

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a figure of a man in a cap and robe, possibly a saint or scholar, holding a book. Above the shield is a crown with a cross on top. To the left and right of the shield are two castles. The shield is supported by two lions. The entire emblem is surrounded by a circular border containing the Latin text "CETTERA CARBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER".

**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO Y FÍSICOQUÍMICO DEL AGUA PURA
QUE SE EXPENDE EN DOS ZONAS DE LA CIUDAD CAPITAL DE
GUATEMALA**

Paola Ana Antonia Manes Artola

David Sarg Folgar

QUÍMICOS BIÓLOGOS

Guatemala, Noviembre de 2016

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a large, circular emblem in the background. It features a central figure of a man in a cap and robe, surrounded by various symbols including a crown, a lion, a castle, and a cross. The Latin motto "CETERA QUAE SUB CONSPICUA CAROLINA ACADIVIA COACTEMALITENSIS INTER" is inscribed around the perimeter of the seal.

**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO Y FÍSICOQUÍMICO DEL AGUA PURA
QUE SE EXPENDE EN DOS ZONAS DE LA CIUDAD CAPITAL DE
GUATEMALA**

Seminario de Investigación

Presentado por

Paola Ana Antonia Manes Artola

David Sarg Folgar

Para optar al título de
QUÍMICOS BIÓLOGOS

Guatemala, Noviembre de 2016

JUNTA DIRECTIVA

Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda	Decano
Licda. Elsa Julieta Salazar Meléndez de Ariza, M.A.	Secretaria
MSc. Miriam Carolina Guzmán Quilo	Vocal I
Dr. Juan Francisco Pérez Sabino	Vocal II
Lic. Carlos Manuel Maldonado Aguilera	Vocal III
Br. Andreina Delia Irene López Hernández	Vocal IV
Br. Carol Andrea Betancourt Herrera	Vocal V

AGRADECIMIENTOS

A Dios. Por estar a nuestro lado todos los días de nuestra vida bendiciéndonos y permitirnos culminar nuestros estudios satisfactoriamente.

A nuestros padres. Ana Maria Artola, Dr. Carlos Antonio Manes, Carmen Folgar y Rudy Sarg. Por su apoyo moral, económico y espiritual, que incitó a buscar el éxito.

A nuestros familiares y amigos cercanos. Por su apoyo y buenos deseos, en especial a Dulce Melissa Betancourth Manes (+)

A nuestros hermanos. Tono, Karla, Carlos, José, Paolo Manes; Yasmin y Lisseth Sarg, por estar allí y darnos una mano siempre.

A nuestras parejas. Irvin Betancourth y Florecita Zelada y sus familias, por el amor, la paciencia, el apoyo, consejos, e incluso por los sacrificios que realizaron junto a nosotros.

Al Laboratorio de Referencia “Análisis y Servicios Industriales S.A.” (ANALISA) y Grupo INVE. Por permitirnos utilizar sus instalaciones y equipo para realizar el presente estudio.

A nuestro asesor. MSc. Martin Gil por haber compartido sus conocimientos, por los esfuerzos realizados y el tiempo utilizado para llevar a cabo el estudio.

A nuestras revisoras. MSc. Karin Herrera y MA. Keyla Guerrero por las valiosas correcciones y orientaciones pertinentes en éste estudio.

A nuestra casa de estudios. La tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala y la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia y sus profesores por acogernos y formarnos académicamente.

ÍNDICE

1	Resumen	4
2	Introducción	6
3	Antecedentes	7
3.1	Generalidades del agua	7
3.1.1	Agua	7
3.1.2	Agua para consumo humano	7
3.1.3	Agua envasada para consumo humano	8
3.1.3.1	Características físicas y organolépticas del agua envasada	9
3.1.3.2	Características químicas del agua envasada	9
3.1.3.3	Características microbiológicas del agua envasada	9
3.1.3.4	Características radiológicas del agua envasada	10
3.2	Procesos y métodos de purificación del agua	10
3.2.1	Proceso de remoción de sólidos	10
3.2.2	Proceso de intercambio de gases	11
3.2.3	Proceso de desinfección	12
3.2.3.1	Aplicación de cloro	12
3.2.3.2	Aplicación de ozono	12
3.2.3.3	Aplicación de radiación ultravioleta	13
3.3	Proceso de envasado y mantenimiento	13
3.3.1	Lavado de garrafón	13
3.3.2	Llenado de garrafón	14
3.3.3	Desinfección del tapón	14
3.3.4	Colocación del sello de garantía	15
3.4	Parámetros fisicoquímicos del agua	15
3.5	Microorganismos presentes en el agua	18
3.6	Métodos de detección de microorganismos	20
3.6.1	Cuantificación de coliformes totales y fecales por el método del número más probable según la técnica de tubos múltiples de fermentación	20
3.6.2	Método de vertido en placa	21

4	Hipótesis	23
5	Justificación	24
6	Objetivos	25
7	Materiales y métodos	26
8	Resultados	39
9	Discusión de Resultados	51
10	Conclusiones	55
11	Recomendaciones	56
12	Referencias Bibliográficas	57
13	Anexos	59

1. RESUMEN

El agua para consumo humano es aquella que es distribuida por medio de un servicio de abastecimiento destinada para su ingestión, preparación de alimentos, higiene personal y domiciliar, por tal razón debe de ser inocua y no ocasionar algún riesgo significativo a la salud del consumidor.

Este tipo de agua debe ser sometida a métodos o procesos de purificación tales como remoción de sólidos, intercambio de gases y desinfección, con el fin de cumplir las normas sanitarias encargadas de la evaluación del agua para consumo humano. Por este motivo este tipo de aguas deben ser analizadas de manera física, química y microbiológicamente utilizando como referencia principal la norma COGUANOR 29005:99.

El presente trabajo de seminario tuvo como objetivo principal analizar microbiológica y fisicoquímicamente el agua pura que se expende en dos zonas de la ciudad capital para verificar si cumplen o no los límites permisibles de la norma COGUANOR 29005:99.

Para ello se tomaron como referencia 15 expendios de la zona 5 y 12 expendios de la zona 18 debido que son zonas con mucha población y comercialización, al realizar los análisis respectivos se pudo establecer que la mayoría de los expendios cumplían con los parámetros de la norma COGUANOR 29005:99, por lo que el agua que se comercializa se considera apta para el consumo humano sin ocasionarle efectos perjudiciales a la salud.

Los resultados se obtuvieron durante el periodo Junio – Agosto del 2015 en el cual se analizaron 27 muestras por duplicado para ser un total de 54 muestras analizadas, de las cuales 8 muestras mostraron resultados fuera de los límites estipulados en la norma COGUANOR 29005:99, por lo que no son aptas para el consumidor.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede concluir que el agua que comercializan los 27 expendios evaluados es apta para el consumo humano a excepción de los expendios P08-18 y p13-05 debido a que los resultados obtenidos no cumplen con lo establecido con la norma COGUANOR 29005:99.

2. INTRODUCCIÓN

El presente informe describe los objetivos, el plan y el desarrollo de la investigación llevada a cabo en diferentes expendios de agua pura, ubicados en la zona 5 y zona 18 de esta capital del departamento de Guatemala. Con esta investigación se evaluó el grado de contaminación microbiológica y parámetros fisicoquímicos del agua expendida en dichas zonas, que se consideran dañinas la salud de los consumidores, con la finalidad de establecer si dichos comercios cumplen con los requerimientos mínimos para poder ofrecer agua pura en condiciones aptas para el consumo humano.

El estudio determinó la presencia o ausencia de microorganismos indicadores de contaminación en agua pura y también los parámetros fisicoquímicos básicos para evaluar el cumplimiento de los rangos permitidos en los permisos sanitarios evaluados por las normas COGUANOR 29005:99.

La investigación consistió básicamente, en recolectar muestras del agua pura en los expendios, sin ninguna variación en su forma de venta, es decir tal cual como cualquier consumidor la obtiene en el lugar, y luego se analizó microbiológica y fisicoquímicamente en un laboratorio. Dicho estudio demostró que la mayoría de expendios tanto de la zona 5 como la zona 18, cumplen los parámetros analizados y que la calidad del agua pura que expenden es apta para el consumo humano, siendo esta una alternativa para la población compra agua para beber que, a diferencia de ciertas marcas reconocidas, los expendios la ofrecen a un menor precio, lo que repercute en la economía familiar.

El tema del agua en general es de suma importancia para la población, sin embargo, debido a que en los últimos años este tipo de expendios se ha hecho popular y cada vez más común en las esquinas de barrios y colonias, es necesario que se hagan estudios cada vez más profundos incluyendo fuentes primarias, los diferentes métodos de purificación y desinfección de los expendios los cuales no fueron evaluados en el presente estudio.

3. ANTECEDENTES

3.1. Generalidades del agua

3.1.1. Agua

El agua de consumo inocua, según lo indica la Organización Mundial de la Salud, no debe ocasionar algún riesgo significativo para la salud cuando se consume durante toda una vida, teniendo en cuenta las diferentes vulnerabilidades que pueden presentar las personas en las distintas etapas de su vida. Las personas que presentan mayor riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua son los lactantes y los niños de corta edad, las personas debilitadas o que viven en condiciones antihigiénicas y los ancianos. El abastecimiento confiable de agua de bebida buena y segura es fundamental para la salud de la comunidad y para su desarrollo económico (Organización Mundial de la Salud, 2004).

La provisión de agua segura requiere una comprensión integral de los riesgos de la contaminación y del control efectivo de tales riesgos. También requiere la puesta en vigor de estándares de calidad sólidos y la implementación de sistemas para verificar la seguridad del agua, los que deberán ser transparentes. El abastecimiento de agua de bebida segura exige la participación de todas las partes involucradas (Organización Mundial de la Salud, 2004).

3.1.2. Agua para consumo humano

Es el agua que por sus características de origen o por el tratamiento que ha sido sometida cumple con los requisitos de la norma Agua Envasada para Consumo Humano (Norma COGUANOR 29005:99).

Para mayor especificidad es aquella que es distribuida por medios de un servicio de abastecimiento, destinada para su ingestión, preparación de alimentos, higiene personal y domiciliar. En toda la extensión del país, se expende agua para consumo, la cual debe estar desinfectada es decir haber sido sometida por el proceso de purificación, por medio del cual se reduce la concentración de

organismos patógenos, hasta un nivel de inocuidad, que no le cause daño al consumidor (Acuerdo Gubernativo 113-2009, art. 4).

El agua debe ser analizada física, química y microbiológicamente de manera semestral; así asegurar que tiene y conserva su aptitud sanitaria para ser objeto de tratamiento y, de manera que pueda satisfacer las normas y especificaciones de potabilidad vigentes (Acuerdo Gubernativo 113-2009, art. 5).

3.1.3. Agua envasada para consumo humano

Antes de utilizar un agua con fines de envasado para consumo humano, deberá establecerse su composición química y su inocuidad microbiológica durante un periodo apropiado y así tener en cuenta las variaciones que puedan producirse, además, deben adaptarse dentro de los perímetros de protección, todas las medidas posibles para evitar toda contaminación o influencia externa que afecte a la calidad química y física del agua a ser utilizada para consumo humano (Guatemala. Ministerio de Salud. Dirección General de Regulación, Vigilancia y Control de la salud).

