.

Se recomienda que el material sea de Nalgene.

9.6.4 Reactivos.

Todos los reactivos deben ser grado analítico a menos que se indique otra especificación y por agua se entiende agua destilada.

9.6.4.1 Fluoruro de sodio anhidro (NaF).

9.6.4.2 Solución madre de fluoruros de 100 g F⁻/mL.

Disolver 221,0 mg de NaF en agua destilada y llevar a un volumen de 1 L.

9.6.4.3 Solución patrón de fluoruros de 10 g F⁻/mL.

Medir 10 mL de solución madre y llevar a un volumen de 100 mL.

a) Reactivos para método espectrométrico.

9.6.4.4 Sal trisódica del ácido 1,8-dihidroxi-2-(4-sulfofenilazo) naftalen-3,6-disulfónico (SPANDS).

9.6.4.5 Acido clorhídrico concentrado (HCl).

9.6.4.6 Oxidocloruro de zirconio IV octahidratado (ZrOCl₂ · 8H₂O).

9.6.4.7 Arsenito de sodio (NaAsO₂).

9.6.4.8 Solución de SPANDS.

Disolver 958 mg de sal trisódica del ácido 1,8-dihidroxi-2-(4-sulfofenilazo) naftalen-3,6-disulfónico en agua destilada y llevar

a un volumen de 500 mL. Esta solución es estable indefinidamente si se conserva protegida de la luz.

9.6.4.9 Reactivo de ácido zirconílico.

Disolver 133 mg de Oxidocloruro de zirconio IV octahidratado en aproximadamente 25 mL de agua. Adicionar 350 mL de HCl concentrado y llevar a un volumen de 500 mL con agua.

9.6.4.10 Reactivo de ácido zirconílico-SPANDS.

Mezclar volúmenes iguales de solución de SPANDS y reactivo de ácido zirconílico. La solución es estable al menos 2 años si se almacena en refrigeración.

9.6.4.11 Solución de referencia.

Adicionar 10 mL de solución de SPANDS a 100 mL de agua. Diluir por separado 7 mL de HCl concentrado a 10 mL de agua y adicionarlo a la solución de SPANDS. Utilizar esta solución como blanco de reactivos.

9.6.4.12 Solución de arsenito de sodio.

Disolver 5,0 g de arsenito de sodio y llevar a un volumen de 1 L con agua.

b) Reactivos para método potenciométrico.

9.6.4.13 Acido acético glacial (C₂H₄O₂)

9.6.4.14 Acido 1,2 ciclohexilendiaminotetracético (CDTA).

9.6.4.15 Hidróxido de sodio 6N.

Disolver 120 g de hidróxido de sodio en agua y llevar a un volumen de 500 mL.

9.6.4.16 Cloruro de sodio (NaCl).

9.6.4.17 Solución amortiguadora (TISAB II).

Colocar aproximadamente 500 mL de agua en un vaso de 1 L. Añadir 57 mL de ácido acético glacial, 58 g de NaCl y 4,0 g de CDTA. Agitar para disolver. Colocar el vaso en baño de agua fría y ajustar el pH de la solución entre 5,0 y 5,5 adicionando lentamente NaOH 6N (aproximadamente 125 mL) con agitación. Trasvasar a un matraz volumétrico de 1 L y llevar al volumen con agua. Puede obtenerse preparado comercialmente.

9.6.5 Procedimiento.

9.6.5.1 Preparación de la curva de calibración para método espectrométrico.

Medir los siguientes volúmenes de solución patrón de fluoruros de acuerdo con la tabla No. 1 y llevar a un volumen de 100 mL con agua.

Tabla No. 1

| Matraz | mL de solución intermedia de fluoruros | g F-/mL |
|--------|--|----------------|
| 1 | 0 | Blanco patrón. |
| 2 | 1 | 0,10 |
| 3 | 2 | 0,20 |
| 4 | 4 | 0,40 |
| 5 | 8 | 0,80 |
| 6 | 14 | 1,40 |

9.6.5.2 Preparación de la curva de calibración para método potenciométrico.

Medir los siguientes volúmenes de solución patrón de fluoruros (10 g F-/mL) midiendo con bureta de acuerdo con la tabla No. 2 en matraces volumétricos de 100 mL y llevar al volumen con agua.

Tabla No. 2

| Matraz | mL de solución patrón de fluoruros (10 g F-/mL) | g F-/mL |
|--------|---|---------|
| 1 | 0,1 | 0,01 |
| 2 | 1,0 | 0,10 |
| 3 | 10,0 | 1,0 |
| 4 | 50,0 | 5,0 |
| 5 | 100,0 | 10,0 |

Adicionar a cada matraz 50 mL de solución amortiguadora y llevar al volumen con agua destilada.

9.6.5.3 Determinación de fluoruros por método espectrométrico. Desarrollo de color.

9.6.5.3.1 Si la muestra de agua contiene cloro residual, adicionar una gota de solución de arsenito de sodio por cada mg de Cl y mezclar (concentraciones de arsenito de sodio de 1,300 mg/L producen un error de 0,1 mg/L a 1,0 mg/L de F⁻).

9.6.5.3.2 Medir 50 mL de muestra, 50 mL de agua destilada (blanco de muestras) y 50 mL de cada una de las soluciones patrón.

9.6.5.3.3 Adicionar 10 mL de reactivo de ácido zirconílico-PANDS. Mezclar.

9.6.5.3.4 Medir la absorbancia a una longitud de onda 570 nm.

9.6.5.4 Determinación de fluoruros por método potenciométrico.

9.6.5.4.1 Calibrar el potenciómetro de acuerdo al manual de operación y ajustar la temperatura, de preferencia a temperatura ambiente. En el caso de tomar lecturas en RMV (milivolts relativos), calibrar el aparato con solución de 1 g de flúor (sin solución amortiguadora y registrar en el aparato una lectura de 100 RMV).

9.6.5.4.2 Tomar 10 mL (con pipeta volumétrica) de cada una de las concentraciones de la curva y colocarlas en vasos de precipitados de 30 mL (nalgene), y adicionar a cada uno 10 mL de la solución amortiguadora.

9.6.5.4.3 Mezclar cada solución con agitador magnético. Sumergir los electrodos y dejar que se estabilicen por lo menos tres minutos, o esperar la indicación del aparato, antes de efectuar la lectura en RMV o mg/kg. Mantener la agitación durante la lectura.

9.6.5.4.4 Aplicar el mismo procedimiento para las muestras de agua o de hielos.

9.6.5.4.5 Acondicionamiento de los métodos.

9.6.5.4.5.1 Leer las soluciones patrón de menor a mayor concentración y registrar la lectura. Obtener una curva de calibración con absorbencia o mv contra concentración.

9.6.5.4.5.2 Ajustar la curva de calibración obtenida mediante mínimos cuadrados. Calcular la pendiente, el coeficiente de correlación y la ordenada al origen. Obtener la ecuación de la recta.

9.6.5.4.5.3 Seguir el mismo procedimiento para dos réplicas de cada muestra. Si la lectura de alguna de las muestras rebasa el intervalo de comparación, diluir a una concentración adecuada (tomar en cuenta el factor de dilución).

9.6.5.4.5.4 Lo anterior puede llevarse a cabo en equipos que se programan directamente en los cuales sólo es necesario leer los patrones y marcar su concentración teórica.

9.6.6 Cálculos.

Cálculos para el método potenciométrico usando lecturas en RMV.

De la ecuación de la recta obtenida.

$$y = mx + b$$

en donde:

$$y = \text{logaritmo mg F/10 mL}$$

m y b = son constantes obtenidas en el ajuste con mínimos cuadrados.

x = lectura en RMV.

Para obtener la concentración de mg F/L aplicar las siguientes ecuaciones:

a) Método espectrométrico:

$$\text{mg F-/L} = \frac{(A-B)}{\text{mL muestra}} \times \text{F.D.}$$

b) Método potenciométrico.

1) Cuando se utiliza un potenciómetro con escala en milivolts.

$$\text{mg F/L} = \text{antilog}(mx+b)$$

$$\text{mg F/L} = \text{antilog } m(\text{RMV}) + b$$

en donde:

Antilog = operación directa de calculadora obtenida por 10^x

m y b = son constantes obtenidas en el ajuste con mínimos cuadrados.

RMV = milivolts relativos (para muestras y patrones de la curva).

9.6.7 Expresión de resultados.

mg/L de fluoruros como F⁻

9.7 Determinación de cianuros totales.

9.7.1 Principio del método

9.7.1.1 Método espectrométrico.

Los cianuros son liberados como HCN (ácido cianhídrico) por reflujo de la muestra con un ácido fuerte. El HCN se absorbe en una disolución de NaOH. El ion cianuro en la disolución absorbente se hace reaccionar con cloramina-T a un pH menor de 8 para formar el cloruro de cianógeno. Después de que la reacción termina, se adiciona el reactivo de ácido piridin barbitúrico formando un compuesto colorido que es medido espectrométricamente a una longitud de onda de 578 nm.

9.7.1.2 Método potenciométrico.

Los cianuros son liberados como HCN por reflujo de la muestra con un ácido fuerte. El HCN se absorbe en una disolución de NaOH. El ion cianuro es determinado usando un electrodo selectivo de ion específico para CN⁻, en combinación con un electrodo de referencia.

9.7.2 Interferencias.

9.7.2.1 Los agentes oxidantes pueden destruir la mayoría de los cianuros durante el almacenamiento y la manipulación.

9.7.2.2 Una elevada concentración de carbonato puede afectar la destilación causando gasificación excesiva cuando se

añade el ácido. El dióxido de carbono liberado puede reducir significativamente el contenido de NaOH del absorbedor.

9.7.2.3 Las muestras que contengan ácido sulfhídrico o sulfuros metálicos deben tratarse mediante la adición de nitrato de bismuto antes de la destilación.

9.7.2.4 La presencia de nitratos y/o nitritos pueden interferir en los resultados. Esta interferencia puede eliminarse por medio de un pretratamiento con ácido sulfámico.

9.7.3 Equipo.

9.7.3.1 Balanza analítica con precisión de 0,1 mg.

9.7.3.2 Balanza granataria con precisión de 0,1 g.

9.7.3.3 Mantilla o parrilla de calentamiento.

9.7.3.4. Aparato de destilación por reflujo o equivalente. El matraz de destilación Claissen modificado debe ser de 1 L de capacidad con un tubo de entrada y un condensador. El absorbedor de gas puede ser un frasco lavador de gases Fisher-Milligan o su equivalente.

9.7.3.5 Equipo de vacío para el arrastre de gases en el destilador durante el pretratamiento de la muestra.

a) Para método espectrométrico.

9.7.3.6 Espectrómetro UV-Visible disponible para utilizarse a 578 nm con celdas de 1 cm de paso óptico.

b) Para método potenciométrico.

9.7.3.7 Potenciómetro con escala expandida en mV o un medidor de ion específico.

9.7.3.8 Electrodo específico de cianuros (combinado o simple).

9.7.3.9 Electrodo de referencia (cuando no se cuenta con un electrodo de cianuros combinado).

9.7.3.10 Parrilla de agitación magnética.

9.7.4 Materiales.

9.7.4.1. Vasos de precipitados de 50 o 25 mL.

9.7.4.2. Vasos de precipitados de 1000 mL.

9.7.4.3. Matraces volumétricos de 100, 500 y 1000 mL.

9.7.4.4. Bureta de 50 mL graduada en 0,1 mL.

9.7.4.5. Pipetas volumétricas de 1, 5, 10 y 20 mL.

9.7.4.6. Barra magnética.

9.7.5 Reactivos.

Todos los reactivos deben ser grado analítico a menos que se indique otra especificación y por agua se entiende agua destilada.

9.7.5.1 Cromato de potasio (K_2CrO_4)

9.7.5.2 Cianuro de potasio (KCN). Reactivo altamente tóxico, evitar el contacto o su inhalación.

9.7.5.3 Acido sulfúrico concentrado (H_2SO_4).

9.7.5.4 Acido sulfámico (H_2NSO_3H).

9.7.5.5 Cloruro de magnesio hexahidratado ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$).

9.7.5.6 Hidróxido de sodio (NaOH).

9.7.5.7 Nitrato de bismuto [$(Bi)NO_3$]₃]

9.7.5.8 Cloruro de potasio (KCl). Secado a 110 °C durante 2 horas.

9.7.5.9 Nitrato de plata ($AgNO_3$).

9.7.5.10 Solución patrón de nitrato de plata 0.1 N.

Disolver 17 g de $AgNO_3$ en agua y llevar a un volumen de 1L. Guardar la solución en frasco color ámbar y en refrigeración.