Entonces se puede definir que el agua envasada o como se denomina en Guatemala agua pura, es aquella la cual cumple con los límites permisibles al someterse a un tratamiento de purificación, el cual puede ser, químico, físico o biológico, mediante el cual sustancias objetables son removidas o transformadas en sustancias inocuas y así lograr los estándares requeridos que generalmente son más estrictos que los del agua potable normal (Norma COGUANOR 29005:99).

El agua envasada y comercializada con destino al consumo humano, puede contener minerales que se hallan presentes naturalmente o que se agregan intencionalmente; puede contener dióxido de carbono por encontrarse naturalmente o porque se agrega intencionalmente, pero no azúcares, edulcorantes, aromatizantes u otras sustancias alimentarias (NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 3525 2012).

Las características y el tratamiento del agua envasada proveniente de una fuente que ha sido sometida a tratamiento que la hacen apta para el consumo humano debe cumplir con los requisitos, físicos, químicos y microbiológicos para su aceptación (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater).

3.1.3.1. Características físicas y organolépticas del agua envasada

Son características relacionadas con el aspecto físico del agua que deben cumplir los requisitos necesarios para no afectar al consumidor entre ellas se destaca: sabor, color, olor, turbiedad, sólidos disueltos, potencial de hidrogeno (pH) (Norma Técnica Colombiana NTC 3525).

3.1.3.2. Características químicas del agua envasada

Están relacionadas con la concentración de elementos inorgánicos con un significado para la salud bastante extenso, cabe resaltar algunos de los elementos evaluados en este análisis se deben encontrar en concentraciones igual o menores a 0.1 mg/L, como lo son el arsénico, cianuro, cloro, nitrato, entre otros compuestos clasificados como contaminantes secundarios del agua para beber como son cloruro, cobre, hierro, manganeso, sulfato y cinc, los cuales pueden tener implicaciones estéticas, no relacionadas con la salud del consumidor según la Norma COGUANOR 29005:99 (Anexo 1).

Hay que tener en cuenta que para este tipo de agua existen límites en la concentración de sustancias orgánicas biocidas donde destacan: compuestos fenólicos, carbofurano, heptacloro, metoxicloro, entre otras sustancias orgánicas volátiles como el benceno, cloruro de vinilo, etilbenceno, tetracloroetileno, tolueno y xileno (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater).

3.1.3.3. Características microbiológicas del agua envasada

El agua envasada para consumo humano debe cumplir con las características bacteriológicas que incluyan un recuento aeróbico total <200 UFC/mL determinado

a través del método de vaciado en placa o filtración por membrana. Además, se deben evaluar el recuento de coliformes totales, ya sea por el método ausencia presencia, donde deben estar ausentes, filtración por membrana cuyo recuento debe ser 0 UFC/mL, o por el método de fermentación de tubos múltiples en cual el debe tener un rango de <1.1 NMP (numero más probable) utilizando 10 tubos de 10 mL ó 5 de 20 mL según la Norma COGUANOR 29005:99 (Anexo 1).

3.1.3.4. Características radiológicas del agua envasada

Se ha comprobado, en estudios realizados tanto con seres humanos como con animales, que la exposición a dosis bajas y moderadas de radiación puede aumentar la incidencia de cáncer a largo plazo, debido a esto la Norma COGUANOR 29005 establece una magnitud de radioactividad alfa de 0.1 Bq/L (bequerel/litro) y radioactividad beta de 1.0 Bq/L.

3.2. Procesos y métodos de purificación del agua

Esta sección se refiere a los métodos que existen para purificar el agua y que pueda ser consumida por el hombre. El Acuerdo Ministerial No. 1148-09, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala, establece en el manual de normas sanitarias los procesos y métodos de purificación de agua para consumo humano siendo éstos:

- Remoción de sólidos
- Intercambio de gases
- Desinfección

3.2.1. Proceso de remoción de sólidos

Consiste en la extracción de todas aquellas sustancias sólidas, disueltas o no, que interfieren con otros procesos y métodos de purificación que alteran la calidad sanitaria y estética del agua.

Se establecen como métodos aplicables para los procesos de remoción de sólidos, los siguientes:

- Remoción de sólidos gruesos

- Desarenado
- Flotación
- Coagulación y floculación
- Sedimentación
- Filtración

El más empleado de los mencionados anteriormente es el proceso de filtración debido a que contiene un filtro de carbón donde el agua pasa a través de columnas con carbón activado. El carbón activado ha sido seleccionado considerando las características fisicoquímicas del agua, obteniendo eficiencia en la eliminación de cloro, sabores, olores característicos del agua sin purificar, y una gran variedad de contaminantes químicos orgánicos categorizados como productos químicos dañinos de origen "moderno", tales como: pesticidas, herbicidas, metilato de mercurio e hidrocarburos clorados (Acuerdo Ministerial No. 1148- 2009, art. 6 - 7).

Otro método es el de filtro de arenas, la función de este filtro es detener las impurezas grandes (sólidos hasta 30 micras) que trae el agua al momento de pasar por las camas de arena y quitarle lo turbio al agua; estos filtros se regeneran periódicamente dándoles un lavado a presión para ir desalojando las impurezas retenidas al momento de estar filtrando (Acuerdo Ministerial No. 1148- 2009, art. 14).

Además, se aplica un filtro de luz ultravioleta que funciona como un germicida, ya que anula la vida de las bacterias, virus, algas y esporas que vienen en el agua; mediante la luz ultravioleta, los microorganismos no pueden proliferar ya que mueren al contacto con la luz (Acuerdo Ministerial No. 1148- 2009, art. 14).

3.2.2. Proceso de intercambio de gases

Consiste en la extracción o adición de gases al agua sometida a tratamiento. Se establece la aireación como método para el proceso de intercambio de gases. Este método se debe aplicar para restituir oxígeno al agua para provoca la oxidación de sustancias químicas presentes, como el hierro y magnesio, previamente a la

aplicación de otros procesos y métodos de purificación, como la coagulación y floculación (Acuerdo Ministerial No. 1148- 2009, art. 15).

3.2.3. Proceso de desinfección

Proceso en el cual se eliminan los microorganismos patógenos contenidos en el agua pura por medio de métodos establecidos por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (Acuerdo Gubernativo 178-2009, art. 7).

Todos los expendios y abastecimientos de agua envasada para consumo humano deben aplicar los siguientes métodos:

- Aplicación de cloro o sus derivados
- Aplicación de ozono
- Aplicación de radiación ultravioleta

3.2.3.1. Aplicación de cloro

La desinfección por el método de aplicación de cloro o sus derivados se debe aplicar, sin excepción alguna, en todos los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano (Acuerdo ministerial No. 1148-2009, art.18).

Previo a su aplicación se debe verificar que el agua tenga un valor de potencial de hidrógeno entre 6.5 y 8.5 unidades, así como un valor de turbiedad menor 15.0 NTU. La cantidad de cloro o sus derivados que se adicione al agua debe ser tal que se produzca una concentración residual de cloro libre no menor 0.5 mg/L de agua en el punto más alejado de la red de distribución, respecto del punto de aplicación del cloro. En el caso de cloración debe cumplir con una concentración de Cloro residual o libre de 0.1 mg/L (Acuerdo ministerial No. 1148-2009, art.18).

3.2.3.2. Aplicación de ozono

El método de aplicación de ozono se debe utilizar como una opción complementaria para la desinfección de agua pura pero nunca como sustituto del método de aplicación de cloro o sus derivados, ya que el efecto residual del ozono

es casi despreciable. Previo a la aplicación de ozono se debe reducir previamente la turbiedad del agua, por medio del método de filtración. La concentración indicada que debe cumplir está entre 0.2 a 0.5 mg/L. (Acuerdo ministerial No. 1148-2009, art.19).

3.2.3.3. Aplicación de radiación ultravioleta

El método de radiación ultravioleta se debe utilizar como una opción complementaria para la destrucción de patógenos presentes en el agua para consumo humano, pero nunca como sustituto del método de aplicación de cloro o sus derivados, ya que no cuenta con efecto residual. Para su aplicación se deben tomar en consideración los niveles esperados de patógenos, sólidos en suspensión y otros factores que inciden en la absorción de la luz ultravioleta, así como los caudales promedio y máximo que determinan el tiempo de retención debiéndose reducir previamente la turbiedad del agua por medio del método de filtración (Acuerdo ministerial No. 1148-2009, art.20).

3.3. Proceso de envasado y mantenimiento

Esta sección describe el proceso a seguir para envasar agua de consumo humano, según las disposiciones del código internacional recomendado de prácticas Principios generales de higiene de los alimentos Rev. 3-1997 y el Código de prácticas de higiene para las aguas potables embotelladas/envasadas (distintas de las aguas minerales naturales) CAC/RCP 48 – 2001.

3.3.1. Lavado de garrafón

Para el proceso de lavado de garrafón existen máquinas semiautomáticas, que generalmente su capacidad estándar de almacenaje de agua es de 19 litros, éste cuenta con un depósito de agua con una solución de jabón biodegradable especial para el lavado del garrafón.

El lavado se realiza en dos etapas:

- Desinfección utilizando una solución biodegradable
- Esta desinfección es seguida de dos etapas de enjuague con agua filtrada. Los envases son lavados tanto interior como exteriormente.

El lavado y desinfección de los recipientes reutilizados y, cuando sea necesario, de otros recipientes, deberá efectuarse con un sistema apropiado, y luego se colocarán en la planta de elaboración para reducir al mínimo la contaminación después la desinfección y antes de llenarlos y cerrarlos herméticamente. Es posible que los recipientes desechables estén listos para su utilización sin necesidad de lavarlos y desinfectarlos previamente. Se determina si ése es el caso y, de no ser así, se procede con el mismo cuidado que con los recipientes reutilizables (Código de prácticas de higiene para las aguas potables embotelladas/envasadas distintas de las aguas minerales naturales CAC/RCP 48-2001).

3.3.2. Llenado del garrafón

Una vez realizada la desinfección del garrafón, éste es enviado a la máquina de llenado. El llenado de garrafón es manual, cuenta con válvulas de PVC y existen en diferentes capacidades de producción.

3.3.3. Desinfección del tapón

Todas las tapas de los envases deben ser desinfectadas antes de ser colocadas en el garrafón, esta operación es realizada en forma manual y cabe mencionar que estos procesos requieren de un estricto control de normas de higiene con lo que se minimiza el riesgo de contaminación.

La forma de colocar el tapón en la mayoría de industrias se realiza de forma manual, el tapón es depositado en el orificio del garrafón, el cual es presionado manualmente para el tapado del garrafón. Las operaciones de embotellado (es decir, el llenado y cierre de los recipientes) deberán efectuarse utilizando procedimientos

que ofrezcan protección contra la contaminación. Entre las medidas de control aplicables figura la utilización de una zona cerrada y de un recinto cerrado para realizar las operaciones de embotellado, separándolas de las demás operaciones que tienen lugar en la planta de elaboración como protección contra la contaminación. Deberá controlarse y vigilarse la presencia de polvo, suciedad, microorganismos en el aire y condensación (Código de prácticas de higiene para las aguas potables embotelladas/envasadas (distintas de las aguas minerales naturales CAC/RCP 48-2001).