Valoración:

Pesar por quintuplicado 0,3 g de KCl y transferir a matraces Erlenmeyer de 250 mL.

Adicionar 1 mL de solución de cromato de potasio y titular con la solución patrón de ($AgNO_3$) 0.1 N hasta la aparición de la primera coloración rojo-café permanente.

Preparar un blanco de reactivos utilizando 75 mL de agua conteniendo 1 mL de solución de cromato de potasio. Restar este valor.

Calcular la normalidad de la solución aplicando la siguiente ecuación:

$$N_{AgNO_3} = \frac{g \text{ KCl} \times 1000}{mL \text{ AgNO}_3 \times 74.55}$$

9.7.5.11 Solución patrón de $AgNO_3$ 0,02 N.

De acuerdo a la valoración obtenida anteriormente, calcular el volumen de solución patrón de 0,1N (Aprox. 20 mL), diluir a un volumen de 100 mL con agua.

9.7.5.12 Solución madre de 1 mg CN⁻/mL.

Disolver 1,6 g de NaOH y 2,51 g de KCN en un matraz volumétrico de 1 L. Llevar al volumen con agua.

Valoración de la solución.

Medir 25 mL de esta solución y diluir a 100 mL con solución diluida de NaOH. Titular con solución valorada de AgNO₃ 0,02 N. Esta solución deberá valorarse semanalmente.

1 mL de sol AgNO₃ 0,02N equivale a 1,04 mg de CN⁻

9.7.5.13 Solución de cromato de potasio al 5%.

Pesar 5 g K₂CrO₄ de y disolver en 100 mL de agua.

9.7.5.14 Papel indicador de sulfuros (nitrate de plomo, acetato de plomo, etc.)

9.7.5.15 Solución de hidróxido de sodio 1N.

Pesar aproximadamente 40,0 g de hidróxido de sodio, disolver y llevar a un volumen de 1 L con agua previamente hervida por dos horas para eliminar la presencia de CO₂(dióxido de carbono).

9.7.5.16 Solución de nitrato de bismuto.

Pesar aproximadamente 30,0 de nitrato de bismuto, disolver en 100 mL de agua, manteniéndose en agitación, adicionar 250 mL de ácido acético glacial. Agitar hasta que se disuelva el nitrato de bismuto y llevar a un volumen de 1 L con agua.

9.7.5.17 Solución de ácido sulfámico.

Pesar aproximadamente 40,0 g de ácido sulfámico, disolver en 500 mL de agua y llevar a un volumen de 1 L.

9.7.5.18 Acido sulfúrico 1:1.

Añadir lentamente 500 mL de ácido sulfúrico concentrado a 500 mL de agua.

9.7.5.19 Solución de cloruro de magnesio.

Pesar aproximadamente 510,0 g de cloruro de magnesio, disolver y aforar a 1 L con agua.

9.7.5.20 Solución diluida de hidróxido de sodio 0,04 N.

Pesar aproximadamente 1,6 g de hidróxido de sodio, disolver y llevar a un volumen de 1 L con agua previamente hervida por dos horas para eliminar la presencia de CO₂.

a) Reactivos para método espectrométrico.

9.7.5.21 Cloramina T trihidratada (C₇H₇CINNaO₂S. 3H₂O)

9.7.5.22 Acido clorhídrico concentrado (HCl)

9.7.5.23 Acido acético glacial (CH₃COOH)

9.7.5.24 Acido barbitúrico (C₄H₄N₂O₃)

9.7.5.25 Acetato de sodio trihidratado (C₂H₃NaO₂ .3 H₂O)

9.7.5.26 Piridina (C₅H₅N)

9.7.5.27 Solución de cloramina T.

Pesar aproximadamente 1,0 g de cloramina T y llevar a un volumen de 100 mL con agua. Almacenar en refrigeración. Preparar semanalmente.

9.7.5.28 Solución intermedia de cianuros de 10 g CN⁻/mL.

Basado en la concentración para la solución madre de cianuros, calcular el volumen requerido (aproximadamente 10 mL) y llevar a 1 L con solución diluida de NaOH.

9.7.5.29 Solución patrón de cianuros de 1 g CN⁻/mL.

Medir 10 mL de la solución intermedia de cianuros y llevar a un volumen de 100 mL con solución diluida de NaOH. Preparar diariamente y mantener en una botella de vidrio cerrada.

9.7.5.30 Solución de ácido piridín-barbitúrico.

Pesar aproximadamente 15,0 g de ácido barbitúrico, colocar en un matraz volumétrico de 250 mL, lavar las paredes del matraz con máximo 5 mL de agua. Adicionar 75 mL de piridina y mezclar. Adicionar 15 mL de HCl concentrado, mezclar y dejar enfriar a temperatura ambiente. Diluir al volumen con agua y mezclar hasta que el ácido barbitúrico se disuelva. La solución es estable por aproximadamente seis meses almacenada en frasco ámbar y en refrigeración. Desechar si presenta precipitación.

9.7.5.31 Solución amortiguadora de acetato de sodio.

Pesar aproximadamente 410,0 g de acetato de sodio, disolver y llevar a un volumen de 500 mL con agua. Ajustar a un pH de 4,5 con ácido acético glacial.

b) Reactivos para método potenciométrico.

9.7.5.32 Nitrato de potasio (KNO₃)

9.7.5.33 Hidróxido de potasio (KOH).

9.7.5.34 Solución intermedia de cianuros de 25 g CN⁻/mL.

Basado en la concentración para la solución madre de cianuros, calcular el volumen requerido (aproximadamente 25 mL) y llevar a 1 L con solución diluida de NaOH.

9.7.5.35 Solución patrón de cianuros de 2,5 g CN⁻/mL.

Medir 10 mL de la solución intermedia de cianuros y llevar a un volumen de 100 mL con solución diluida de NaOH. Preparar diariamente y mantener en una botella de vidrio cerrada.

9.7.5.36 Solución de nitrato de potasio.

Pesar 100 g de nitrato de potasio, disolver y aforar a 1 L con agua. Ajustar a pH 12 con hidróxido de potasio. Utilizar esta solución para llenado del electrodo de referencia.

9.7.6 Procedimiento.

9.7.6.1 Preparación de la curva de calibración para método espectrométrico.

Medir los siguientes volúmenes de solución patrón de cianuros de acuerdo con la tabla No. 1 en matraces volumétricos de 50 mL. Diluir con 40 mL de solución diluida de NaOH y desarrollar el color como se indica en 5.6.4.

Tabla No. 1

| Matraz | mL de solución patrón de KCN | g CN ⁻ /mL |
|--------|------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0,0 | Blanco |
| 2 | 1,0 | 0,02 |
| 3 | 2,5 | 0,05 |
| 4 | 5,0 | 0,10 |
| 5 | 7,5 | 0,15 |
| 6 | 10,0 | 0,20 |

9.7.6.2 Preparación de la curva de calibración para método potenciométrico.

Medir los siguientes volúmenes de solución patrón de cianuros de acuerdo con la tabla No. 2 en matraces

volumétricos de 100 mL. Llevar al volumen con solución diluida de NaOH.

Tabla No. 2

| Matraz | mL de solución patrón de KCN | g CN ⁻ /mL |
|--------|------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0 | Blanco |
| 2 | 1 | 0,025 |
| 3 | 5 | 0,125 |
| 4 | 10 | 0,25 |
| 5 | 60 | 1,25 |
| 6 | 100 | 2,5 |

9.7.6.3 Destilación de la muestra.

9.7.6.3.1 Medir 500 mL de muestra, conteniendo no más de 10 mg CN⁻/L en el matraz de destilación de 1 L. En caso necesario diluir con agua (factor de dilución).

9.7.6.3.2 Medir una alícuota de 10 mL de NaOH 1N, colocarla dentro del tubo de adsorción, añadir agua hasta que la espiral esté cubierta. No utilizar un volumen total de solución de adsorción mayor a 225 mL. Conectar el matraz de ebullición, el condensador, el absorbador y la trampa, tal como se muestra en la figura.

9.7.6.3.3 Ajustar la bomba de vacío, empezar con un flujo de aire lento que entre por el matraz tipo Claissen y dejar que se establezca en dos burbujas de aire por segundo desde el tubo de entrada.

9.7.6.3.4 Utilizar papel de nitrato de plomo para verificar que la muestra no contenga sulfuros. Si el papel se torna negro, la prueba es positiva; en este caso, tratar la muestra por adición de 50 mL de la solución de nitrato de bismuto a través del tubo de entrada de aire después de que la tasa de entrada de aire esté estable. Mezclar por 3 minutos antes de la adición de ácido sulfúrico. Otra forma de eliminar los sulfuros es colocar una trampa con una solución de acetato de plomo al 3% para capturar los sulfuros previo a la disolución alcalina.

9.7.6.3.5 Si se sospecha que la muestra contiene nitratos y/o nitritos adicionar 50 mL de solución de ácido sulfámico. Mezclar por 3 minutos antes de la adición de ácido sulfúrico.

9.7.6.3.6 Lentamente añadir ácido sulfúrico 1:1 a través del tubo para agregar reactivos. Lavar el tubo con agua y dejar el flujo de aire para que mezcle el contenido del matraz por 3 minutos. Adicionar 20 mL de la solución de cloruro de magnesio dentro del tubo de entrada de aire y lavar con vapor de agua.

9.7.6.3.7 Calentar la solución hasta ebullición. Dejar en reflujo por lo menos una hora. Al cabo de este tiempo apagar la fuente de calor y continuar con el flujo de aire por lo menos durante 15 minutos más. Al finalizar enfriar el matraz de ebullición, desconectar el adsorbedor y cerrar la bomba de vacío.

9.7.6.3.8 Drenar la solución del adsorbedor dentro de un matraz volumétrico de 250 mL. Lavar el adsorbedor con agua colectando en el mismo matraz. Llevar al volumen con agua.

9.7.6.3.9 De la misma forma destilar una muestra de agua destilada (blanco de muestras).

9.7.6.4 Método espectrométrico. Desarrollo de color.

9.7.6.4.1 Medir alícuotas de la solución obtenida en 9.7.6.3.8 y blanco de muestras en un matraz volumétrico de 50 mL, diluir a 40 mL con solución diluida de NaOH y seguir con lo señalado en los puntos 9.7.6.4.2 a 9.7.6.4.4.

9.7.6.4.2 Adicionar 1 mL de solución amortiguadora de acetato de sodio y 2 mL de la solución de cloramina T, mezclar. Dejar estabilizar durante 2 minutos.

9.7.6.4.3 Adicionar 5 mL del reactivo de ácido piridín barbitúrico y llevar al volumen con agua. Mezclar y dejar que la muestra se estabilice durante 8 minutos pero no más de 15 minutos.

9.7.6.4.4 Leer la absorbancia a una longitud de onda de 578 nm.

9.7.6.5 Método potenciométrico.

9.7.6.5.1 Calibrar el potenciómetro de acuerdo al manual de operación.

9.7.6.5.2 Colocar 100 mL de las soluciones patrón, 100 mL de la muestra y 100 mL del blanco de muestras en vasos de precipitados de 250 mL. Ajustar la temperatura de preferencia a la temperatura ambiente.

9.7.6.5.3 Mezclar cada solución con agitador magnético. Sumergir los electrodos y dejar que se estabilice por lo menos 5 minutos pero no más de 10 minutos antes de efectuar la lectura en mV. Mantener la agitación durante la lectura.

9.7.6.5.4 Retirar los electrodos, lavarlos con agua y secarlos. Realizar esta operación entre cada lectura.

9.7.7 Acondicionamiento de los métodos.

9.7.7.1 Leer las soluciones patrón de menor a mayor concentración y registrar al menos tres réplicas de la lectura de cada uno.