3.3.4. Colocación del sello de garantía

El sello es colocado en forma manual antes de ser sellado con la pistola térmica, el cual al momento de pasar el garrafón con su sello se contrae y queda el garrafón con su sello de seguridad. Se colocan los garrafones en estanterías de metal y se almacenan en una bodega de producto terminado.

Los procesos mencionados anteriormente deben de cumplir con la Norma sanitaria para la autorización y control de fábricas envasadoras de agua para consumo humano No. 002- 2003, en lo que refiere que todo el material debe ser apropiado para el producto que ha de envasarse y para las condiciones previstas de almacenamiento y no debe transmitir al producto sustancias objetables en medida que exceda de los límites aceptables para el organismo oficial competente. El material de envase debe ser satisfactorio y conferir una protección apropiada contra la contaminación (Guatemala. Ministerio de Salud. Dirección General de Regulación, Vigilancia y Control de la salud).

3.4. Parámetros fisicoquímicos del agua

3.4.1. Determinación de turbiedad

La turbiedad es originada por las partículas en suspensión o coloides (arcillas, limo, tierra finamente dividida, etcétera), que forman los sistemas coloidales; es decir, aquellas que, por su tamaño, se encuentran suspendidas y reducen la

transparencia del agua en menor o mayor grado. La medición de la turbiedad se realiza mediante un turbidímetro nefelómetro. Las unidades utilizadas son, por lo general, unidades nefelométricas de turbiedad (UNT), el valor máximo admisible es de < 0.5 UNT (American Public Health Association, 2012).

Los estándares internos de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) establecen que las aguas de consumo humano deben tener preferentemente una UNT y en ningún caso más de 5 UNT.

Las Guías de Calidad para Agua de Bebida del Canadá y las Guías de Calidad para Aguas de Consumo Humano de la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomiendan como valor guía 5 UNT. La OMS indica, sin embargo, que, para una desinfección eficiente, el agua filtrada debería tener una turbiedad promedio de ≤ 1 UNT (NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 3525).

En Guatemala el agua filtrada debe tener una turbiedad de ≤ 5 UNT para ser considerada apta para el consumo humano (Norma COGUANOR 29005:99).

3.4.2 Determinación de sólidos disueltos totales

3.4.2.1. Sólidos disueltos o residuos disueltos

Se denomina sólidos disueltos a aquellos residuos que se obtienen como materia remanente luego de evaporar y secar una muestra de agua a una temperatura dada. Según el tipo de asociación con el agua, los sólidos pueden encontrarse suspendidos o disueltos estos deben ser expresados en mg/L (NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 3525).

3.4.2.2. Sólidos en suspensión

La determinación de los sólidos totales permite estimar los contenidos de materias disueltas y suspendidas presentes en una muestra de agua, pero el resultado está condicionado por la temperatura y la duración de la desecación. Su

determinación se basa en una medición cuantitativa del incremento de peso que experimenta en una cápsula previamente tarada tras la evaporación de una muestra y secado a una temperatura constante de 103 a 105°C (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater).

3.4.2.3. Sólidos volátiles y fijos

Los sólidos volátiles son aquellos que se pierden por calcinación a 550°C, mientras que el material remanente se define como sólidos fijos.

- La mayor parte de los sólidos volátiles corresponden a material orgánico.
- Los sólidos fijos corresponden, más bien, a material inorgánico.

La Norma COGUANOR 29005:99 establece que el límite máximo permisible del agua envasada para consumo humano o agua pura es de < 500 mg/L (Anexo 1).

3.4.3 Determinación de color

El color puede ser expresado como el color "aparente" o "verdadero". El color aparente es aquel que contiene todo el material en suspensión antes que pase por el proceso de filtración, al terminar el proceso se puede determinar el color verdadero el cual ya no debe contener material en suspensión (HACH, 2012).

La detección en un espectrofotómetro se calibra en unidades de color basado en una unidad de color es igual a 1 mg/L de iones de platino como cloro-platinato, en Guatemala el valor máximo admisible de < 5 unidades de color en la escala cobalto-platino según la Norma COGUANOR 29005:99.

3.4.4. Determinación de olor y sabor

El sabor y el olor están estrechamente relacionados con concentraciones de las sustancias presentes en cantidades superiores al valor de referencia, según los criterios de salud pueden afectar únicamente la apariencia, gusto u olor del agua,

dando lugar a reclamos por parte de los consumidores, el valor máximo admisible, de olor y sabor es “no rechazable” (American Public Health Association, 2012).

3.4.5. Determinación de pH

El pH óptimo del agua pura aceptado debe estar entre 6.5 y 8.5, es decir, entre neutra y ligeramente alcalina, el máximo aceptado es 9. Las aguas con pH menor a 6.5, son corrosivas, por la presencia del anhídrido carbónico, ácidos o sales ácidas que tienen en disolución. Para determinarlo se usan métodos colorimétricos o potenciométricos (Norma COGUANOR 29005:99).

3.4.6. Determinación de sustancias químicas

El agua, como solvente universal, puede contener cualquier elemento de la tabla periódica. Sin embargo, pocos son los elementos significativos para el tratamiento del agua cruda con fines de consumo o los que tienen efectos en la salud del consumidor, entre los que se encuentran en la norma COGUANOR 29005:99 se puede mencionar, aluminio, hierro, nitratos y nitritos, calcio, magnesio, cloro entre otros (Anexo 1).

3.5. Microorganismos presentes en el agua

La calidad del agua para consumo humano tiene una fuerte incidencia en la salud de las personas, como consecuencia de que el agua sirve como vehículo de transmisión de muchos microorganismos de origen gastrointestinal patógenos para el ser humano. Entre los agentes patógenos de mayor representatividad y que pueden estar presentes en el agua, se tiene a las bacterias, virus y, en menor cantidad los protozoos y helmintos.

Debido a que el agua cualquiera que sea su origen jamás es estéril, contiene de forma natural una microbiota más o menos variada y abundante. Para determinar la calidad sanitaria del agua, desde el punto de vista bacteriológico, se realiza el análisis de grupos indicadores. Estos grupos son agentes bacterianos que comparten características metabólicas, fisiológicas, genéticas y de crecimiento. Los

grupos principales son: coliformes totales (CT), coliformes fecales (CF) y bacterias mesofílicas aerobias (BMA) (Campos C., 2003).

3.5.1. Microorganismos indicadores

Los microorganismos indicadores son aquellos que tienen un comportamiento similar a los patógenos (concentración y reacción frente a factores ambientales y barreras artificiales), pero son más rápidos y fáciles de identificar. Una vez se ha evidenciado la presencia de grupos indicadores, se puede inferir que los patógenos se encuentran presentes en la misma concentración y que su comportamiento frente a diferentes factores como pH, temperatura, presencia de nutrientes, tiempo de retención hidráulica o sistemas de desinfección es similar a la del indicador (Campos C., 2003).

Un microorganismo indicador de contaminación fecal debe reunir las siguientes características:

- Ser un constituyente normal de la microbiota intestinal de individuos sanos.
- Estar presente, de forma exclusiva, en las heces de animales homeotérmicos.
- Estar presente cuando los microorganismos patógenos intestinales lo están.
- Presentarse en número elevado, facilitando su aislamiento e identificación.
- Debe ser incapaz de reproducirse fuera del intestino de los animales homeotérmicos.
- Su tiempo de supervivencia debe ser igual o un poco superior al de las bacterias patógenas (su resistencia a los factores ambientales debe ser igual o superior al de los patógenos de origen fecal).
- Debe ser fácil de aislar y cuantificar y no debe ser patógeno (Campos C., 2003).

El grupo de microorganismos coliformes es adecuado como indicador de contaminación bacteriana ya que los coliformes tienen las siguientes características:

- Son contaminantes comunes del tracto gastrointestinal tanto del hombre como de los animales de sangre caliente.
- Están presentes en el tracto gastrointestinal en grandes cantidades.
- Permanecen por más tiempo en el agua que las bacterias patógenas.
- Se comportan de igual manera que los patógenos en los sistemas de desinfección (Campos C., 2003).

3.5.2. Microorganismos coliformes

Según la Norma COGUANOR 29005:99, el grupo coliforme total se definen como bacterias en forma de bacilos, aerobios y anaerobios facultativos, gramnegativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y de gas a una temperatura $35^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ en un periodo de 24 a 48 horas, características halladas cuando se investigan con el método de tubos múltiples de fermentación.

3.6. Métodos de detección de microorganismos

Los métodos de detección de microorganismos ayudan a relevar la presencia de los mismos y realizar la detección de microorganismos que están ocasionando una contaminación.

Existen diversas metodologías para evaluar la presencia de microorganismos, tales como:

- Conteo en Placa Standard (Standard Plate Count)
- Determinación del número más probable
- Filtración las Membranas Hidrofóbicas Cuadrículadas
- Filtración el sistema *Direct Epifluorescent Filter Technique* (DEFT)
- Recuentos o Numeración por con medios listos para usar, como placas Petrifilm Aqua, Sanita Kun, Compact Dry, Sistema Ready gel

3.6.1. Cuantificación de coliformes totales y fecales por el método del número más probable según la técnica de tubos múltiples de fermentación

El método de Número más probable (NPM) es un método indirecto que utiliza diluciones múltiples hasta extinción y es muy útil sobretodos en muestras que tienen poca cantidad de microorganismos. Cuando se utiliza para investigar enterobacterias se aprovecha las características de éstas al reaccionar con sustratos que producen color y radiación UV. Para este método se utiliza como medio el Caldo de Lauril Triptosa y Agar Bilis Verde Brillante (American Public Health Association, 2012).

El método tiene tres fases:

- **Presuntiva de la presencia de coliformes fecales** que evidencia crecimiento y la producción de gas y se reporta, negativo cuando no hay cambios en el medio y positivo al haber cambios de color, turbidez.
- **Fase confirmatoria de la presencia de coliformes fecales** que evidencia fluorescencia UV.
- **Fase de identificación de *E. coli*** que se puede hacer haciendo la prueba de Indol con reactivo de Kovacs, si es positivo se reporta solo como presencia de *E. coli* y si es negativo se reporta solo como no hay presencia de *E. coli* (American Public Health Association, 2012).

La Norma COGUANOR 29005:99, recomienda que el recuento de coliformes totales por medio del método de vertido en placa sea < 200 UFC/mL y en el método de tubos múltiples <1.1 NMP utilizando 10 tubos.

3.6.2 Método de vertido en placa

Cuando se requiere investigar el contenido de microorganismos viables en un producto para consumo humano, la técnica comúnmente utilizada es el conteo en placa, ésta técnica no pretende poner en evidencia todos los microorganismos

presentes, la variedad de especies y tipos diferenciables por sus necesidades nutricionales, temperatura requerida para su crecimiento, oxígeno disponible, entre otros, hacen que el número de colonias contadas constituyan una estimación de la cifra realmente presente y la misma refleja si el manejo sanitario del producto ha sido el adecuado (México. Secretaria de Salud. Departamento de Bienes y Servicios).

El método para la cuenta de bacterias aerobias en placa, estima la cantidad de microorganismos viables presentes en un alimento, agua potable y agua purificada, mediante la cuenta de colonias en un medio sólido, incubado aeróbicamente.

El fundamento de la técnica consiste en contar las colonias, que se desarrollan en el medio de elección después de un cierto tiempo y temperatura de incubación, presuponiendo que cada colonia proviene de un microorganismo de la muestra bajo estudio. El método admite numerosas fuentes de variación, algunas de ellas controlables, pero sujetas a la influencia de varios factores.