9.7.7.2 Elaborar una curva de calibración, graficando el promedio de la lectura de absorbancia en función de su concentración en g CN⁻/mL (método espectrofotométrico) o el logaritmo de base 10 de cada una de las concentraciones en g CN (ordenada, contra el potencial medido en mV (abscisa) de cada uno de los puntos de la curva patrón (método potenciométrico).

9.7.7.3 Ajustar la curva de calibración obtenida mediante regresión lineal (método de mínimos cuadrados). Calcular la pendiente, el coeficiente de correlación y la ordenada al origen. Obtener la ecuación de la recta.

9.7.7.4 Leer del mismo modo las muestras. Si la lectura de alguna de las muestras rebasa el intervalo de trabajo diluir a una concentración adecuada con solución diluida de NaOH (factor de dilución).

9.7.7.5 Lo anterior puede llevarse a cabo en equipos que se programan directamente en los cuales sólo es necesario leer los patrones y marcar su concentración teórica.

9.7.8 Cálculos

De la ecuación de la recta obtenida.

$$y = mx + b$$

Donde:

y = Lectura en absorbancia (método espectrofotométrico) o logaritmo de la concentración en g CN⁻ (método potenciométrico).

m = Pendiente

x = g CN⁻ en la muestra (método espectrofotométrico) o lectura en mV de la muestra (método potenciométrico).

Para el método espectrofotométrico despejar x para obtener directamente los g CN⁻/mL en la muestra.

Para obtener la concentración de mg CN⁻/L aplicar las siguientes ecuaciones:

a) Para método espectrométrico

$$\text{mg CN}^-/\text{L} = \frac{(A - B)}{X} \times \frac{50}{Y} \times \frac{250}{F.D.}$$

b) Para método potenciométrico.

$$\text{mg CN}^-/\text{L} = \frac{(A - B)}{X} \times \frac{100}{Y} \times \frac{250}{F.D.}$$

en donde:

A = g CN⁻/mL de la muestra obtenidos de la curva.

B = g CN⁻/mL del blanco de muestra obtenidos de la curva.

X = mL de la solución de CN⁻ absorbidas en la solución de NaOH obtenidos en la destilación.

Y = volumen de la muestra original en mL.

F.D. = Factor de dilución.

En los equipos que pueden programarse, la lectura obtenida es directamente la concentración del componente en mg/L.

9.7.9 Expresión de resultados.

mg/L de cianuros como CN⁻

9.8 Determinación de nitrógeno de nitrato. Método colorimétrico de brucina.

9.8.1 Principio del método.

El ion nitrato reacciona con brucina en H₂SO₄ a 100°C para formar un compuesto colorido el cual es medido a una longitud de onda de 410 nm. El método es aplicable a muestras con un contenido de 0,1 a 2 mg N- NO₃⁻/L.

9.8.2 Interferencias.

Interfieren en la determinación:

9.8.2.1 Todos los agentes reductores y oxidantes fuertes.

9.8.2.2 La presencia de cloro residual en cantidades mayores a 5 mg/L.

9.8.2.3 Los iones ferroso y férrico y el manganeso cuadrivalente darán ligeras interferencias positivas, sin embargo en concentraciones menores a 1 mg/L son despreciables.

9.8.2.4 Altas concentraciones de materia orgánica.

9.8.3 Equipo.

9.8.3.1 Espectrómetro UV-Visible disponible para utilizarse a 410 nm, con celdas de 1 cm de paso de luz.

9.8.3.2 Baño de agua con temperatura controlada.

9.8.4 Materiales.

9.8.4.1 Tubos de borosilicato de 2,5 x 15 cm.

9.8.4.2 Gradilla de neopreno para tubos.

9.8.4.3 Material común de laboratorio.

9.8.5 Reactivos.

Todos los reactivos deben ser grado analítico a menos que se indique otra especificación y por agua se entiende agua destilada.

9.8.5.1 Acido sulfúrico concentrado (H₂SO₄).

9.8.5.2 Sulfato de brucina.

9.8.5.3 Acido sulfanílico (C₆H₇NO₃S).

9.8.5.4 Nitrato de potasio (KNO₃)

9.8.5.5 Acido sulfúrico 13 N.

Adicionar 500 mL de H₂SO₄ concentrado a 125 mL de agua. Enfriar y mantener tapado herméticamente.

9.8.5.6 Reactivo de brucina-ácido sulfanílico.

Disolver 1 g de sulfato de brucina y 0,1 g de ácido sulfanílico en 70 mL de agua. Almacenar en frasco color ámbar y en refrigeración. La solución es estable por varios meses.

9.8.5.7 Solución madre de nitrato de 100 mg N-NO₃ /L.

Disolver 0,7218 g de KNO₃ en agua y llevar a un volumen de 1 L.

9.8.5.8 Solución patrón de nitratos de 10 mg N-NO₃ /L.

Diluir 10 mL de solución stock a 100 mL con agua. Preparar semanalmente.

9.8.6. Procedimiento.

9.8.6.1 Preparación de la curva de calibración.

Medir los siguientes volúmenes de solución patrón de acuerdo con la tabla No. 1 y llevar a un volumen de 100 mL con agua.

Tabla No. 1

| Matraz | mL de solución patrón de N-NO ₃ | mg N-NO ₃ /L |
|--------|--|-------------------------|
| 1 | 0,0 | Blanco |
| 2 | 1,0 | 0,1 |
| 3 | 5,0 | 0,5 |
| 4 | 10,0 | 1,0 |
| 5 | 15,0 | 1,5 |
| 6 | 20,0 | 2,0 |

9.8.6.2 Preparación de la muestra.

Medir por separado y con pipeta volumétrica 10 mL de muestra y 10 mL de agua destilada (blanco de muestras), ajustar el pH a 7 con ácido acético (1+3) y llevar a 100 mL con agua. Si es necesario filtrar a través de poro de 0,45 m.

9.8.6.3 Desarrollo de color.

9.8.6.3.1 Medir con pipeta volumétrica 10 mL de cada solución patrón y 10 mL de cada una de las soluciones preparadas en 6.6.2.

9.8.6.3.2 Colocar en un baño de agua en un intervalo de 0-10°C. Añadir 10 mL de H₂SO₄ 13 N en cada tubo y agitar. Permitir a los tubos alcanzar la temperatura ambiente.

9.8.6.3.3 Adicionar 0,5 mL del reactivo de brucina y agitar.

9.8.6.3.4 Preparar los mismos tubos pero sin la adición de brucina (tubos de control de color).

9.8.6.3.5 Colocar la gradilla con todos los tubos en baño de agua hirviendo por exactamente 25 minutos.

9.8.6.3.6 Al cabo de este tiempo transferir los tubos a un baño de agua fría y enfriar a 20-25°C.

9.8.6.4 Acondicionamiento del método.

9.8.6.4.1 Fijar la longitud de onda del equipo a 410 nm de acuerdo con las instrucciones del manual de operación.

9.8.6.4.2 Ajustar el instrumento a 0 de absorbancia con el blanco de patrones.

9.8.6.4.3 Leer las soluciones patrón de menor a mayor concentración y registrar al menos tres réplicas de la absorbancia de cada uno.

9.8.6.4.4 Restar las absorbancias obtenidas con patrones sin la adición de brucina (absorbancia corregida).

9.8.6.4.5 Elaborar una curva de calibración graficando el promedio de absorbancia corregida para cada solución patrón en función de su concentración (en mg de N-NO₃).

9.8.6.4.6 Ajustar la curva de calibración obtenida mediante regresión lineal (método de mínimos cuadrados). Calcular la pendiente, el coeficiente de correlación y la ordenada al origen. Obtener la ecuación de la recta.

9.8.6.4.7 Leer las muestras y blanco de muestras y obtener del mismo modo la absorbancia corregida. Si la lectura de alguna de las muestras rebasa el intervalo de trabajo, diluir a una concentración adecuada con agua (factor de dilución).

Lo anterior puede llevarse a cabo en equipos que se programan directamente en los cuales sólo es necesario leer los patrones y marcar su concentración teórica.

9.8.7 Cálculos.

De la ecuación de la recta obtenida.

$$y = mx + b$$

Donde:

y = Absorbancia corregida obtenida en la muestra ya procesada.

m = Pendiente (coeficiente de absortividad).

x = mg de N-NO₃ en la muestra.

b = Ordenada al origen.

Despejar x para obtener directamente los mg de N-NO₃ en la muestra.

Para obtener la concentración de N-NO₃ en mg/L aplicar la siguiente ecuación:

$$\text{mg N-NO}_3/\text{L} = (A-B) \times 10 \times \text{F.D.}$$

en donde:

A = mg de N-NO₃ en la muestra obtenidos de la curva.

B = mg de N-NO₃ en el blanco de muestras obtenidos de la curva.

F.D. = Factor de dilución.

En los equipos que pueden programarse, la lectura obtenida es directamente la concentración del componente en mg/L.

9.8.8 Expresión de resultados.

mg/L de nitratos como N

9.9 Determinación de nitrógeno de nitritos.

9.9.1 Principio del método.

El principio del método consiste en que los nitratos presentes reaccionan en medio ácido (pH 1,9 a 2,5), por diazotación con la sulfanilamida para formar una sal de diazonio, la cual por copulación con el diclorhidrato de N-(1-naftil) etilendiamina forma un colorante azoico de color púrpura rojizo que se mide espectrofotométricamente a una longitud de onda de 543 nm. Intervalo de trabajo de 1 a 25 gN-NO₂.

9.9.2 Interferencias.

9.9.2.1 Por su propiedad de precipitación en las condiciones de la prueba interfieren los iones siguientes: férrico (Fe⁺³), mercurioso (Hg⁺), plata (Ag⁺), bismuto (Bi⁺), antimonioso

(Sb⁺³), plomo (Pb²⁺), aúrico (Au⁺³), hexacloroplatinato (PtCl₆²⁻) y metavanadato (VO²⁺). Interfieren el método ciertas sustancias frecuentemente encontradas en muestras de agua principalmente: cloraminas, tiosulfatos, polifosfatos de sodio.

9.9.2.2 El tricloruro de nitrógeno imparte una coloración roja falsa, cuando el orden normal de los reactivos es seguida.

9.9.2.3 El ion cúprico puede causar bajos resultados por la catalización de la descomposición de la sal de diazonio.

9.9.3 Equipo.

9.9.3.1 Balanza analítica con precisión de 0,1 mg.

9.9.3.2 Espectrómetro UV-Visible disponible para utilizarse a 543 nm con celdas de vidrio de 1 cm de paso de luz.

9.9.4 Materiales.

9.9.4.1 Matraces volumétricos de 50 mL.

9.9.4.2 Papel filtro de poro medio.

9.9.4.3 Material común de laboratorio.

9.9.5 Reactivos.

Todos los reactivos deben ser grado analítico a menos que se indique otra especificación y por agua se entiende agua destilada.

9.9.5.1 Hidróxido de amonio concentrado (NH₄OH).

9.9.5.2 Nitrito de sodio (NaNO₂). Secar a 105°C durante 2 horas.

9.9.5.3 Acido sulfúrico concentrado (H₂SO₄).

9.9.5.4 Hidróxido de sodio (NaOH).

9.9.5.5 Acido clorhídrico concentrado (HCl).

9.9.5.6 Permanganato de potasio (KmnO₄).

9.9.5.7 Oxalato de sodio (Na₂C₂O₄).

9.9.5.8 Sulfato de aluminio y potasio dodecahidratado (AlK(SO₄).12H₂O) o sulfato de aluminio y amonio dodecahidratado (AlNH₄(SO₄).12H₂O).

9.9.5.9 Sulfanilamida o 4 aminobencensulfonamida. (C₆H₈N₂O₂S).

9.9.5.10 Diclorhidrato de N-(naftil) etilendiamina ($C_{12}H_{16}Cl_2N_2$). NEDA. Reactivo tóxico, evitar su ingestión o contacto con la piel.

9.9.5.11 Suspensión clarificadora de hidróxido de aluminio.

Disolver 125 g de sulfato de aluminio y potasio o de sulfato de aluminio y amonio en 1 L de agua. Calentar a 60°C y adicionar 5 mL de NH_4OH concentrado lentamente con agitación, dejar que la mezcla repose 3 horas y decantar. Lavar el precipitado con adiciones sucesivas de agua destilada con mezclado manual y decantación hasta que se encuentre libre de olores amoniacales. Decantar la mayor cantidad posible de agua y almacenar la suspensión concentrada en un frasco herméticamente cerrado.

9.9.5.12 Solución de ácido sulfúrico 0.1N.

Diluir 30 mL de H_2SO_4 y aforar a 1 L con agua.

9.9.5.13 Solución de hidróxido de sodio 1N.

Pesar 40 g de NaOH, disolverlo, aforar a 1 L con agua, previamente hervida y enfriada.

9.9.5.14 Solución de NEDA.

Disolver 500 mg de NEDA y aforar a 500 mL con agua, almacenar en frasco ámbar y poner en refrigeración a 4°C. Renovar la solución mensualmente o si aparece un color café intenso.

9.9.5.15 Solución de oxalato de sodio 0,05N.

Secar aproximadamente 6 g de $Na_2C_2O_4$ a 105°C por lo menos 1 hora; pesar 3,35 g, disolver y aforar a 1 L con agua.

9.9.5.16 Solución de permanganato de potasio 0,05N.

Disolver 1,60 g de $KMnO_4$ y aforar a 1 L con agua; almacenarlo en frasco color ámbar.

Valoración de la solución.

Medir 25 mL de la solución de oxalato de sodio, agregar 10 mL de H_2SO_4 concentrado, calentar a 80°C, titular con la solución de $KMnO_4$ hasta la obtención de un color rosa tenue

estable por 30 segundos. Calcular la concentración de $KMnO_4$ (N_1) con la siguiente ecuación:

$$N_1 = \frac{V_2 \times N_2}{V_1}$$

En donde:

V_1 = Volumen de la solución de $KMnO_4$ en mL gastados en la titulación.

V_2 = Volumen de la solución de $Na_2C_2O_4$ (25 mL).

N_1 = Concentración de la solución de $Na_2C_2O_4$ (0,05N).

9.9.5.17 Solución madre de nitritos de 250 g N- NO_2 /mL.

Pesar 1,2320 g de este reactivo, disolverlo y aforar a 1000 mL con agua. Preservar con 1 mL de cloroformo.

Valoración de la solución.

Tomar 50 mL de la solución de $KMnO_4$ valorada (aproximadamente 0,05 N); transferir a un matraz Erlenmeyer de 250 mL, agregar 5 mL de H_2SO_4 concentrado y 50 mL de la solución madre de nitritos de tal forma que la pipeta descargue bajo la superficie de la solución en el matraz, agitar y calentar hasta 80°C, titular con la solución de oxalato de sodio hasta decoloración; retitular el exceso de oxalato con la solución de $KMnO_4$ hasta la obtención de un color rosa tenue estable por 30 segundos.

Calcular la concentración de la solución madre de nitritos (Co) en mg/L con la siguiente ecuación:

$$Co = \frac{(V_1 N_1 - V_2 N_2) \times 7 \times 1000}{V_3}$$

En donde:

N_1 = Concentración de la solución de $KMnO_4$ obtenida en la valoración (7.5.16.)

N_2 = Concentración de la solución de $Na_2C_2O_4$ (0,05 N).

V_1 = Volumen de solución de $KMnO_4$ adicionado para la valoración de 50 mL, más el volumen empleado en la retitulación.

V_2 = Volumen de la solución de $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ gastados en la valoración en mL.

V_3 = Volumen de la solución madre de nitritos que se valora (50 mL).

7 = Peso equivalente del nitrógeno.

1000 = Factor de conversión.

9.9.5.18 Solución intermedia de nitritos de 50 g N- NO_2 /mL.

Calcular el volumen (V) de la solución madre de nitritos de manera que la alícuota contenga 12,5 mg de nitrógeno de nitritos, requerido para la solución intermedia por medio de la siguiente ecuación:

$$V = \frac{12,5}{C_o}$$

En donde:

C_o = Concentración de la solución madre de nitritos en mg/L.

Medir el volumen calculado (V) (aproximadamente 50 mL) de la solución madre de nitritos, diluir y aforar a 250 mL con agua.

Nota: Esta solución debe ser preparada al momento de utilizarse.

9.9.5.19 Solución patrón de nitritos 0,5 g N- NO_2 /mL.

Diluir 10 mL de la solución intermedia de nitritos y llevar a 100 mL con agua. Preparar momentos antes de utilizarse.

9.9.6 Procedimiento.

9.9.6.1 Preparación de la curva de calibración.

En matraces volumétricos de 50 mL preparar una serie de al menos 6 patrones de acuerdo a la tabla No. 1 eligiéndolos de acuerdo a la concentración de nitritos esperada en la muestra, a partir de la solución patrón de nitritos.

Tabla No. 1

| Matraz | Volumen de solución patrón de nitritos (mL) | g N- NO_2 |
|--------|---|--------------------|
| 1 | 0,0 | Blanco |
| 2 | 0,1 | 1,0 |
| 3 | 0,2 | 2,0 |
| 4 | 0,4 | 4,0 |

| | | |
|----|-----|------|
| 5 | 0,7 | 7,0 |
| 6 | 1,0 | 10,0 |
| 7 | 1,4 | 14,0 |
| 8 | 1,7 | 17,0 |
| 9 | 2,0 | 20,0 |
| 10 | 2,5 | 25,0 |

9.9.6.2 Pretratamiento de la muestra.

9.9.6.2.1 La muestra debe estar libre de turbiedad y color, para lograr éstos, pasarla a través de membranas de $0,45 \mu\text{m}$ de poro, filtros de fibra de vidrio o adicionar 2 mL o la cantidad necesaria de suspensión clarificadora a aproximadamente 100 mL de la muestra con agitación y filtrar a través de papel de poro medio. Si existe color en la muestra continuar con el procedimiento y efectuar la corrección establecida en 7.6.5.

9.9.6.2.2 Neutralizar el filtrado a un pH aproximado de 7,0 con H_2SO_4 1N o NaOH 1N.

9.9.6.3 Tratamiento de la muestra.

De la solución obtenida anteriormente tomar una porción de muestra, dependiendo del contenido esperado de nitritos según la Tabla No. 2.

Tabla No. 2

| Contenido de N- NO_2 en la muestra mg/L | Volumen de muestra necesaria |
|--|------------------------------|
| 0,05 | 40 |
| 0,10 | 25 |
| 0,50 | 10 |
| 1,00 | 5 |

9.9.6.4 Desarrollo de color.

9.9.6.4.1 Adicionar 1 mL de la solución de sulfanilamida y agitar varias veces. Permitir que la mezcla reaccione por más de 2 minutos pero no más de 8 minutos.

9.9.6.4.2 Adicionar 1 mL de NEDA y agitar varias veces. Ajustar el pH esté entre 1,9 y 2,5. Dejar reposar por lo menos 10 minutos pero no más de 1 hora. Llevar al volumen de agua y mezclar. Se obtiene una coloración rojo púrpura que indica la presencia de nitritos.

9.9.6.5 Corrección por color.

9.9.6.5.1 En caso de que la muestra presente color y si éste persiste en la muestra pretratada, esto puede interferir con la medición de la absorbancia.

9.9.6.5.2 Tratar otro volumen igual de muestra como se describe en 7.6.3. En lugar de agregar las soluciones de sulfanilamida y NEDA adicionar 1 mL de HCl al 10% y leer la absorbancia.

9.9.6.5.3 Corregir la absorbancia de la muestra por medio de la ecuación:

$$A = A_m - A_b - A_c$$

En donde:

A = Absorbancia corregida.

A_m = Absorbancia de la muestra determinada.

A_b = Absorbancia del blanco.

A_c = Absorbancia de la muestra empleada para corrección de color; en caso de muestras sin color A_c = 0.

9.9.6.6 Acondicionamiento del método.

9.9.6.6.1 Fijar la longitud de onda del equipo a 543 nm de acuerdo con las instrucciones del manual de operación.

9.9.6.6.2 Ajustar el instrumento a 0 de absorbancia con el blanco de patrones.

9.9.6.6.3 Leer las soluciones patrón de menor a mayor concentración y registrar al menos tres réplicas de la absorbancia de cada uno.

9.9.6.6.4 Elaborar una curva de calibración graficando el promedio de absorbancia para cada solución patrón en función de su concentración en g N-NO₂.

9.9.6.6.5 Ajustar la curva de calibración obtenida mediante regresión lineal (método de mínimos cuadrados). Calcular la pendiente, el coeficiente de correlación y la ordenada al origen. Obtener la ecuación de la recta.

9.9.6.6.6 Leer del mismo modo las muestras y blanco de muestras. Si la lectura de alguna de las muestras rebasa el intervalo de trabajo, diluir a una concentración adecuada con agua (factor de dilución).

Lo anterior puede llevarse a cabo en equipos que se programan directamente en los cuales sólo es necesario leer los patrones y marcar su concentración teórica.

9.9.7 Cálculos.

De la ecuación de la recta obtenida.

$$y = mx + b$$

Donde:

y = Absorbancia obtenida en la muestra ya procesada.

m = Pendiente (coeficiente de absortividad).

x = g de N-NO₂ en la muestra.

b = Ordenada al origen.

Despejar x para obtener directamente los g de N-NO₂ en la muestra.

Para obtener la concentración de N-NO₂ en mg/L aplicar la siguiente ecuación:

$$\text{mg N-NO}_2/\text{L} = \frac{(A-B) \times \text{F.D.}}{\text{mL muestra}}$$

en donde:

A = g de N-NO₂ en la muestra obtenidos de la curva.

B = g de N-NO₂ en el blanco de muestras obtenidos de la curva.

F.D. = Factor de dilución.

En los equipos que pueden programarse, la lectura obtenida es directamente la concentración del componente en mg/L.

9.9.8 Expresión de resultados.

mg/L de nitritos como N

9.10 Determinación de cloro residual. Método colorimétrico con DFD.

9.10.1 Principio del método.

Se basa en la reacción del cloro libre disponible con el indicador N N-Dietil-p-fenildiamina (DFD) en ausencia de ion yoduro para formar un compuesto de coloración roja el cual es medido espectrométricamente a una longitud de onda de 515 nm.

9.10.2 Interferencias.

Existen interferencias por cobre en concentraciones mayores de 10 mg/L, esto se evita adicionando EDTA a los reactivos.

9.10.3 Equipo.

Espectrómetro de UV-Visible disponible para utilizarse a 515 nm con celdas de 1 cm de paso de luz.

9.10.4 Materiales.

Material común de laboratorio.

9.10.5 Reactivos.

Todos los reactivos deben ser grado analítico a menos que se indique otra especificación y por agua se entiende agua destilada libre de cloro.

9.10.5.1 Fosfato dibásico de sodio (Na_2HPO_4).

9.10.5.2 Fosfato monobásico de potasio (KH_2PO_4).

9.10.5.3 Cloruro de mercurio II (HgCl_2).

9.10.5.4 Oxalato de N,N-Dietil-1,4-fenilendiamonio (Oxalato de DFD). Puede emplearse también el sulfato pentahidratado de DFD o sulfato anhidro de DFD.

9.10.5.5 Sal disódica del ácido etilendiamino tetraacético dihidratado (EDTA).

9.10.5.6 Acido clorhídrico concentrado (HCl).

9.10.5.7 Yoduro de potasio (KI) en cristales.

9.10.5.8 Dicromato de potasio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$). Secado a 100°C durante 2 horas.

9.10.5.9 Acido sulfúrico concentrado (H_2SO_4).

9.10.5.10 Sulfato de amonio y hierro. SFA. $[\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$.

9.10.5.11 Acido fosfórico (H_3PO_4).

9.10.5.12 Difenilaminosulfonato de bario $[(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NCH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3]_2\text{Ba}$.

9.10.5.13 Almidón ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$)_n

9.10.5.14 Acido acético glacial ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$).

9.10.5.15 Tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$).

9.10.5.16 Agua libre de demanda de cloro.

Preparar agua libre de cloro a partir de agua destilada o desionizada de buena calidad, por medio de la adición de suficiente cloro para obtener una concentración de 5 mg/L de cloro libre. Después de guardada la solución durante dos días,

ésta debe tener una concentración de al menos 2 mg/L de cloro libre; si esto no sucede, desechar y obtener una de mejor calidad. Remover los residuos de cloro en el agua colocando los envases a la luz solar o irradiándola con una lámpara de luz ultravioleta. Al cabo de varias horas tomar una muestra, añadir yoduro de potasio y medir el cloro total con un método colorimétrico. No utilizar el agua hasta haber eliminado las últimas trazas de cloro libre y combinado.