Después de la incubación, se deben contar las placas que se encuentren en el intervalo de 25 a 250 colonias, usando el contador de colonias y el registrador. Las placas de al menos una de tres diluciones deben estar en el intervalo de 25 a 250. Cuando sólo una dilución está en el intervalo apropiado, se calcula la cuenta promedio por gramo o mililitro de dicha dilución y se reporta como unidades formadoras de colonia (México. Secretaria de Salud. Departamento de Bienes y Servicios).

La autorización y control de fábricas envasadoras de consumo humano es aplicable a las plantas envasadoras de agua para consumo humano y contiene los requisitos mínimos de higiene en su tratamiento, envasado, embalaje, almacenamiento, transporte y distribución para el consumo directo, a fin de garantizar un producto inocuo, sano y saludable al consumidor (Guatemala. Ministerio de Salud. Departamento General de Regulación Vigilancia y Control de la Salud).

4. HIPÓTESIS

Este estudio no presenta hipótesis por ser un estudio con método estadístico descriptivo.

5. JUSTIFICACIÓN

Con el análisis microbiológico y fisicoquímico del agua pura que se expende en comercios de dos zonas de la ciudad capital de Guatemala, se evaluó si los expendios ubicados en las zonas 5 y 18 de la ciudad capital, cumplían con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la Norma COGUANOR 29005:99 para distribuir agua envasada para consumo humano o como comúnmente se conoce en Guatemala “agua pura”.

De no cumplir, son un riesgo para la salud del consumidor, debido a que el agua, puede transportar microorganismos patógenos o una serie de sustancias tóxicas al organismo afectándolo de manera reversible o irreversible.

Para lograr el cometido, es necesario tomar muestras a azar en varios expendios ubicados en cada una de las zonas asignadas y realizar el análisis en un laboratorio para determinar si los expendios se consideran o no aptos para el comercio de agua pura.

Por ello es de suma importancia que los comercios que expenden agua pura cumplan con las normas requeridas, para que sea apta para el consumo verificando la calidad microbiológica y fisicoquímica, el objetivo principal de esta investigación fue realizar un estudio que proporcione datos de cuáles son las condiciones microbiológicas y fisicoquímicas de este tipo de agua pura para consumo humano y asegurar que cumplan los parámetros requeridos.

Con dicho estudio se espera, que los expendios cumplan con los parámetros básicos que la norma indica, y determinar que expendio está rechazado por la misma, por no cumplir con los valores requeridos.

6. OBJETIVOS

6.1 General

- Analizar microbiológica y fisicoquímicamente el agua pura que se expende en dos zonas de la ciudad capital de Guatemala.

6.2 Específicos

- Analizar microbiológicamente el agua pura que se expende en las zonas 5 y zona 18 por medio de la presencia o ausencia de indicadores de contaminación según la Norma COGUANOR 29005:99.
- Analizar los parámetros fisicoquímicos del agua pura que se expende en las zonas 5 y zona 18 a través del valor máximo admisible según la Norma COGUANOR 29005:99.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Universo de trabajo

Quince expendios de agua pura ubicados en la zona 5 de la ciudad capital y Doce expendios de agua pura ubicados en la zona 18 de la ciudad capital (Anexo 3).

7.2. Muestra

Se tomaron dos muestras seriadas por cada expendio ubicado en la zona 5 y zona 18, haciendo un total de 54 muestras.

7.3 Recursos

7.3.1. Humanos

Paola Ana Antonia Manes Artola, David Sarg Folgar (Seminaristas)
Lic. Martín Néstor Gil Carrera (Asesor)

7.3.2. Institucionales

Laboratorio de Referencia “Análisis y servicios industriales S.A.” (ANALISA)
2da Avenida 3-83 Zona 10 ciudad de Guatemala.

7.3.3. Equipo y materiales de laboratorio

7.3.3.1 Equipo

- Baño de María cubierto con un sistema circulante para mantener la temperatura de 44°C +/- 0.2°C
- Campana de seguridad
- Conductidímetro de mesa o portátil con sondas
- Equipo de titulación
- Fotómetro
- Incubadora a 35°C
- Incubadora a 37° C +/- 0.5°C

- Mechero
- Potenciómetro
- Refrigeradora
- Turbidímetro de mesa
- Vórtex

7.3.3.2 Materiales

- Alcohol al 70%
- Algodón
- Agitador magnético
- Beaker 500 mL
- Cajas de Petri
- Campanillas Durham
- Cápsula de evaporación
- Cloro 0.5%
- Cofias
- Cronómetro de 60 minutos
- Erlenmeyer de vidrio de 200-300 mL
- Frasco de dilución hecho de vidrio de borosilicato, con tapadera de rosca de polietileno, equipados con teflón.
- Frascos estériles para toma de muestra de 500 mL
- Gradillas para tubos
- Guantes estériles
- Hieleras con batería heladas
- Mascarillas
- Papel parafilm
- Papel kraft
- Pipetas volumétricas de 1, 5 y 10mL
- Probetas de 100, 250, 500 y 1000 mL
- Tubos de borosilicato tapa-rosca esterilizables de dimensiones (en mm): 13 x 100, 16 x 150, 20 x 150 y 25 x 150

7.3.5. Reactivos

- Agua desionizada
- Carbonato de sodio anhidro 0.02 N Na_2CO_3 anhidro
- EDTA 0.01 M
- EDTA-Na $2\text{H}_2\text{O}$
- Indicador Naranja de Metilo
- Indicador negro de Nicromo T
- Indicador mixto (verde de Bromocresol-rojo de metilo)
- Indicador Murexida
- Patrones de Formazina 0.01 NTU, 1000 NTU y 4000 NTU
- Solución de ácido sulfúrico 1.0 N
- Solución buffer para pH 4.00, 7.00 y 10.00
- Solución de Calcio Estándar 0.01 M
- Solución estándar de cloruro de potasio 0.01 M
- Solución NaOH 1N
- Solución HCl 1N
- Solución hidro-alcohólica indicadora de fenolftaleína al 0.5% (pH 8.3)
- Solución de H_2SO_4 0.02 N
- Solución 40 NTU
- Solución KCl 0.01 M
- Solución patrón de 500 UC
- Solución de tiosulfato de sodio 0.1 M

7.3.6 Medio de cultivo

- Agua peptonada al 0.1%
- Agar nutritivo, Agar McConkey o agar tipo Endo
- Caldo bilis verde brillante (CBVB)
- Caldo lactosado,
- Caldo Lauril Sulfato de sodio

- Caldo Lauril Triptosa
- Caldo EC

7.4. Metodología

7.4.1. Selección de los sitios de muestreo

Se hizo un reconocimiento de las zonas a muestrear, se tomó una muestra por cada expendio, obteniendo los resultados del muestreo se dejó un intervalo de dos meses entre el primer y segundo muestreo, se analizó tanto microbiológica como fisicoquímicamente 15 expendios de la zona 5 y 12 expendios de la zona 18 (Anexo 3).

7.4.2. Toma de muestra

- Para la toma de muestras de agua se procedió de la siguiente forma:
- Se eligió y localizó el lugar de los puntos de muestreo (Anexo 3).
- Se tomó una muestra de 250 mL agua como mínimo por cada lugar en recipientes llenados en el lugar de la siguiente forma: se recolectaron las muestras en 15 expendios en la zona 5 y 12 expendios en la zona 18 al azar, al terminar se rotularon con el nombre del lugar, hora y fecha de toma de muestra, se transportaron en hieleras hacia el laboratorio de referencia “Análisis y servicios industriales S. A.” (ANALISA) ubicado en la 2ª Av. 3-83 Zona 10.

7.4.3 Análisis microbiológico

7.4.3.1 Método del número más probable según la técnica de tubos múltiples de fermentación

- Se sembraron 5 tubos por cada una de las siguientes concentraciones de muestra: 10, 1, 0.1, 0.01 mL de caldo lauril sulfato de sodio.
- La muestra y sus respectivas diluciones se agitaron antes de proceder a sembrarlas o a realizar otras diluciones.

- Se consideró el volumen de 1 mL de muestra como la concentración de 100. Para realizar una dilución 1:10, se adicionaron 11 mL de muestra a 99 mL de diluyente o 1 mL de muestra a 9 mL de diluyente. Para realizar una dilución 1:2, agregaron 1 mL de muestra a 99 mL de diluyente o 0.1 mL de muestra a 9.9 mL de diluyente. (American Public Health Association, 2012).

7.4.3.1.1 Fase presuntiva para el grupo coliformes

- En esta fase se empleó caldo Lauril Triptosa, luego se realizaron las diluciones necesarias, se sembró el mismo volumen en cada uno de los 5 tubos de la serie, se agitó o mezcló por inversión y se incubó a 35 +/- 1°C.
- A las 24 +/- 2 horas, se evaluó de turbiedad en el medio y producción de gas en la campanilla de Durham y se incubaron nuevamente aquellos tubos negativos hasta 48 +/- 3 horas para detectar los coliformes que son fermentadores lentos de la lactosa. La prueba se reportó positivas cuando se observó crecimiento con producción de gas dentro de las 48 horas (American Public Health Association, 2012).

7.4.3.1.2 Fase confirmatoria de coliformes totales

- Se confirmaron aquellos tubos que resultaron positivos a las 24 +/- 2 horas y de igual manera con aquellos tubos que resultaron positivos a las 48 +/-3 horas. Para esto, se sembraron en caldo bilis verde brillante, una o más asadas del tubo positivo. La presencia de gas y turbiedad que apareció en los tubos durante un período de incubación de 6 a 48 +/-3 horas a 35 +/- 1°C, se consideró para determinar como positiva para la prueba confirmatoria de coliformes totales. (American Public Health Association, 2012).

7.4.3.1.3 Fase confirmatoria de coliformes fecales

- Se tomó una asada de los tubos positivos de la fase presuntiva en caldo EC y se incubaron a 44.5 +/- 0.5°C hasta por 24 +/-2 horas. La turbiedad y producción de gas en los tubos, se consideró como prueba confirmatoria

positiva para coliformes fecales. (American Public Health Association, 2012).

7.4.3.1.4 Interpretación de resultados

- La lectura final de la prueba se realizó una vez terminado el tiempo de incubación de la fase confirmatoria y se anotaron todos los tubos positivos para coliformes totales y fecales, aquellos en los que había crecimiento con formación de gas y turbiedad.
- Una vez contados el número de tubos positivos de cada una de las series, se procedió a elegir a 3 de éstas. Para seleccionarlas, se eliminó la dilución más alta (menor volumen) si tenían todos los tubos negativos y quedaba al menos una dilución con un tubo negativo. Se eliminó entonces la dilución más baja (mayor volumen de muestra), si todos los tubos estaban positivos y quedaba al menos una dilución con un tubo positivo.
- Si la dilución más baja no tenía todos los tubos positivos y algunas de las mayores diluciones tenían todos los tubos negativos, se eliminaron estas últimas. Cuando la mayor dilución con todos los tubos positivos difería no más de dos diluciones de la mayor dilución con algún tubo positivo, se seleccionó la mayor dilución con algún tubo positivo y las otras dos diluciones inmediatamente más bajas.
- Si después haber eliminado la menor dilución con todos los tubos positivos, ninguna otra tenía todos los tubos positivos, se seleccionaron las dos diluciones más bajas y se asignó la suma de los tubos positivos de las diluciones remanentes a la tercera dilución. Si ninguna otra dilución tenía todos los tubos positivos, se seleccionaron las dos diluciones más bajas y se asignaron la suma de los tubos positivos de las diluciones remanentes a la tercera dilución (Anexo 2).
- Si la combinación obtenida no aparecía en la tabla, se seleccionó la mayor dilución con al menos un tubo positivo y las dos diluciones inmediatamente menores (American Public Health Association, 2012) (Anexo 2).