9.10.5.17 Acido clorhídrico 1N.

Medir 86 mL de HCl concentrado y llevar a un volumen de 1L con agua.

9.10.5.18 Solución amortiguadora de fosfatos.

Disolver 24 g de Na_2HPO_4 y 46 g de KH_2PO_4 . Disolver en agua. Pesar 800 mg de EDTA y mezclar con 100 mL de agua, añadir esta solución a la anterior. Aforar a 1 L con agua y adicionar 20 mg de cloruro de mercurio.

9.10.5.19 Solución indicadora de DFD.

Pesar 1,0 g de oxalato de DFD o 1,5 g de sulfato de DFD pentahidratado o 1,1 g de sulfato anhidro de DFD y diluir en agua libre de cloro que contenga 8 mL de ácido sulfúrico 1:3 y 200 mg de EDTA. Llevar a un volumen de 1 L. Guardar en frasco color ámbar y desechar cuando la solución se decolore.

9.10.5.20. Solución de dicromato de potasio 0,1 N.

Pesar exactamente 4,904 g de dicromato de potasio y llevar a un volumen de 1 L.

9.10.5.21. Solución patrón de sulfato ferroso amónico (SAF).

Disolver 1,106 g de SAF en agua destilada que contenga 1 mL de solución de ácido sulfúrico 1+ 3 y llevar a 1 L con agua destilada recientemente hervida y enfriada. Esta solución es estable durante un mes.

Valoración de la solución.

En un matraz Erlenmeyer medir 100 mL de la solución de SAF y adicionar 10 mL de ácido sulfúrico (1+ 5), 5 mL de ácido fosfórico y 2 mL de solución indicadora de difenilaminsulfonato de bario. Titular con solución patrón primario de dicromato de potasio 0,100 N hasta la presencia de una coloración violeta persistente durante 30 segundos. Un MI de esta solución equivale a 100 mg Cl como Cl₂.

9.10.5.22. Solución indicadora de difenilaminsulfonato de bario 0,1%.

Pesar 0,1 g de difenilaminsulfonato de bario y diluir en 100 mL de agua.

9.10.5.23 Solución patrón de tiosulfato de sodio 0,1 N.

Disolver aproximadamente 25 g de Na₂S₂O₃ en 1 L de agua. Hervir vigorosamente durante 5 minutos y transferir aun caliente a un frasco color ámbar previamente limpiado con mezcla sulfocrómica y enjuagado con agua hervida. Almacenar en refrigeración.

Valoración de la solución.

Pesar por quintuplicado de 0,20 a 0,23 g de K₂Cr₂O₇ y colocar en frascos de yodo.

Disolver con 80 mL de agua libre de cloro y adicionar 2 g de KI. Añadir con agitación 20 mL de HCl 1N y colocar inmediatamente en oscuridad durante 10 minutos. Titular con la solución patrón de Na₂S₂O₃, usando solución de almidón como indicador. Titular hasta la desaparición de la coloración azul.

Calcular la normalidad de la solución empleando la siguiente ecuación:

$$N = \frac{g \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times 1000}{\text{mL Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 49,032}$$

Calcular la normalidad promedio de las cinco titulaciones.

9.10.5.24 Solución patrón de tiosulfato de sodio 0,025 N.

A partir de la normalidad calculada anteriormente, medir un volumen adecuado (aproximadamente 25 mL) de solución patrón de tiosulfato de 0,1N. Llevar a un volumen de 100 mL con agua.

9.10.5.25 Solución madre de cloro de aproximadamente 100 mg/L.

A partir de una solución de hipoclorito comercial (blanqueador casero), la cual contiene aproximadamente de 30,000 a 50,000 mg/mL equivalente a cloro, diluir una cantidad apropiada para tener una concentración aproximada de 100 mg/L.

Valoración de la solución.

Medir 2 mL de ácido acético y de 10 a 25 mL de agua libre de demanda de cloro en un matraz. Añadir aproximadamente 1 g de KI. Medir una cantidad apropiada de la solución patrón de cloro, tomando en cuenta que 1 mL de la solución titulante de tiosulfato de sodio 0,025 N es equivalente aproximadamente a 0,9 mg de cloro. Mezclar. Titular con solución patrón de tiosulfato de sodio 0,025 N hasta la desaparición del color amarillo. Adicionar de 1 a 2 mL de la solución indicadora de almidón y continuar la titulación hasta la desaparición del color azul (A). De la misma forma titular un blanco de reactivos, adicionando las mismas cantidades de ácido acético, KI e indicador de almidón a 1 mL de agua destilada (B).

Calcular la concentración de cloro de la solución, aplicando la siguiente ecuación:

$$\text{mg Cl}_2 / \text{mL} = \frac{(A-B) \times N \times 35.45}{\text{mL muestra}}$$

donde:

A= mL gastados de Na₂S₂O₄ 0,025 N en la titulación de la muestra.

B= mL gastados de Na₂S₂O₄ 0,025 N en la titulación del blanco de reactivos.

N= normalidad calculada para el tiosulfato de sodio (0,025N).

9.10.5.26 Solución patrón de cloro de 10 mg/L.

De acuerdo con la concentración calculada para la solución madre de cloro, diluir una cantidad apropiada (aproximadamente 100 mL) a un volumen de 1 L.

9.10.6 Procedimiento.

9.10.6.1 Preparación de la curva de calibración.

9.10.6.1.1 Medir los siguientes volúmenes de solución patrón de acuerdo con la tabla No. 1. Llevar a un volumen de 250 mL con agua libre de demanda de cloro.

Tabla No. 1

| Matraz | mL de solución patrón de cloro | mg Cl ₂ /L |
|--------|--------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0,00 | Blanco |
| 2 | 1,25 | 0,05 |
| 3 | 2,5 | 0,1 |
| 4 | 5,0 | 0,2 |
| 5 | 10,0 | 0,4 |
| 6 | 20,0 | 0,8 |
| 7 | 50 | 2,0 |
| 8 | 75 | 3,0 |
| 9 | 100 | 4,0 |

9.10.6.1.2 En matraces Erlenmeyer de 250 mL, medir 5 mL de la solución amortiguadora de fosfatos, 5 mL del reactivo de DFD y agregar 100 mL de cada una de las soluciones patrón. Mezclar perfectamente.

9.10.6.1.3 Llenar la celda del espectrómetro y leer a una longitud de onda de 515 nanómetros. Regresar el contenido de la celda al matraz y titular cada solución patrón valorada de SAF. Calcular la concentración de cloro libre en mg/L para cada solución.

9.10.6.2 Tratamiento de la muestra.

9.10.6.2.1 Colocar en un tubo 0,5 mL de la solución amortiguadora y 0,5 ml de la solución de indicador de DFD. Añadir 10 mL de muestra y mezclar.

9.10.6.2.2 Leer a una longitud de onda de 515 nanómetros.

9.10.6.2.3 De la misma forma tratar una muestra de agua destilada libre de demanda de cloro (blanco de muestras).

9.10.6.3 Acondicionamiento del método.

9.10.6.3.1 Fijar la longitud de onda del equipo a 515 nm de acuerdo con las instrucciones del manual de operación.

9.10.6.3.2 Ajustar el instrumento a 0 de absorbancia con el blanco de soluciones patrón.

9.10.6.3.3 Leer la concentración y registrar la absorbancia.

9.10.6.3.4 Elaborar una curva de calibración graficando la absorbancia para cada solución patrón en función de su concentración (en mg Cl₂ libre/L).

9.10.6.3.5 Ajustar la curva de calibración obtenida mediante regresión lineal (método de mínimos cuadrados). Calcular la pendiente, el coeficiente de correlación y la ordenada al origen. Obtener la ecuación de la recta.

9.10.6.3.6 De la misma forma leer las muestras y blanco de muestras. Si la lectura de alguna de las muestras rebasa el intervalo de trabajo, diluir a una concentración adecuada con agua libre de demanda de cloro (factor de dilución).

Lo anterior puede llevarse a cabo en equipos que se programan directamente en los cuales sólo es necesario leer los patrones y marcar su concentración teórica.

9.10.7 Cálculos

De la ecuación de la recta obtenida.

$$y = mx + b$$

Donde:

y = Absorbancia obtenida en la muestra ya procesada.

m = Pendiente (coeficiente de absortividad).

x = mg Cl/L de en la muestra.

b = Ordenada al origen.

Despejar x para obtener directamente los mg Cl₂ libre/L en la muestra.

En los equipos que pueden programarse, la lectura obtenida es directamente la concentración del elemento en mg/L.

$$\text{mg Cl}_2\text{libre/L} = (A-B) \times \text{F.D.}$$

donde:

A = mg Cl₂ libre/L en la muestra obtenidos de la curva.

B = mg Cl₂ libre/L en el blanco de muestras obtenidos de la curva.

F.D. = Factor de dilución.

9.10.8 Expresión de resultados.

mg/L cloro residual libre.

9.11 Determinación de formaldehído total por cromatografía de líquidos (CLAR).

9.11.1 Principio del método.

El formaldehído presente en la muestra es derivatizado con 2,4-dinitrofenilhidracina en medio ácido y extraído con cloroformo. Después que el solvente es intercambiado por metanol, el producto es separado y cuantificado usando fase reversa y detección UV a 365 nm.

9.11.2 Equipo.

9.11.2.1 Sistema de cromatógrafo de líquidos:

9.11.2.2 Sistema degasificador por Helio, membrana de vacío o ultrasonido.

9.11.2.3 Sistema de bombas capaz de desarrollar un flujo de 1 mL/min.

9.11.2.4 Inyector tipo jeringa (intervalo de 1-25 uL) o loop de 25 uL.

9.11.2.5 Detector de arreglo de diodos o UV-Visible capaz de medir a 365 nm.

9.11.2.6 Sistema de datos: graficador, integrador o computadora compatible con la salida de voltaje del detector.

9.11.2.7 Columna C18 u ODS (Octadecilsilanos), dimensiones de 250 x 4.6 mm, tamaño de partícula de 7 m.

9.11.2.8 Evaporador rotatorio.

9.11.3 Materiales.

Material común de laboratorio.

9.11.4 Reactivos.

9.11.4.1 Cloroformo (CH₃Cl).

9.11.4.2 Metanol grado CLAR (CH₄O).

9.11.4.3 Agua grado CLAR (H₂O).

9.11.4.4 Etanol (C₂H₆O).

9.11.4.5 Acido clorhídrico (HCl).

9.11.4.6 2,4-Dinitrofenilhidracina (DNPH).

9.11.4.7 Formaldehído en solución al 37% (CH₂O).

9.11.4.8 Indicador de timolftaleína grado ACS. Intervalo de viraje de pH 9,0 a 9,5 (incolores-azul).

9.11.4.9 Sulfito de sodio anhidro (Na₂SO₃).

9.11.4.10 Acido clorhídrico 0,100 N, 1N, 2N y 12 N.

Determinar la concentración exacta del HCl 0,100 N usando procedimiento de titulación.

9.11.4.11 Solución de DNPH.

Saturar 1 L de HCl 2N con DNPH (solubilidad aproximada de 300 mg/L).

9.11.4.12 Solución stock de formaldehído aproximadamente de 4 mg/L.

Medir 5 mL de formaldehído al 37% en un matraz volumétrico de 500 mL y llevar al volumen con agua. Calentar la solución a aproximadamente 30°C para disolver completamente la formalina y enfriar a temperatura ambiente.

Valoración de la solución.

Medir 125 mL de solución de sulfito de sodio 1M en un matraz Erlenmeyer de 250 mL. Adicionar 3 gotas de indicador de timolftaleína. La solución debe ser de un color azul pálido. Añadir HCl 0,1 N gota a gota hasta que la solución se vuelve incolora (usualmente se requieren de 2-5 gotas). Adicionar exactamente 25 mL de solución stock de formaldehído a la solución acidificada de sulfito de sodio. Titular con HCl 0,1 N hasta la desaparición de la coloración que persista 3 minutos. Efectuar 3 titulaciones y calcular el valor promedio.

Calcular la concentración exacta de formaldehído aplicando la siguiente ecuación:

$$\text{mg CH}_2\text{O/ mL} = \frac{\text{mL gastados de HCl 0.1N} \times \text{N HCl} \times 30.03}{25 \text{ mL}}$$

9.11.4.13 Solución de sulfito de sodio 1 M.

Disolver 63,02 g de sulfito de sodio en 500 mL de agua.

9.11.4.14 Solución indicadora.

Disolver 40 mg de indicador de timolftaleína en 40 mL de etanol.

9.11.4.15 Solución patrón derivatizada de formaldehído de 50 mg/L.

De acuerdo con la concentración calculada de la solución stock, medir un volumen equivalente a 2,5 mg de formaldehído (aproximadamente 625 L), y adicionarlos a 100 mL de HCl 2N saturado con DNPH. Extraer dos veces con porciones de 50 mL de cloroformo. Dejar separar las fases. Drenar la fase acuosa y descartar. Lavar la fase clorofórmica dos veces con porciones de 50 mL de HCl 1N y una de 100 mL de agua. Drenar y descartar las fases acuosas. Evaporar el cloroformo en evaporador rotatorio evitando llevar a sequedad. Diluir el residuo a 50 mL con metanol. La solución es estable por 6 meses en refrigeración.

9.11.4.16 Fase móvil: Metanol 70% Agua 30%.

Mezclar 700 mL de metanol grado CLAR con 300 mL de agua grado CLAR. Filtrar a través de poro de 0,45 m y degasificar.

9.11.5 Procedimiento.

9.11.5.1 Preparación de la curva patrón.

Medir los siguientes volúmenes de solución patrón de formaldehído de acuerdo con la tabla número 1 en matraces volumétricos de 50 mL. Llevar al volumen con metanol. Filtrar a través de poro de 0,45 m.

Tabla No. 1

| Matraz | mL de solución patrón de formaldehído | mg CH ₂ |
|--------|---------------------------------------|--------------------|
| 1 | 0,00 | Blanc |
| 2 | 0,25 | 0,25 |
| 3 | 0,50 | 0,50 |
| 4 | 1,00 | 1,00 |
| 5 | 2,50 | 2,50 |
| 6 | 5,00 | 5,00 |

9.11.5.2 Preparación de las muestras.

9.11.5.2.1 Medir 60 mL de muestra y agua destilada (blanco de muestras) en un embudo de separación. Adicionar 165 mL de HCl 12 N y 300 mg de DNPH. Agitar por varios minutos.

9.11.5.2.2 Extraer dos veces con porciones de 50 mL de cloroformo. Dejar separar las fases y descartar la fase acuosa.

9.11.5.2.3 Lavar la fase clorofórmica, dos veces con porciones de 50 mL de HCl 1N y una vez con 100 mL de agua. Descartar la fase acuosa.

9.11.5.2.4 Evaporar el cloroformo casi a sequedad. Diluir el residuo a un volumen de 25 mL con metanol. Filtrar a través de poro de 0,45 m.

9.11.5.3. Acondicionamiento del equipo.

9.11.5.3.1 Fijar los siguientes parámetros cromatográficos de acuerdo con el manual de operación:

Flujo: 1mL/min.

Fase móvil: Metanol 70% Agua 30%.

Longitud de onda: UV a 365 nm.

Velocidad del integrador o software en sistemas automatizados.

9.11.5.3.2 Bombear fase móvil a través del sistema del cromatógrafo hasta la obtención de una línea base estable.

9.11.5.4 Acondicionamiento del método.

9.11.5.4.1 Inyectar 25 L de cada solución patrón de menor a mayor concentración.

9.11.5.4.2 Obtener los cromatogramas correspondientes. El pico que corresponde al formaldehído derivatizado eluye a un tiempo aproximado de 8 minutos bajo las condiciones de este método.

9.11.5.4.3 Elaborar una curva de calibración, graficando el área obtenida del pico para cada solución patrón en función de su concentración (mg CH₂O /L).

9.11.5.4.4 Ajustar la curva de calibración obtenida mediante regresión lineal (método de mínimos cuadrados). Calcular la pendiente, el coeficiente de correlación y la ordenada al origen. Obtener la ecuación de la recta.

9.11.5.4.5 Inyectar del mismo modo 25 L de muestra y blanco de muestras. Obtener los cromatogramas, identificar el pico correspondiente al formaldehído derivatizado en función de su tiempo de retención. Calcular el área del pico.

9.11.5.4.6 En caso de ser necesario diluir las muestras con metanol, para llevar al intervalo de trabajo (factor de dilución).

Lo anterior puede llevarse a cabo en equipos que se programan directamente en los cuales sólo es necesario leer los patrones y marcar su concentración teórica.

9.11.6 Cálculos.

De la ecuación de la recta obtenida:

$$y = mx + b$$

donde:

y = Área del pico correspondiente al formaldehído derivatizado en la muestra.

m = Pendiente.

x = mg/L de formaldehído en la muestra.

b = Ordenada al origen.

despejar x para obtener los mg/L de formaldehído en la muestra.

$$\text{mg CH}_2\text{O /L} = (A-B) \times \text{F.D.}$$

donde:

A = mg CH₂O /L en la muestra.

B = mg CH₂O /L en el blanco de muestras.

F.D. = Factor de dilución.

En los equipos que pueden programarse, la lectura obtenida es directamente la concentración del elemento en mg/L.

9.11.7 Expresión de resultados.

mg/L de formaldehído.

9.12 Determinación de sustancias activas al azul de metileno

9.12.1 Principio del método.

Se basa en la reacción de las sustancias surfactantes aniónicas, incluyendo alquil sulfonatos, alquil sulfatos y alquil polietoxil sulfatos con el azul de metileno, que da lugar a la formación de una sal de coloración azul, soluble en cloroformo, y cuya intensidad de color es medida espectrométricamente a una longitud de onda de 652 nm.

9.12.2 Interferencias.

9.12.2.1 Interfieren formando complejos con el azul de metileno, los sulfatos orgánicos, sulfonatos, carboxilatos, fosfatos y fenoles.

9.12.2.2 Interfieren formando pares iónicos con el azul de metileno, los cianatos inorgánicos, cloruros, nitratos y tiocianatos.

9.12.2.3 Las aminas compiten con el azul de metileno en la reacción produciendo bajos resultados.

9.12.3 Equipo.

9.12.3.1 Espectrómetro UV-Visible disponible para utilizarse a una longitud de onda de 652 nm y provisto de celdas de 1 cm de paso de luz.

9.12.3.2 Balanza analítica con sensibilidad de 0,1 mg

9.12.4 Materiales

9.12.4.1 Fibra de vidrio

9.12.4.2 Material común de laboratorio

9.12.4.3 Embudo de separación de 500 mL, preferentemente con llave de vidrio

9.12.4.4 Termómetro

Nota: Todo el material de vidrio empleado en esta determinación debe lavarse con mezcla crómica, enjuagarse con solución caliente de HCl (1:1) y enjuagarse dos o tres veces más con agua. Asegurarse que no queden residuos de mezcla crómica. Nunca usar detergentes.

9.12.5 Reactivos

Todos los reactivos deben ser grado analítico a menos que se indique otra especificación y por agua se entiende agua destilada.

9.12.5.1 Sulfonato de alquil benceno. ABS ($C_6H_4O_3$ SnAR)

9.12.5.2 Fenolftaleína ($C_{20}H_{14}O_4$)

9.12.5.3 Hidróxido de sodio (NaOH)

9.12.5.4 Alcohol etílico (C_6H_5O) o isopropílico ($C_5H_{12}O$)

9.12.5.5 Acido sulfúrico (H_2SO_4)

9.12.5.6 Cloroformo grado espectrométrico ($CHCl_3$)

9.12.5.7 Azul de metileno ($C_{16}H_{18}ClN_3S \cdot x H_2O$ (x 2-3)

9.12.5.8 Fosfato monosódico dihidrogenado monohidratado ($NaH_2PO_4 \cdot H_2O$)

9.12.5.9 Solución madre de ABS de 1 mg/mL.

Pesar exactamente 1,0 g de ABS, disolver en agua y llevar a un volumen de un 1 L. Mezclar suavemente para prevenir la formación de espuma. Es necesario prepararla cada semana y refrigerar (se recomienda aforar sólo cuando todo el sulfonato de alquil benceno se haya disuelto y la espuma desaparezca).

9.12.5.10 Solución patrón de ABS de 10 g/mL

Diluir 10 mL de la solución madre de ABS y aforar a 1 L con agua. Esta solución se debe preparar diariamente.

9.12.5.11 Solución indicadora de fenolftaleína

Disolver 0,5 g de fenolftaleína en 50 mL de alcohol etílico y llevar a un volumen de 100 mL con agua.

9.12.5.12 Solución de hidróxido de sodio 1 N

Disolver 40 g de NaOH en agua y aforar a un litro.

9.12.5.13 Solución de ácido sulfúrico 1 N

Diluir cuidadosamente 28 mL de H_2SO_4 concentrado en agua. Dejar enfriar y aforar a un litro.

9.12.5.14 Reactivo azul de metileno de 30 mg/L.

Disolver 0,1 g de azul de metileno, en 100 mL de agua. De esta solución se transfieren 30 mL a un matraz volumétrico de 1 L y agregar 500 mL de agua, 6,8 mL de H_2SO_4 concentrado y 50 g de $NaH_2PO_4 \cdot H_2O$. Agitar hasta su completa disolución y aforar a un litro.

9.12.5.15 Solución de lavado.

En un matraz volumétrico de 1 L que contenga 500 mL de agua, agregar 6,8 mL H_2SO_4 concentrado y 50 g de $NaH_2PO_4 \cdot H_2O$. Agitar hasta su completa disolución y aforar.

9.12.6 Procedimiento

9.12.6.1 Preparación de la curva de calibración.

Colocar los siguientes volúmenes de solución patrón de ABS de acuerdo con la tabla número 1 en embudos de separación. Agregar agua hasta un volumen de 100 mL.

Tabla No. 1

| Embudo | mL solución patrón de ABS | g de ABS |
|--------|---------------------------|----------|
| 1 | 0 | Blanco |
| 2 | 1 | 10 |
| 3 | 3 | 30 |
| 4 | 5 | 50 |
| 5 | 7 | 70 |
| 6 | 9 | 90 |
| 7 | 11 | 110 |
| 8 | 13 | 130 |
| 9 | 15 | 150 |
| 10 | 20 | 200 |

9.12.6.2 Preparación de la muestra.

El volumen de la muestra de agua para ser analizada, se mide de acuerdo con la concentración probable de ABS, según se indica en la Tabla No. 2. Asimismo, efectuar una prueba testigo con agua destilada (blanco de muestras).

Tabla No. 2

| Concentración esperada de ABS en mg/L | Muestra a tomar en mL |
|---------------------------------------|-----------------------|
| 0,025-0,080 | 400 |
| 0,080-0,40 | 250 |
| 0,40-2 | 100 |
| 2-10 | 20 |
| 10-100 | 2 |

Si el volumen de muestra es menor a 100 mL, se debe diluir con agua a este volumen. Si es mayor de 100 mL extraer la

muestra completa. Transferir las muestras y blanco a embudos de separación.

9.12.6.3 Extracción y desarrollo de color.

9.12.6.3.1 Adicionar 3 gotas de solución indicadora de sulfaleína a las soluciones patrón y muestras y agregar suficiente solución de hidróxido de sodio 1 N para producir un color rosa.

9.12.6.3.2 Adicionar solución diluida de ácido sulfúrico, en pequeñas cantidades hasta que el color rosa desaparezca.

9.12.6.3.3 Agregar 10 mL de cloroformo y 25 mL de azul de metileno. Agitar vigorosamente durante 30 segundos y dejar en reposo hasta la separación de las fases. Liberar la presión con sumo cuidado.

9.12.6.3.4 Pasar la fase orgánica a un segundo embudo y lavar el tubo de descarga del primero con un poco de cloroformo. Repetir la extracción por tres veces, usando 10 mL de cloroformo en cada ocasión. Si el color azul en la fase acuosa desaparece, descartar la muestra y repetir la determinación utilizando un volumen menor de muestra. Con frecuencia se presentan problemas de emulsificación la cual puede romperse con agitación suave con el extremo plano de una varilla de vidrio. La transferencia de la fase orgánica al segundo embudo de separación se efectúa sólo hasta que las dos fases estén completamente separadas.