7.4.3.2 Cuantificación bacterias aeróbicas en agua pura por el método de filtración con membrana

7.4.3.2.1 Filtración de la muestra

- a) Esterilizar el equipo flameando la parte interior del embudo o cuba antes de comenzar una serie.
- b) Preparar dos embudos o cubas de filtración colocando una membrana de filtración en la base de cada uno, colocando los poros y la superficie de la membrana de manera correcta. De manera cuidadosa colocar el embudo y cerrar con el gancho.
- c) Llenar los dos embudos a la marca de 100 mL, y cerrar la boca del embudo con la tapadera. Filtrar 100 ml de la muestra con aspiración parcial. Con el filtro aún colocado, lavar el interior y la superficie del embudo con 3 porciones de 20 ó 30 ml de agua estéril.
- d) Evitar todo tipo de contaminación durante la serie de filtrado. Al finalizar el lavado retire de forma cuidadosa el embudo e inmediatamente remueva la membrana con pinzas estériles, luego coloque cada membrana en una caja de Petri con agar plate count (PCA) de evitar que queden burbujas de aire.
- e) Incubar una caja de Petri en posición invertida a $35 \pm 0.5^\circ \text{C}$ durante 48 horas

7.4.3.2.2 Cuantificación de bacterias aeróbicas:

- a) Transcurrido el tiempo de incubación pertinente se cuentan todas las colonias crecidas en las placas
- b) El resultado se expresará en unidades formadoras de colonias (UFC) por 100 ml.
- c) Si no se observan colonias se debe reportar como < 1 . (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater).

7.4.4 Análisis fisicoquímico del agua

7.4.4.1 Procedimiento de determinación de pH

Para mediciones *in situ*, el pH se midió directamente en el frasco y se midió al ingresar al laboratorio a la mayor prontitud posible directamente en dicho dispositivo para así minimizar cualquier variación.

- Para operar equipo de medición se conectó el aparato, se verificó si se encontraba en perfectas condiciones, se introdujo el electrodo en la muestra de agua, se agitó suavemente para garantizar su homogeneidad y facilitar el equilibrio entre electrodo y muestra, se presionó el botón de medida y se esperó que se estabilizara el valor y se realizó la lectura. (American Public Health Association, 2012).
- El resultado observado directamente de la pantalla del equipo y se anotó con dos cifras decimales. (American Public Health Association, 2012).

7.4.4.2 Procedimiento de determinación de turbidez

- Las muestras refrigeradas, se dejaron estabilizar a temperatura ambiente.
- Las muestras no se diluyeron. Se consideró como límite máximo el intervalo de trabajo 1000 o 4000 UNT considerado como suficientemente amplio para las muestras habituales.

7.4.4.2.1 Presentación de resultados

- El resultado (en UNT), se observó directamente de la pantalla del turbidímetro y se reportó con el criterio siguiente:

Cuadro 1. Valores de turbiedad

Intervalo de UNT	Aproximación
0.0-1.0	0.05
1-10	0.1
10-40	1
40-100	5
100-400	10
400-1000	50
> 1000	100

Fuente: American Public Health Association, 2012.

Si el valor excede el límite máximo de lectura del equipo, se informó > 4000 o >1000 UNT

7.4.4.3 Procedimiento de determinación de conductividad

- Para mediciones se realizaron directamente en el frasco de muestreo a la mayor prontitud posible directamente para así minimizar cualquier variación.
- Se atemperaron las muestras refrigeradas hasta una temperatura ambiente antes de realizar la medición.

7.4.4.3.1 Presentación de resultados

- Se realizaron los cálculos de conductividad desde $\mu\text{S}/\text{cm}$ hasta decenas de mS/cm y en salinidad hasta al menos 50.0 (American Public Health Association, 2012).

7.4.4.4 Procedimiento de determinación de alcalinidad

Titulación de la solución de ácido sulfúrico 0.02 N:

- Se realizó la titulación con ácido sulfúrico 0.02 N la muestra con Na_2CO_3 0.02 N las muestras e indicador mixto.
- La muestra se preparó con 10 mL de solución de Na_2CO_3 0.02 N en un Erlenmeyer de 250 mL y se añadieron 3 gotas de indicador mixto.
- Se tituló a pH 4.6, dejando caer la solución de ácido sulfúrico 0.02 N gota a gota mientras se mantiene la muestra en agitación hasta que vire el color y se tomó como referencia de color los diferentes valores de pH de la muestra según los siguientes colores:
 - pH = 4.6 rosa claro
 - pH = 4.8 gris rojizo
 - pH = 5.0 azul claro
 - pH = 5.2 azul verdoso
- Se anotó el volumen en mililitros consumidos. El volumen consumido fue cercano a 10 mL; por lo que se consideró que 1 mL de la solución de H_2SO_4

0.02 N es equivalente a 1.00 mg de CaCO_3 , para hacer el cálculo de la alcalinidad. (American Public Health Association, 2012).

7.4.4.4.1 Cálculo de resultados

Se realizó el cálculo de los resultados según fórmula: $V1 \times N1 = V2 \times N2$

Dónde:

V1 = Volumen de ácido sulfúrico

N1 = Normalidad del ácido sulfúrico

V2 = Volumen de carbonato de sodio

N2 = Normalidad del carbonato de sodio

7.4.4.4.2 Presentación de resultados

Se reportó la alcalinidad como $\text{mg CaCO}_3/\text{L} = \frac{A \times N \times 50 \times 1000}{\text{mL de Mx}}$

Dónde:

A = mL de ácido sulfúrico gastados en la titulación

N = normalidad del ácido sulfúrico

Con los resultados de las determinaciones de la alcalinidad total y de la alcalinidad a la fenolftaleína, se obtuvo la clasificación estequiometría de las tres formas principales de alcalinidad que se encuentran en muchas aguas:

- Hay alcalinidad de carbonatos (CO_3^{2-}) cuando la alcalinidad a la fenolftaleína no es nula, pero es menor que la total.
- Hay alcalinidad de hidróxidos (OH^-) cuando la alcalinidad a la fenolftaleína es mayor de la mitad de la total.
- Hay alcalinidad de bicarbonatos (HCO_3^-) cuando la alcalinidad a la fenolftaleína es menor de la mitad de la total (American Public Health Association, 2012).

7.4.4.5 Procedimiento de determinación de sólidos totales

Preparación de la cápsula de evaporación

- Se encendió una fuente de calor para obtener una temperatura entre 103-105°C.
- Se colocó a esta temperatura una cápsula limpia durante una hora.
- Se llevó la cápsula al desecador
- Se taró antes de usar y se registró el dato como peso A.
- Determinación de sólidos totales
- Se esperó que la muestra se encontrara a temperatura ambiente.
- Se seleccionó el volumen de muestra de acuerdo al aspecto de la misma el cual fue de 25 mL
- Se mezcló bien la muestra y se depositó el volumen seleccionado en la cápsula de evaporación previamente tarada.
- Luego se colocó la cápsula en una placa calefactora y se realizó la evaporación de la muestra hasta casi sequedad, se evitó la ebullición con ello se evitaron salpicaduras.
- Se llevó la muestra evaporada a la estufa a 103-105°C por 1 hora.
- Se enfrió la cápsula en el desecador.
- Luego se pesó rápidamente para evitar cambios en el peso por exposición al aire y/o degradación del residuo y registrar los datos.
- Se repitió el calentamiento sólo por 1 hora, hasta que la diferencia con la pesada previa sea < 4% o < 0.5 mg para seleccionar el peso menor, con lo cual se obtuvo un peso constante. El peso finalmente obtenido fue el peso B. (American Public Health Association, 2012).

7.4.4.5.1 Presentación de resultados

Se realizó el cálculo de Sólidos Totales mediante la fórmula

$$\text{mg sólidos totales/L} = \frac{(B - A) \times 1000}{\text{mL de la muestra}}$$

Dónde:

A: peso de la cápsula de evaporación vacía (en mg)

B: peso de la cápsula de evaporación + residuo seco (en mg)

Volumen: 25 mL

Para el peso B, se empleó el promedio de los dos valores que cumplieron el requisito de peso constante antes enunciado. Resultados inferiores a 10 mg/L se reportaron con una cifra decimal, los restantes se redondearon a la unidad. Para aquellas muestras que excepcionalmente presenten resultados inferiores a 5 mg/L, se informó “< 5 mg/L”. (American Public Health Association, 2012).

7.4.4.6 Procedimiento de determinación de dureza total

- Se dejó que la muestra alcance la temperatura ambiente.
- Se pipetearon 50 mL de muestra a un Erlenmeyer.
- Luego se añadió 1 mL de solución tampón y una cucharilla de Indicador Negro de Eriocromo T (la solución tomó un color rojo vino).
- Se tituló con solución EDTA hasta viraje a color azul suave.
- Determinación de dureza de calcio en muestras:
- Se dejó que la muestra alcance la temperatura ambiente.
- Luego se pipetearon 50 mL de muestra a un Erlenmeyer.
- Se añadió 1 mL de solución NaOH 1N y se verificó que el pH fuera entre 12-13. luego se añadirá una cucharilla de Indicador de Murexida (la solución tomó un color rosado).
- Se tituló inmediatamente con solución EDTA hasta el color violeta definido; se anotó el volumen de EDTA consumido y se añadió de 1-2 gotas en exceso para verificar que no ocurre cambio de color adicional (American Public Health Association, 2012)

7.4.4.6 Presentación de resultados

Se realizaron los cálculos siguiendo las fórmulas siguientes:

Dureza total:

$$\text{Dureza total como mg CaCO}_3/\text{L} = \frac{A \times M \times 100000}{\text{mL de muestra}}$$

Dureza de calcio:

$$\text{Dureza de Ca como mg CaCO}_3/\text{L} = \frac{A \times M \times 100000}{\text{mL de muestra}}$$

Para ambas:

A = mL de EDTA gastados en la titulación

M = molaridad del EDTA

Para 50 mL de muestra, volumen habitualmente utilizado, se simplifica a:

- Dureza (total o de Ca) como mg CaCO₃/L = A x M x 2000
- En caso de utilizar diluciones:
- Dureza (total o de Ca) como mg CaCO₃/L = A x M x 2000 x Fd
- Siendo Fd: factor de dilución dureza de magnesio:
- Dureza de magnesio = dureza Total - dureza de calcio
- Calcio: mg Ca/L = dureza de calcio
- 2.5 mL
- mg Ca/L = [A x 40.08 x M x 1000] / mL de muestra
- Magnesio: mg Mg/L = dureza de magnesio
- 4.12 mL
- mg Mg/L = dureza de magnesio x 0.243
- Todos los resultados se expresaron en mg/L y fueron redondeados a la unidad.
- Para las durezas se expresan en mg CaCO₃/L.