9.12.6.3.5 Combinar todos los extractos clorofórmicos en el segundo embudo de separación. Agregar 50 mL de solución de lavado y agitar vigorosamente durante 30 segundos. Dejar reposar y filtrar la capa de cloroformo a través de la fibra de vidrio, a un matraz aforado de 100 mL.

9.12.6.3.6 Repetir el lavado por dos veces empleando 10 mL de solución de lavado en cada ocasión.

9.12.6.3.7 Lavar la fibra de vidrio y el embudo con cloroformo, recoger los lavados en el matraz aforado, aforar con cloroformo y mezclar perfectamente.

9.12.6.4 Acondicionamiento del método.

9.12.6.4.1 Fijar la longitud de onda del equipo a 652 nm de acuerdo con las instrucciones del manual de operación.

9.12.6.4.2 Ajustar el instrumento a 0 absorbancia con el blanco de soluciones patrón.

9.12.6.4.3 Leer las soluciones patrón de menor a mayor concentración y registrar al menos tres réplicas de la absorbancia de cada uno. La absorbancia debe medirse después de 15 minutos y antes de 30 minutos de haberse desarrollado el color. Una vez transcurrido ese tiempo la solución ya no es estable.

9.12.6.4.4. Elaborar una curva de calibración graficando el promedio de absorbancia para cada solución patrón en función de su concentración (en g de ABS).

9.12.6.4.5 Ajustar la curva de calibración obtenida mediante regresión lineal (método de mínimos cuadrados). Calcular la pendiente, el coeficiente de correlación y la ordenada al origen. Obtener la ecuación de la recta.

9.12.6.4.6 Leer del mismo modo las muestras y blanco de muestras. Si la lectura de alguna de las muestras rebasa el intervalo de trabajo, diluir a una concentración adecuada con cloroformo (factor de dilución).

Lo anterior puede llevarse a cabo en equipos que se programan directamente en los cuales sólo es necesario leer los patrones y marcar su concentración teórica.

9.12.7 Cálculos.

De la ecuación de la recta obtenida:

y $mx + b$

Donde:

y Absorbancia obtenida en la muestra analizada.

m Pendiente (coeficiente de absortividad).

x g de ABS en la muestra obtenidos de la curva de calibración.

b Ordenada al origen.

Despejar x para obtener directamente los g de ABS en la muestra.

Para obtener la concentración de ABS en mg/L aplicar la siguiente ecuación:

$$\text{ABS, en mg/L} = \frac{(A-B)}{V} \times \text{F.D.}$$

En donde:

A =g de ABS en la muestra.

B = g de ABS en el blanco de muestras.

V = volumen de muestra.

F.D. = Factor de dilución.

En los equipos que pueden programarse, la lectura obtenida es directamente la concentración del elemento en mg/L.

9.12.8 Expresión de resultados.

mg/L de sustancias activas al azul de metileno

9.13 Determinación de trihalometanos.

9.13.1 Principio del método.

Los trihalometanos (THM) son extraídos de la muestra con pentano, el extracto obtenido es inyectado en un cromatógrafo de gases equipado con un detector de captura de electrones para separación y análisis. Los trihalometanos se refieren a los compuestos bromoformo, bromodiclorometano, dibromoclorometano y cloroformo que pueden ser encontrados como subproductos de aguas que han sido cloradas.

9.13.2 Interferencias.

9.13.2.1 Impurezas contenidas en el solvente de extracción usualmente provocan problemas analíticos. Por ello se hace necesario analizar blancos de solventes cada que se use un frasco nuevo. Se deben descartar solventes que tengan niveles de THM mayores de 10 g/mL.

9.13.2.2 Niveles bajos de interferencia pueden ser eliminados por destilación o cromatografía en columna.

9.13.2.3 Un solvente se considera libre de interferencias si contiene menos de 0,4 g/mL de triclorometano de forma individual.

9.13.3 Equipo.

9.13.3.1 Cromatógrafo de gases, de preferencia con temperatura programable, sistema de enfriamiento del horno de columna e inyector con camisa de cuarzo tipo septum,

equipado con detector de captura de electrones.

9.13.4 Materiales.

9.13.4.1 Frascos y matraces con tapón de rosca con interior recubierto de PFTE.

9.13.4.2 Microjeringas de 1 L.

9.13.4.3 Microjeringas de 10 a 100 L.

9.13.4.4 Microjeringas de 25 L.

9.13.4.5 Jeringas hipodérmicas de vidrio de 10 mL.

9.13.4.6 Válvula para jeringa tipo Luer de dos pasos.

9.13.4.7 Columna cromatográfica. Puede emplearse cualquiera de las que a continuación se indican:

Columna 1. Columna de vidrio de 2 m de longitud y 4 mm de diámetro interno, empacada con 3% de SP-1000 en Supelcort (malla 100/120).

Columna 2. Columna de vidrio de 2 m de longitud y 4 mm de diámetro interno, empacada con 10% de escualeno en Chromosorb WAW (malla 100/120).

Columna 3. Columna de vidrio de 2 m de longitud y 2 mm de diámetro interno, empacada con 6% OV-11 y 4% SP-2100 en Supelcort (malla 100/120).

Columna 4. Columna capilar de sílica fundida DB-624 o equivalente, con dimensiones de 30 m de longitud y 0,53 mm de diámetro interno, espesor de película de 3 m.

9.13.5 Reactivos.

9.13.5.1 Pentano grado análisis orgánico de trazas (C₅H₁₂).

9.13.5.2 Metanol grado análisis orgánico de trazas (CH₄O).

9.13.5.3 Carbón activado.

9.13.5.4 Bromoformo pureza mayor a 98% (CHBr₃).

9.13.5.5 Bromodiclorometano pureza mayor a 97% (CHBrCl₂).

9.13.5.6 Dibromoclorometano pureza mayor a 98% (CHBr₂Cl).

9.13.5.7 Cloroformo pureza mínimo del 99.8% (CHCl₃).

9.13.5.8 Helio grado cromatográfico.

9.13.5.9 Argón con 5% de metano grado cromatográfico.

9.13.5.10 Agua libre de THM.

Preparar pasando agua desionizada a través de un filtro conteniendo carbón activado o hirviendo agua y purgándola con un gas inerte por una 1 hora manteniendo la temperatura a 90C. Conservar en frascos con tapa de rosca con el interior recubierto de PFTE.

9.13.5.11 Soluciones madre de THM individuales.

Colocar 9,8 mL de metanol en un matraz volumétrico de 10 mL. Dejar en reposo aproximadamente 10 minutos o hasta que todas las paredes humedecidas con el alcohol estén secas. Pesar con una precisión de 0,1 mg. Utilizando una jeringa de 100 L, adicionar inmediatamente de 2-3 gotas del trihalometano y volver a pesar.

Asegurarse que el trihalometano cae directamente en el alcohol sin tener contacto con el cuello del matraz. Diluir al volumen y mezclar. Transferir la solución madre a un recipiente de 15 mL con tapón de rosca y recubierto en su interior con PTFE. Efectuar la misma operación con los cuatro THM en forma individual. Calcular la concentración en g/mL a partir de la diferencia de peso registrada. Las soluciones son estables durante 4 semanas almacenadas a 4°C.

Precaución: Los trihalometanos son tóxicos, preparar las soluciones en una campana de extracción y utilizando la mascarilla apropiada.

9.13.6 Procedimiento.

9.13.6.1 Preparación de las curvas de calibración.

De acuerdo con la concentración calculada para cada solución madre de trihalometano, preparar tres diluciones de cada uno, de tal forma que cubran el intervalo de concentración de las muestras.

9.13.6.2 Extracción de los THM.

9.13.6.2.1 Quitar los émbolos de las jeringas hipodérmicas y sujetar a una válvula tipo Luer.

9.13.6.2.2 Abrir la botella que contiene la muestra. Si ningún agente reductor ha sido adicionado, colocar directamente 1 mg del mismo en el matraz de extracción.

9.13.6.2.3 Con sumo cuidado verter la muestra al depósito de la jeringa. Colocar el émbolo y comprimir la muestra. Abrir la válvula de la jeringa y ventilar algún residuo de aire mientras se ajusta el volumen de muestra a 10 mL. Cerrar la válvula.

9.13.6.2.4 Medir 2 mL de pentano en otro matraz de extracción e inyectar con mucho cuidado la muestra contenida en la jeringa. Tapar y agitar vigorosamente durante 1 minuto. Dejar separar las fases. Centrifugar si es necesario.

9.13.6.2.5 Inyectar la fase orgánica al cromatógrafo.

9.13.6.3 Acondicionamiento del equipo

9.13.6.3.1 Fijar los parámetros cromatográficos indicados en la Tabla No. 2 de acuerdo con el manual de operación y al tipo de columna utilizada:

Tabla No. 2

| Columna | Parámetros | | |
|---------|------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| | Gas acarreador | Flujo del gas acarreador | Temperatura del horno de columna |
| 1 | Argón con 5% de metano | 60 mL/min | 50C |
| 2 | Argón con 5% de metano | 25 mL/min | 67C |

| | | | |
|---|------------------------|-----------|--------------------------|
| 3 | Argón con 5% de metano | 25 mL/min | 45C por 12 minutos y 70C |
| 4 | Helio | 75 mL/min | 5C por 2 minutos y 200C |

9.13.6.3.2 Asimismo fijar los parámetros correspondientes (temperatura y voltaje) para el detector de captura de electrones.

9.13.6.4 Acondicionamiento del método.

9.13.6.4.1 Inyectar 3 L para columna de vidrio y 1 L para columna capilar de cada solución patrón de THM de menor a mayor concentración.

9.13.6.4.2 Obtener los cromatogramas correspondientes.

9.13.6.4.3 Elaborar una curva de calibración para cada trihalometano, graficando el área obtenida del pico para cada solución patrón en función de su concentración (g THM/L).

9.13.6.4.4 Ajustar la curva de calibración obtenida mediante regresión lineal (método de mínimos cuadrados). Calcular la pendiente, el coeficiente de correlación y la ordenada al origen. Obtener la ecuación de la recta.

9.13.6.4.5 Inyectar del mismo modo 3 o 1 L de muestra y blanco de muestras. Obtener los cromatogramas, identificar los picos correspondientes a cada THM en función de su tiempo de retención. Calcular el área del pico.

9.13.6.4.6 En caso de ser necesario diluir las muestras con pentanol, para llevar al intervalo de trabajo (factor de dilución).

Lo anterior puede llevarse a cabo en equipos que se programan directamente en los cuales sólo es necesario leer los patrones y marcar su concentración teórica.

9.13.7 Cálculos

De la ecuación de la recta obtenida:

$$y = mx + b$$

donde:

$y = \text{Área}$ del pico correspondiente a cada THM

$m = \text{Pendiente.}$

x = g/L de cada THM en la muestra.

b = Ordenada al origen.

Despejar x para obtener directamente los g/L de cada THM en la muestra. Multiplicar por el factor de dilución utilizado. Sumar la concentración de los trihalometanos detectados.

En los equipos que pueden programarse, la lectura obtenida es directamente la concentración del compuesto en g/L.

9.13.8 Expresión de resultados.

g/L de trihalometanos totales

10. Etiquetado

10.1 La información comercial: marca, denominación, declaración de contenido, nombre y domicilio del fabricante o importador y país de origen deben cumplir con lo establecido en los ordenamientos legales aplicables, expedidos por la Secretaría de Economía.

10.2 La información sanitaria que debe figurar en la etiqueta de los productos preenvasados objeto de esta Norma, así como en los envases que pongan las empresas a disposición del consumidor, debe sujetarse a lo siguiente:

10.2.1 Generales.

10.2.1.1 La información contenida en las etiquetas debe presentarse y describirse en forma clara, veraz, ser comprobable y no debe inducir a error al consumidor.

10.2.1.2 Las etiquetas que ostenten los productos envasados deben fijarse de manera tal que permanezcan disponibles hasta el momento de su uso y consumo en condiciones normales, y deben aplicarse por cada unidad, envase múltiple o colectivo, con caracteres claros, visibles, indelebles y en colores contrastantes, fáciles de leer por el consumidor en circunstancias normales de compra y uso.

10.2.1.3 Los productos destinados a ser comercializados en el mercado nacional, deben ostentar una etiqueta con la información a que se refiere esta Norma en idioma español, independientemente de que también pueda estar en otros idiomas, cuidando de que los caracteres sean al menos iguales

en tamaño, igualmente ostensibles y colores idénticos o similares a aquellos en los que se presente la información en otros idiomas.

10.2.1.4 Cuando en las etiquetas se declaren u ostenten en forma escrita, gráfica o descriptiva que los productos están recomendados, respaldados o aceptados por centros de investigación, asociaciones, entre otros, los cuales deberán contar con reconocimientos nacional o internacional de su experiencia y estar calificados para dar opinión sobre la información declarada. Se deberá contar con el sustento técnico respectivo, el que estará a la disposición de la Secretaría en el momento que lo solicite. Dichas declaraciones deben sujetarse a lo siguiente:

La leyenda debe describir claramente la característica referida, estar precedida por el símbolo o nombre del organismo y figurar con caracteres claros y fácilmente legibles.

10.2.2 Específicas.

En el caso de que el producto haya sido objeto de algún tipo de tratamiento, se puede indicar el nombre de éste.

10.2.2.1 Lista de ingredientes.

10.2.2.1.1 En la etiqueta de los productos debe figurar la lista de ingredientes, la cual puede eximirse cuando se trate de productos de un solo ingrediente.

10.2.2.1.2 La lista de ingredientes debe ir encabezada o precedida por el término "ingredientes".

10.2.2.1.3 En la lista de ingredientes debe emplearse el nombre específico de los mismos.

10.2.2.1.4 En el caso del anhídrido carbónico, éste debe reportarse con el nombre común o los sinónimos establecidos en el Acuerdo y sus modificaciones.

10.2.2.2 Instrucciones para el uso, conservación o preparación.

10.2.2.2.1 En cada unidad deben aparecer las siguientes leyendas precautorias: "No se consuma si el sello o banda de garantía se encuentra roto, violado o deteriorado", u otra

equivalente. Se exceptúa de esta disposición a los productos que utilicen tapas inviolables.

10.2.2.2.2 En el caso del hielo, no debe presentarse información que afirme o sugiera una asociación entre el consumo de este producto y el de bebidas alcohólicas.

10.2.2.3 Información nutrimental.

10.2.2.3.1 La declaración nutrimental en la etiqueta es voluntaria, sólo es obligatoria cuando se realice la declaración de alguna propiedad nutrimental, habiéndolo hecho voluntariamente o en cumplimiento de otros ordenamientos legales.

10.2.2.3.2 Cuando se incluya la declaración nutrimental, es obligatorio declarar lo siguiente:

- a) Contenido energético;
- b) Las cantidades de proteínas, carbohidratos (hidratos de carbono) disponibles y las grasas (lípidos);
- c) La cantidad de sodio;

10.2.2.3.3 No se podrán declarar los nutrimentos que de manera natural provea el producto, a excepción de los mencionados en los incisos a, b y c.

10.2.2.3.4 En las bebidas que ostenten la leyenda “bajas en sales” se debe establecer en la etiqueta qué minerales son los que se encuentran en bajas concentraciones y cuáles son los valores de referencia.

10.2.2.4 Presentación de la información nutrimental.

10.2.2.4.1 La declaración nutrimental debe hacerse en las unidades métricas que correspondan y en orden descendente conforme al aporte de nutrimentos del producto. La declaración debe hacerse por 100 gramos o por envase, si éste contiene sólo una porción.

10.2.2.4.2 La declaración sobre el contenido energético, debe expresarse en kJ, de manera adicional, podrá declararse en kcal.

10.2.2.4.3 La declaración sobre la cantidad de proteínas, carbohidratos (hidratos de carbono) y grasas (lípidos), debe expresarse en g.

10.2.2.4.4 La declaración sobre sodio debe expresarse en mg.

10.2.2.4.5 Cuando la declaración numérica sobre vitaminas, minerales y electrolitos se haga en porcentaje de la ingestión diaria recomendada (IDR), debe emplearse únicamente la tabla de recomendaciones ponderadas establecida en el Apéndice normativo B de la NOM-086-SSA1-1994, señalada en el apartado de referencias.

10.2.2.4.6 Los valores de composición bromatológica que figuren en la declaración de nutrimentos del producto, deben ser valores medios ponderados derivados de análisis, bases de datos o tablas reconocidas internacionalmente.

10.2.2.5 Información complementaria.

10.2.2.5.1 A la denominación.

Los productos objeto de esta Norma, deben ostentar junto a la denominación, con el mismo tipo y tamaño de letra la siguiente información:

10.2.2.5.1.1 La modificación nutrimental que lo caracterice, de conformidad con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994. Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.

10.2.2.5.2 En el caso de que el producto haya sido objeto de algún tipo de tratamiento, se puede indicar el nombre de éste.

10.2.2.6 Lote.

10.2.2.6.1 En el caso de los productos envasados, cada unidad debe llevar grabada o marcada de cualquier modo la identificación del lote al que pertenece, la cual debe permitir la rastreabilidad del producto, estar relacionada con la fecha de elaboración y colocarse en cualquier parte del envase. dicho dato no debe ser alterado u ocultarse en forma alguna.

10.2.2.6.2 Cuando se identifique con el formato de fecha, debe anteponerse la palabra "Lote".

10.2.2.7 Declaración de propiedades sin significado.

No se permite lo siguiente:

10.2.2.7.1 Declaraciones de propiedades sobre la utilidad de un producto para prevenir, tratar o curar una enfermedad, trastorno o estado fisiológico.

10.2.2.7.2 Declaraciones de propiedades que pueden suscitar dudas sobre la inocuidad de los productos similares o causar, infundir, propiciar o explotar el miedo al consumidor y utilizarlo con fines comerciales.

10.2.2.7.3 Declaraciones que indiquen que el producto ha adquirido un valor nutrimental especial o superior gracias a la adición de nutrimentos.

10.2.2.8 Especificaciones para productos a granel.

10.2.2.8.1 En caso de que la compañía ponga envases a disposición del consumidor, las etiquetas deben cumplir con lo señalado en los puntos anteriores, excepto con la identificación de lote.

10.2.2.9 Envases múltiples o colectivos.

10.2.2.9.1 Cuando los productos objeto de este ordenamiento se encuentren en un envase múltiple o colectivo para su venta al consumidor, éste debe contar con la información que se refiere la presente Norma Oficial Mexicana, en tanto que los envases individuales deben ostentar en sus etiquetas la misma información o sólo la indicación de lote y la leyenda "No etiquetado para su venta individual".

10.2.2.9.2 Cuando el envase esté cubierto por una envoltura, debe figurar en ésta toda la información necesaria, excepto en los casos en que la etiqueta aplicada al envase pueda leerse fácilmente a través de la envoltura exterior.

11. Envase y embalaje

11.1 En el caso de producto envasado o cuando la empresa ponga los envases para la venta a granel a disposición del consumidor éstos deben:

11.1.1 Ser fabricados de material sanitario, inocuo, resistente y que no reaccionen con el producto o alteren sus características físicas o químicas. Sólo podrán ser utilizados para envasar los productos objeto de esta Norma.

12. Concordancia con normas internacionales y mexicanas

Esta Norma no es equivalente a ninguna norma internacional y es equivalente parcialmente con la NMX-F600-NORMEX-1996, Agua mineral natural.

13. Bibliografía

13.1 Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. 1992. Ley Federal sobre Metrología y Normalización. México, D.F.

13.2 Secretaría de Salud. 1991. Ley General de Salud. México, D.F.

13.3 Secretaría de Salud. 1988. Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios. México, D.F.

13.4 Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana 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 humano. **Diario Oficial de la Federación**. 12 de agosto de 1994. México, D.F. pp. 11-13.

13.5 Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. 1981. NORMA-Z-013/02, Guía para la Redacción, Estructuración y Presentación de las Normas Oficiales Mexicanas. México, D.F.

13.6 Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. NORMA-008-SCFI-1993. Sistema General de Unidades de Medida. México, D.F.

13.7 American Public Health Association 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, United States of America, Washington, D.C., 18 th Edition.

13.8 Arana, R. 1972: Osmosis inversa y su aplicación en alimentos y potabilización del agua. Tecnología de alimentos. Enero-febrero: 6-11.

13.9 Boudene, Cl. 1990: Toxicidad de los metales, en Deraché, R.: Toxicología y seguridad de los alimentos. Omega, Barcelona, España. p. 143-148.

13.10 Codex Alimentarius. 1995: Proyecto de código de prácticas para el agua embotellada. 28a. reunión del Comité del Codex sobre higiene de alimentos CX/FH 95/11, Washington, D.C. pp. 1-5.

13.11 Codex Alimentarius. 1998: General standard for contaminants and toxins in foods. Annex IVB, Waningen, The Netherlands.

13.12 Comité Técnico de Normalización. 1996: Norma Mexicana F-600-1996. NORMEX. Agua mineral natural. NORMEX, Tlalnepantla, México pp. 9.

13.13 Deraché, R. 1990: Toxicología y seguridad de los alimentos. Omega, Barcelona, España. pp. 361-369.

13.14 Edberg, S.C.: 1996 Assessing health risks in drinking water from naturally occurring microbes. J. Environ. Health 58(6): 18-24.

13.15 González, R.J.; E. Zárate. 1994: Análisis de riesgos, identificación y control de puntos críticos en la elaboración de agua purificada y hielo. Tesis licenciatura. Facultad de Química. UNAM, México, D.F.

13.16 Informe preliminar de la Comisión para la potabilización del agua de consumo humano en comunidades rurales mediante yodación. Guanajuato, Gto., junio de 1997.

13.17 Jay, J.M. 1992: Microbiología moderna de los alimentos. De. Acribia Zaragoza, España. pp. 23-30, 485-534.

13.18 International Bottled Water Association. 1998: Model bottled water regulation. Alexandria, Va., USA. p. 24.

13.19 Ordóñez, A.G. 1995: Subproductos de la desinfección química de interés para la salud. en Comisión Nacional del

Agua: Seminario sobre desinfección del agua, México, D.F. junio 12-16.

13.20 Osmonics, Inc. 1991: Pure water handbook. Osmonics, Minnesota, USA p. 119.

13.21 Portals Water Treatment. 1990: Reverse osmosis. Portals water treatment. Inc. Middlesex, England.

13.22 Unión Europea, 1980: Directiva del Consejo. Relativa a la aproximación de los Estados miembros sobre explotación y comercialización de aguas minerales naturales. Diario Oficial de las Comunidades Europeas No. 229/1, marzo 30.

13.23 United States Department of Health and Human Services. 1982: Diseases transmitted by foods. C.D.C., Atlanta, Ga., USA p. 95.

13.24 United States Department of Health and Human Services: Beverages: bottled water. 21CFR part 165 (Docket 98N-0294). Food and Drug Administration, Washington, D.C. pp. 1-13.

13.25 United States Environmental Protection Agency. 1991: Silver. U.S. Department of Commerce. National Technical Information Service, Springfield, Va, USA p. 24.

13.26 World Health Organization. 1996: Guidelines for drinking water quality. Vol. 2, Geneva, Switzerland pp. 119-388.

13.27 Zarco G.E. 1993: Manual de aplicación del análisis de riesgos, identificación y control de puntos críticos. Secretaría de Salud, México, D.F. p. 49.

14. Observancia de la Norma

La vigilancia en el cumplimiento de la presente Norma corresponde a la Secretaría de Salud.

15. Vigencia

15.1 La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor en todos los apartados a los 60 días posteriores a la fecha de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**, excepto el apartado de etiquetado que entrará en vigor a los 120 días.

15.2 La presente Norma Oficial Mexicana suple a las siguientes normas oficiales mexicanas:

NOM-041-SSA1-1993. Bienes y Servicios. Agua purificada envasada. Especificaciones sanitarias.

NOM-042-SSA1-1993. Bienes y Servicios. Hielo potable y hielo purificado. Especificaciones sanitarias.

NOM-160-SSA1-1995. Bienes y Servicios. Buenas prácticas para la producción y venta de agua purificada.

México, D.F., a 1 de agosto de 2002.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, **Ernesto Enríquez Rubio**.- Rúbrica.