8. RESULTADOS

Los parámetros analizados se presentan en las siguientes tablas junto a los valores establecidos por la norma COGUANOR 29005:99, los cuales se deben cumplir para poder considera aceptable un expendio de agua pura.

Tabla 1. Características físicas del agua envasada para consumo humano, adquiridas en diferentes expendios ubicados en la zona 5 de la Ciudad Capital (Primer muestreo)

Purificadora	Sabor No rechazable	Color <5 unidades Pt-Co**	Turbidez <0.5 unidades (UNT)***	pH 6.5-8.5	Olor No rechazable	Sólidos totales disueltos <500 mg/l****
P01-05	NR*	00.0	0.92	7.70	NR	128.00
P02-05	NR	01.0	0.45	7.16	NR	125.00
P03-05	NR	03.0	0.72	6.95	NR	106.10
P04-05	NR	12.0	1.20	7.60	NR	33.80
P05-05	NR	03.6	0.48	7.05	NR	134.50
P06-05	NR	00.0	0.60	7.51	NR	110.80
P07-05	NR	00.0	0.37	6.87	NR	100.20
P08-05	NR	00.0	0.27	7.20	NR	95.30
P09-05	NR	00.0	0.30	7.61	NR	124.00
P10-05	NR	00.0	0.24	6.94	NR	122.00
P11-05	NR	01.0	0.75	6.98	NR	99.30
P12-05	NR	00.0	1.19	7.30	NR	103.10
P13-05	NR	00.0	0.87	7.70	NR	43.70
P14-05	NR	00.0	0.20	7.32	NR	131.20
P15-05	NR	00.0	0.31	7.95	NR	60.00

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio ANALISA zona 10 durante el mes de junio 2015.

*NR: No rechazable, **unidades Pt-Co: unidades de color en la escala platino –cobalto, *** (UNT): unidades nefelométricas de turbidez, **** mg/l: miligramos por litro.

En la Tabla 1 se puede observar que el expendio P04-05 tiene valores fisicoquímicos que se encuentra fuera de los rangos permitidos en la norma, con respecto al color y turbidez, y los expendios P01-05, P03-05, P06-05, P11-05, P12-05, P13-05 no se encuentran sobre los límites aceptables en cuanto a turbidez.

Tabla 2. Características físicas del agua envasada para consumo humano, adquiridas en diferentes expendios ubicados en la zona 5 de la Ciudad Capital (Segundo muestreo)

Purificadora	Sabor No rechazable	Color <5 unidades Pt-Co**	Turbidez <0.5 unidades (UNT)***	pH 6.5-8.5	Olor No rechazable	Sólidos totales disueltos <500 mg/l****
P01-05	NR*	00.00	0.4	7.70	NR	121.00
P02-05	NR	00.00	0.3	7.16	NR	191.00
P03-05	NR	03.50	0.8	6.95	NR	125.00
P04-05	NR	14.00	1.0	7.60	NR	30.00
P05-05	NR	03.00	0.5	7.05	NR	134.50
P06-05	NR	00.00	0.8	7.51	NR	59.00
P07-05	NR	00.00	0.5	6.30	NR	99.00
P08-05	NR	00.00	0.4	7.59	NR	132.00
P09-05	NR	00.00	0.4	7.10	NR	129.00
P10-05	NR	00.00	0.2	6.90	NR	121.00
P11-05	NR	00.90	0.7	6.98	NR	99.30
P12-05	NR	00.00	0.2	7.11	NR	115.00
P13-05	NR	00.00	0.9	7.50	NR	40.00
P14-05	NR	00.00	0.3	7.00	NR	120.00
P15-05	NR	00.00	0.4	7.60	NR	70.00

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio ANALISA zona 10 durante el mes de junio 2015.

*NR: No rechazable, **unidades Pt-Co: unidades de color en la escala platino –cobalto, *** (UNT): unidades nefelométricas de turbidez, **** mg/l: miligramos por litro.

El rango de referencia para el parámetro de turbidez es ≤ 0.5 unidades, en los resultados presentados los expendios P03-05, P04-05, P06-05, P11-05, P13-05 analizados en la Tabla 2 se encuentran fuera del rango esperad, mientras que el parámetro de color debe ser < 0.5 unidades, y el expendio P04-05 nuevamente presenta un segundo valor alterado.

**Tabla 3. Sustancias químicas inorgánicas con significado para la salud del agua envasada para consumo humano, adquiridas en diferentes expendios ubicados en la zona 5 de la Ciudad Capital.
(Primer muestreo)**

Purificadora	Cloro Residual <0.1 mg/L*	Nitratos 10 mg/L	Nitritos 1.0 mg/L	Dureza total 100-500 mg/L CaCO ₃
P01-05	0.00	1.30	0.00	240.00
P02-05	0.00	1.30	0.01	61.00
P03-05	0.00	0.30	0.00	140.00
P04-05	2.00	0.80	0.01	60.00
P05-05	0.00	3.00	0.02	120.00
P06-05	0.03	0.80	0.00	120.00
P07-05	0.10	7.90	0.01	65.00
P08-05	0.00	2.50	0.01	200.00
P09-05	0.00	2.80	0.00	190.00
P10-05	0.05	1.80	0.01	220.00
P11-05	0.00	0.60	0.00	188.30
P12-05	0.05	1.50	0.01	280.00
P13-05	0.00	0.70	0.00	60.00
P14-05	0.01	0.10	0.00	133.00
P15-05	0.04	0.50	0.00	160.00

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio ANALISA zona 10 durante el mes de junio 2015.

* mg/l: miligramos por litro.

Las sustancias químicas inorgánicas causan daños irreversibles a la salud a largo plazo, por lo cual los expendios que distribuyen agua pura deben cumplir con lo reglamentario, en la primera toma de muestra se observa en la Tabla 3, que los expendios P04-05 y P07-05 tiene un valor alterado en los parámetros de cloro evaluados, lo permitido es menor a 0.1 mg/L.

Tabla 4. Sustancias químicas inorgánicas con significado para la salud del agua envasada para consumo humano, adquiridas en diferentes expendios ubicados en la zona 5 de la Ciudad Capital (Segundo muestreo)

Purificadora	Cloro Residual <0.1 mg/L*	Nitratos 10 mg/L	Nitritos 1.0 mg/L	Dureza total 100-500 mg/L CaCO ₃
P01-05	0.00	1.00	0.005	140.0
P02-05	0.50	3.00	0.003	61.00
P03-05	0.00	0.50	0.000	140.0
P04-05	2.00	2.80	0.004	10.0
P05-05	1.50	3.00	0.002	110.0
P06-05	0.02	1.80	0.020	80.0
P07-05	0.20	6.00	0.010	40.0
P08-05	0.00	2.20	0.006	280.0
P09-05	0.00	2.50	0.001	185.0
P10-05	0.00	0.90	0.007	200.0
P11-05	0.05	1.50	0.010	280.0
P12-05	0.00	2.00	0.006	150.0
P13-05	0.10	1.60	0.003	120.0
P14-05	0.01	1.00	0.002	100.0
P15-05	0.04	0.60	0.003	150.0

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio ANALISA zona 10 durante el mes de junio 2015.

* mg/l: miligramos por litro.

Los parámetros evaluados en los expendios presentan valores fuera de los rangos, por lo que no cumplen con los valores de referencia según norma COGUANOR 29005:99 en diferentes puntos de muestreo con respecto al parámetro de cloro en los expendios P02-05, P04-05, P05-05, P07-05, P13-05, como se observa en la Tabla 4.

Tabla 5. Características microbiológicas del agua envasada para consumo humano, adquiridas en diferentes expendios ubicados en la zona 5 de la ciudad Capital (Primer muestreo)

Purificadora	Recuento aeróbico Total <200 UFC/mL *	Recuento de Coliformes <1.1 NMP/100 mL **	Recuento de <i>E. coli</i> <1.1 NMP/100 mL
P01-05	<1	<1.1	<1.1
P02-05	<1	<1.1	<1.1
P03-05	<1	<1.1	<1.1
P04-05	20	<1.1	<1.1
P05-05	<1	<1.1	<1.1
P06-05	<1	<1.1	<1.1
P07-05	<1	<1.1	<1.1
P08-05	<1	<1.1	<1.1
P09-05	<1	<1.1	<1.1
P10-05	10	<1.1	<1.1
P11-05	<1	<1.1	<1.1
P12-05	<1	<1.1	<1.1
P13-05	<1	<1.1	<1.1
P14-05	<1	<1.1	<1.1
P15-05	<1	<1.1	<1.1

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio ANALISA zona 10 durante el mes de junio 2015.

*UFC: unidades formadoras de colonias, ** NMP/100mL: número más probable por cien mililitros.

Al analizar las características microbiológicas del agua para consumo humano, se buscó identificar patógenos que indiquen contaminación fecal que ocasionen algún daño a la salud del consumidor, como se observa en la Tabla. 5 aunque se encontraron valores más elevados en el expendio P04-05 y la P10-05, se encuentran dentro del rango permitidos.

Tabla 6. Características microbiológicas del agua envasada para consumo humano, adquiridas en diferentes expendios ubicados en la zona 5 de la Ciudad Capital (Segundo muestreo)

Purificadora	Recuento aeróbico Total <200 UFC/mL*	Recuento de Coliformes <1.1 NMP/100 mL **	Recuento de <i>E. coli</i> <1.1 NMP/100 mL
P01-05	1800	10	<1.1
P02-05	10	<1.1	<1.1
P03-05	<1	<1.1	<1.1
P04-05	<1	<1.1	<1.1
P05-05	<1	<1.1	<1.1
P06-05	<1	<1.1	<1.1
P07-05	<1	<1.1	<1.1
P08-05	<1	<1.1	<1.1
P09-05	<1	<1.1	<1.1
P10-05	<1	<1.1	<1.1
P11-05	<1	<1.1	<1.1
P12-05	10	<1.1	<1.1
P13-05	1930	>23	>23
P14-05	<1	<1.1	<1.1
P15-05	<1	<1.1	<1.1

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio ANALISA zona 10 durante el mes de junio 2015.

*UFC: unidades formadoras de colonias, ** NMP/100mL: número más probable por cien mililitros.

Los valores fuera de los rangos estipulados en la Norma COGUANOR 29005:99, con respecto al análisis microbiológico pueden ser perjudiciales para la salud del consumidor por lo que el límite permisible de Recuento aeróbico total <200 UFC/mL se encuentra alterados en los expendios P01-05, P13-05, observados en la Tabla 6, llama la atención que el expendio P13-05 presenta tres parámetros elevados.

Tabla 7. Características físicas del agua envasada para consumo humano, adquiridas en diferentes expendios ubicados en la Zona 18 de la Ciudad Capital (Primer muestreo)

Purificadora	Sabor No rechazable	Color <5 unidades Pt-Co**	Turbidez <0.5 unidades (UNT)***	pH 6.5-8.5	Olor No rechazable	sólidos totales disueltos <500 mg/l****
P01-18	NR*	0.00	0.34	7.92	NR	77.00
P02-18	NR	0.00	0.38	6.93	NR	95.00
P03-18	NR	0.00	0.21	6.50	NR	89.30
P04-18	NR	0.00	0.38	7.45	NR	88.50
P05-18	NR	0.00	0.28	7.61	NR	136.50
P06-18	NR	0.00	0.05	7.02	NR	95.00
P07-18	NR	0.00	0.40	7.40	NR	95.30
P08-18	NR	0.00	0.31	7.51	NR	95.00
P09-18	NR	3.00	0.33	7.22	NR	138.70
P10-18	NR	0.00	0.36	7.43	NR	160.30
P11-18	NR	0.00	0.45	7.89	NR	82.60
P12-18	NR	0.00	0.05	7.80	NR	66.60

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio ANALISA zona 10 durante el mes de junio 2015.

*NR: No rechazable, **unidades Pt-Co: unidades de color en la escala platino –cobalto, *** (UNT): unidades nefelométricas de turbidez, **** mg/l: miligramos por litro.

En el primer muestreo realizado en los expendios de agua envasada de la zona 18 de la Ciudad Capital de Guatemala, se determinó que las características físicas se encuentran todas dentro de los rangos aceptables, indicados en las normas utilizadas para este estudio.

Tabla 8. Características físicas del agua envasada para consumo humano, adquiridas en diferentes expendios ubicados en la zona 18 de la Ciudad Capital (Segundo muestreo)

Purificadora	Sabor No rechazable	Color <5 unidades Pt-Co**	Turbidez <0.5 unidades (UNT)***	pH 6.5-8.5	Olor No rechazable	sólidos totales disueltos <500 mg/l****
P01-18	NR*	0.00	0.36	7.54	NR	89
P02-18	NR	0.00	0.37	7.12	NR	90
P03-18	NR	0.00	0.21	6.95	NR	88
P04-18	NR	0.00	0.38	7.45	NR	87
P05-18	NR	0.00	0.27	7.66	NR	110
P06-18	NR	0.00	0.66	7.14	NR	101
P07-18	NR	0.00	0.40	6.90	NR	90
P08-18	NR	0.00	0.33	7.69	NR	99
P09-18	NR	0.00	0.31	7.20	NR	120
P10-18	NR	0.00	0.36	7.76	NR	145
P11-18	NR	0.00	0.37	7.67	NR	75
P12-18	NR	0.00	0.21	7.66	NR	76

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio ANALISA zona 10 durante el mes de junio 2015.

*NR: No rechazable, **unidades Pt-Co: unidades de color en la escala platino –cobalto, *** (UNT): unidades nefelométricas de turbidez, **** mg/l: miligramos por litro.

El parámetro de olor del agua pura debe ser No Rechazable, ya que la población no consumiría agua con olor desagradable, como se puede observar en la Tabla 8 la mayoría los puntos muestreados cumplen con lo especificado en la Norma a excepción de la P06-18 que tiene el parámetro de turbidez alterado, lo cual hace que se debe ser rechazada.

Tabla 9. Sustancias químicas inorgánicas del agua envasada para consumo humano adquirida en diferentes expendios ubicados en la zona 18 de la Ciudad Capital con significado para la salud humana (Primer muestreo)

Purificadora	Cloro Residual <0.1 mg/L*	Nitratos 10 mg/L	Nitritos 1.0 mg/L	Dureza total 100-500 mg/L CaCO ₃
P01-18	0.00	0.9	0.005	112.0
P02-18	0.00	0.5	0.000	120.0
P03-18	0.00	8.3	0.110	40.0
P04-18	0.00	1.6	0.010	160.0
P05-18	0.00	1.4	0.002	136.5
P06-18	0.00	2.5	0.050	185.0
P07-18	0.00	1.0	0.013	240.0
P08-18	0.00	0.0	0.019	80.0
P09-18	0.01	2.9	0.009	150.0
P10-18	0.05	1.0	0.004	210.0
P11-18	0.01	1.9	0.001	99.0
P12-18	0.00	2.8	0.006	120.0

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio ANALISA zona 10 durante el mes de junio 2015.

* mg/l: miligramos por litro.

El agua pura debe cumplir con lo establecido en la norma COGUANOR 29005:99 ya que de no ser así el agua se considera peligrosa para su consumo, como se observa en la Tabla 9 todos los puntos muestreados están dentro de los límites permisibles.

Tabla 10. Sustancias químicas inorgánicas del agua envasada para consumo humano adquirida en diferentes expendios ubicados en la zona 18 de la Ciudad Capital con significado para la salud humana (Segundo muestreo)

Purificadora	Cloro residual <0.1 mg/L*	Nitratos 10 mg/L	Nitritos 1.0 mg/L	Dureza total 100-500 mg/L CaCO ₃
P01-18	0.00	1.1	0.001	140.0
P02-18	0.00	0.3	0.040	61.0
P03-18	0.00	6.0	0.080	140.0
P04-18	0.00	1.8	0.099	10.0
P05-18	0.00	1.2	0.034	110.0
P06-18	0.00	2.4	0.045	80.0
P07-18	0.00	0.0	0.002	40.0
P08-18	0.00	0.1	0.012	280.0
P09-18	0.00	3.2	0.010	185.0
P10-18	0.00	1.2	0.050	200.0
P11-18	0.00	4.5	0.000	280.0
P12-18	0.00	3.4	0.000	150.0

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio ANALISA zona 10 durante el mes de agosto 2015.

* mg/l: miligramos por litro.

Las sustancias inorgánicas pueden afectar la salud del consumidor, por lo cual el agua pura no debe estar alterada en ninguno de sus parámetros como se observa en la Tabla 10 ya que no muestran un resultado que sea significativo de rechazo, a pesar que en algunos expendios se ve que el valor de dureza es considerablemente mayor a otros expendios.

Tabla 11. Características microbiológicas del agua envasada para consumo humano, adquiridas en diferentes expendios ubicados en la zona 18 de la Ciudad Capital (Primer muestreo)

Purificadora	Recuento aeróbico Total <200 UFC/mL	Recuento de Coliformes <1.1 NMP/100 mL	Recuento de <i>E. coli</i> <1.1 NMP/100 mL
P01-18	<1	<1.1	<1.1
P02-18	<1	<1.1	<1.1
P03-18	<1	<1.1	<1.1
P04-18	<1	<1.1	<1.1
P05-18	<1	<1.1	<1.1
P06-18	<1	<1.1	<1.1
P07-18	<1	<1.1	<1.1
P08-18	206	<1.1	2.2
P09-18	<1	<1.1	<1.1
P10-18	<1	<1.1	<1.1
P11-18	<1	<1.1	<1.1
P12-18	<1	<1.1	<1.1

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio ANALISA zona 10 durante el mes de junio 2015.

El contacto con agua pura con contaminación microbiológica puede ser perjudicial a la salud del consumidor, por lo cual estos parámetros no se deben de ver afectados para que se apta para su consumo, dentro de los resultados obtenidos en la Tabla 11 se puede observar que la muestra P08-18 se encuentra fuera de los límites permisibles de recuento arábico total y la presencia de *Escherichia coli*, por lo cual se descarta el consumo de la misma.

Tabla 12. Características microbiológicas del agua envasada para consumo humano, adquiridas en diferentes expendios ubicados en la zona 18 de la Ciudad Capital (Segundo muestreo)

Purificadora	Recuento aeróbico Total <200 UFC/mL*	Recuento de Coliformes <1.1 NMP/100 mL**	Recuento de <i>E. coli</i> <1.1 NMP/100 mL
P01-18	<1	<1.1	<1.1
P02-18	<1	<1.1	<1.1
P03-18	<1	<1.1	<1.1
P04-18	<1	<1.1	<1.1
P05-18	<1	<1.1	<1.1
P06-18	<1	<1.1	<1.1
P07-18	<1	<1.1	<1.1
P08-18	201	<1.1	4.0
P09-18	<1	<1.1	<1.1
P10-18	<1	<1.1	<1.1
P11-18	<1	<1.1	<1.1
P12-18	<1	<1.1	<1.1

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio ANALISA zona 10 durante el mes de junio 2015.

*UFC: unidades formadoras de colonias, ** NMP/100mL: número más probable por cien mililitros.

Los parámetros en los recuentos aeróbicos no deben exceder mayor de 200 Unidades Formadoras de Colonia ya que representa un riesgo a la salud, se puede observar en la tabla 12 que el expendio P08-18 presenta elevados 2 parámetros microbiológicos por lo que esta muestra está rechazada.

9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El agua pura envasada analizada en cada expendio se presume que fue sometida a un tratamiento para hacerla apta para el consumo humano. Para dicho cometido debe considerarse los parámetros físicos, químicos y microbiológicos que garanticen la calidad del agua comercializada, para evitar consecuencias en la salud del consumidor. (Acuerdo Gubernativo 113-2009, art. 5).

El agua para consumo humano en la mayoría de purificadoras analizadas tanto en la primera toma y la segunda toma de muestra en las zonas 5 y 18 presentan características físicas, químicas y microbiológicas con poco intervalo de diferencia; es decir que al evaluarlas en conjunto se observa un comportamiento de los valores con variaciones poco alarmantes, aunque existen algunas con valores dentro de los límites permisibles se pudo observar otras que se alejan de los límites establecidos en la Norma COGUANOR 29005:99, que pueden ser relevantes para la salud por lo cual se rechazan.

Cabe mencionar que los parámetros establecidos en la norma COGUANOR 29005:99 son mucho más de los que se presentan en esta investigación, sin embargo, por cuestiones de costos en el presente análisis se tomaron en cuenta únicamente aquellos de mayor significancia y los parámetros más analizados en promedio por los laboratorios de referencia. (Norma COGUANOR 29005:99).

Al analizar los resultados de la tablas 1 a la 4, se puede observar las características físicas del agua comercializada en la zona 5 y se encuentran varios expendios fuera de los rangos permisibles de la norma COGUANOR 29005:99, tales expendios como el P04-05 que presenta una elevación en los valores en los análisis realizados tanto en las características físicas de color y turbidez, en ambas repeticiones del estudio; en caso de los expendios P01-05, P03-05, P06-05, P11-05, P12-05, P13-05 no se encuentran sobre los límites aceptables en cuanto a turbidez, en por lo menos un muestreo del estudio, por lo cual al estar alterados se rechazan

las muestras, considerándose no apta para el consumo humano, la posible causa en la elevación de estos parámetros reflejan que una mala manipulación en las condiciones de envasado, o los estándares de higiene tanto de sus instalaciones y del sistema de purificación y envases no son adecuados. Dichos valores no reflejan la totalidad de las condiciones de la zona analizada, pues de la población muestreada se tiene un total de 7 expendios rechazados por amenos un parámetro de la norma.

El estado de la mayoría de los expendios en relación a las sustancias químicas inorgánicas presentes en las muestras, nuevamente no sobrepasan en su mayoría los límites máximos admisibles, únicamente se detecta una elevación del cloro libre en las muestras P04-05, P05-05, P07-05 y P011-05 sobre el límite, sin embargo, nuevamente la muestra P04-05 presenta la mayor elevación sobre el límite como se pudo observar en la comparación de las Tabla de resultados 3 y 4; lo cual indica que posiblemente como medida es agregado en exceso, para enmascarar las posibles deficiencias de la purificadora, se podría también evaluar la fuente de donde proviene el agua para determinar el estado del Cloro en dicho lugar, pero este aspecto no fue evaluado en el presente estudio. (Jiménez A., 2008)

El análisis microbiológico tanto por el número más probable y nos releva si la muestra se encuentra contaminadas por microorganismos que pueden ser perjudiciales a la salud del consumidor al analizar los resultados representados en las tablas No. 5 y No. 6 se pudo observar que sí existe diferencia entre los dos muestreos tanto en la muestra P01-05 Y P013, debido que en el segundo muestreo presentan resultados que se consideran muestras de agua perjudiciales a la salud del consumidor, no solo por recuento bacteriano elevado sino además por la presencia de coliformes y *E.coli*.

Cabe resaltar que el incremento bacteriano se ve afectado en temporada de lluvia y cambios climáticos, por lo que en esta época los cuidados de higiene deben mejorarse, pues un brote de microorganismos oportunistas es muy probable que

ocurra. Si se basa en las condiciones climatológicas en el periodo de la toma de muestra analizadas corresponde en un periodo de lluvia, los métodos y procesos de purificación deben de ser los óptimos y así evitar la comercialización de agua contaminada, ya repercute indiscutiblemente en la salud del consumidor. (Organización Mundial de la Salud, 2004)

Como se pudo observar en la zona 18, los parámetros con respecto a las características físicas no reflejan un incremento en sus resultados tanto en la primera toma de muestra como en la segunda lo que hace que sean aptas para el consumo humano a excepción de algunos expendios.

Los resultados de las Tablas 9 y 10 representan el resultado químico de sustancias inorgánicas de las muestras analizadas que son de relevancia para la salud del consumidor, los cuales no presentan ningún valor alterado por lo cual se considera que el tipo de agua para consumo humano es apta para ello.

Los resultados presentados en las Tablas 11 y 12 con respecto a las características microbiológicas del agua envasada para consumo humano donde se observó que la mayoría de las muestras analizadas se encuentran dentro de los parámetros establecidos, a excepción de la muestra P 08-18 donde los resultados se encuentran fuera de los límites permisibles en ambas muestras, por lo cual la hace rechazable, tal efecto posiblemente se debe a que el expendio no cumple con todos los métodos requeridos para la purificación del agua pura, siendo ellos la remoción de sólidos, intercambio de gases y desinfección, (Acuerdo Ministerial No. 1148-2009, art. 6, 7 ,14 -15).

Si se realiza una comparación entre los resultados de la zona 5 y 18 se puede observar que en la zona 18 los resultados no muestran mucha variación entre la primera y segunda toma de muestra ya que solo el resultado del código P08-18 presenta una variación en el análisis microbiológico como se muestra la tabla No. 11 y No.12, evidenciando un incremento en los parámetros de recuento aeróbico total y

recuento de *E. coli*, lo que puede repercutir en la salud del consumidor ya que no se encuentra entre los parámetros permitidos en la norma COGUANOR 29005:99.

La fuente de donde proviene el agua que se expende las zonas 5 y 18 de la ciudad capital de Guatemala, no fue analizada en el presente estudio, sin embargo, se puede concluir que la fuente es buena, ya que indirectamente los resultados generales lo reflejan. Cabe resaltar que, si se tomaran en cuenta más puntos de muestreo de manera aleatoria en distintas zonas de la ciudad capital y analizar todos los parámetros indicados en la norma establecida, se obtendrían datos aún más exactos de la calidad de agua que se expende para consumo humano.

10. CONCLUSIONES

- Los valores microbiológicos en promedio son aceptables para la mayoría de las muestras de agua de los expendios de la zona 5 de la ciudad capital de Guatemala, con excepción de P01-05, P04-05, P10-05, P13-05, que no cumplen con los valores máximos de la Norma COGUANOR 29005:99.
- Los valores microbiológicos son aceptables para la mayoría de las muestras de agua de los expendios de la zona 18 de la ciudad capital de Guatemala, con excepción de P08-18, que no cumplen con los valores de recuento arábico total, coliformes y *E. coli*, establecidos en la Norma COGUANOR 29005:99.
- Los valores fisicoquímicos de las muestras tomadas en expendios de la zona 5 reflejan que los expendios P01-05, P02-05, P03-05, P04-05, P05-05, P06-05, P07-05, P11-05, P12-05, P13-05 están rechazados, por no cumplir con los parámetros establecidos en la Norma COGUANOR 29005:99
- Los valores fisicoquímicos de las muestras tomadas en la zona 18 reflejan el expendio P06-18 no cumple con la Norma COGUANOR 29005:99, por lo cual se rechazó

11.RECOMENDACIONES

- Para un próximo estudio se puede monitorear microbiológicamente las superficies y equipos para establecer su estado higiénico
- Hacer un estudio de las fuentes primarias de las purificadoras para evaluar la calidad del agua de este punto, para indagar si la misma influye en las muestras a evaluar y determinar la importancia de una purificadora.
- Se debe evaluar los diferentes métodos de purificación y desinfección de los expendios para ver si influyen en los resultados de posteriores análisis.
- Las purificadoras con recuentos microbiológicos sobre el límite máximo deben tomar medidas inmediatas y monitorear sus puntos críticos de purificación y envasado para evitar ser un foco de contaminación.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Public Health Association. (2012). Standard methods for the examination of water and wastewater, 22th Edition. Recuperado de <http://www.standardmethods.org>

Campos, C. (2003). Indicadores fecales en aguas: agua potable para las comunidades rurales, reúso y tratamiento avanzados de aguas residuales domésticas. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org>

NGO 29005-99. (2009). Agua envasada para consumo humano (48). Ministerio de economía de Guatemala.

Comisión del Códex Alimentarius. (2001). Código de prácticas de higiene para las aguas potables embotelladas/envasadas (distintas de las aguas minerales naturales). Recuperado de <http://www.codexalimentarius.net>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1997). Código internacional recomendado de prácticas – Principios generales de higiene de los alimentos, CAC/RCP 1-19, Rev. 3-1997. Recuperado de <http://www.fao.org>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2001). Código de prácticas de higiene para las aguas potables embotelladas/envasadas, (distintas de las aguas minerales naturales) CAC/RCP 48-2001. Recuperado de <http://www.fao.org>

Hach Company. (2012). Hach water analysis handbook (5th ed.). Recuperado de <http://www.hach.com/wah>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2000). Norma técnica colombiana NTC-3525: Agua Envasada (3rd ed.). Bogotá, Colombia: Icontec.

Jimenez, A. (2008). Determinación de los parámetros fisicoquímicos de calidad de las aguas (Tesis doctoral). Instituto Tecnológico de Química y Materiales “Álvaro Alonso Barba”. Universidad Carlos III, Madrid, España.

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social Guatemala. (2003, mayo 27). Norma Sanitaria No. 002-2003 Norma sanitaria para la autorización y control de fábricas envasadoras de agua para consumo humano. Recuperado de <https://guatemala.eregulations.org/>

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social Guatemala. (2009, abril 20). ACUERDO GUBERNATIVO No. 113-2009. Recuperado de <http://www.mspas.gob.gt/>

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social Guatemala. (2009, julio 22). ACUERDO GUBERNATIVO 178-2009 “Reglamento para la Certificación de la Calidad del Agua para Consumo Humano en Proyectos de Abastecimiento”. Recuperado de <http://www.mspas.gob.gt/>

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social Guatemala. (2009, marzo 30). Acuerdo Ministerial N0. 1148-09 Manual de Normas Sanitarias que establecen los procesos y métodos de purificación de agua para consumo humano. Recuperado de <http://www.mspas.gob.gt/>

Norma Mexicana NOM-092-SSA1-1994. (1995, noviembre 10). Método para la cuenta de Bacterias Aerobias en Placa. Norma Oficial Mexicana. Recuperado de <http://www.gob.mx/salud>

NORMA MEXICANA PROY-NMX-AA-042-SCFI-2005. (n.d.). Calidad del Agua. Determinación del Numero Más Probable (NMP) de Coliformes totales, Coliformes fecales (Termotolerantes) y Escherichia coli. Recuperado de <http://www.legismex.com.mx/cms/>

Orellana, J. A. (2005). Características del agua potable (Tesis doctoral), Universidad Regional Rosario, Santa Fe, Argentina, Recuperado de <http://www.frro.utn.edu.ar>

Weber, W. J., Bessa, F. J., & Areal, G. R. (2003). Control de la calidad del agua: procesos fisicoquímicos (1st ed.). Barcelona, España: Reverté.

13. ANEXOS

ANEXO 1

Especificaciones y características de la norma Coguanor NGO 29005:99: agua envasada para consumo humano.

2

DIARIO DE CENTRO AMERICA—27 de septiembre de 1999

NUMERO 48



MINISTERIO DE ECONOMIA

Acuérdase aprobar la Norma Guatemalteca Obligatoria COGUANOR NGO 29 005, AGUA ENVASADA PARA CONSUMO HUMANO.

ACUERDO GUBERNATIVO No. 593-99

Guatemala, 30 de julio de 1999.

El Presidente de la República,

CONSIDERANDO:

Que corresponde a la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR), estudiar, elaborar, adoptar y proponer al Organismo Ejecutivo, por conducto del Ministerio de Economía, la aprobación de normas que se consideren de utilidad para el país y contribuyan al desarrollo industrial, estableciendo principios de equidad en las relaciones entre productores y consumidores.

CONSIDERANDO:

Que el Consejo Directivo de la Comisión Guatemalteca de Normas, convocó en su oportunidad a los sectores públicos y privados involucrados en la producción y comercialización de agua potable envasada, así como otras entidades relacionadas con el tema a efecto de que se pronunciaran sobre la propuesta de norma que establece las características y requisitos que debe cumplir el agua envasada para consumo humano.

CONSIDERANDO:

Que consultados los sectores interesados y técnicos en la materia, emitieron opiniones las cuales fueron conocidas por el Consejo Directivo de la Comisión Guatemalteca de Normas y habiéndose sometido a estudio, ese Cuerpo Colegiado, en el punto cuarto, acta 12-99, de fecha 29 de abril de mil novecientos noventa y nueve, emitió la resolución número 6-99, en la que adopta la norma COGUANOR NGO 29 005, AGUA ENVASADA PARA CONSUMO HUMANO. Estando satisfechos todos los requisitos necesarios para la adopción de esta norma, es procedente acordar su aprobación en forma legal.

POR TANTO:

En el ejercicio de las funciones que le confiere el Artículo 183, inciso e) de la Constitución Política de la República de Guatemala y con base en los Artículos 2º, literal b) y 6º. del Decreto 1523 del Congreso de la República, Ley de Creación de la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR).

ACUERDA:

ARTÍCULO 1º. Aprobar la Norma Guatemalteca Obligatoria siguiente: **COGUANOR NGO 29 005, AGUA ENVASADA PARA CONSUMO HUMANO.** Adoptada por la Comisión Guatemalteca de Normas en el punto cuarto, acta 12-99, de fecha 29 de abril de mil novecientos noventa y nueve, resolución número 6-99.

ARTÍCULO 2º. El registro oficial de la norma indicada queda a cargo de la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR).

ARTICULO 3º. El presente acuerdo empezará a regir ocho (8) días después de su publicación íntegra en el Diario Oficial.

COMUNIQUESE

ALVARO ARZÚ



MINISTRO DE ECONOMÍA

JUAN JOSÉ BERRA-CASTILLO



Lidia Rosamaria Cabrera Ortiz
SUB SECRETARÍA GENERAL
PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA
ENCARGADA DEL DESPACHO

CDU 628.103:628.13 NORMA GUATEMALTECA OBLIGATORIA VÍZCO 1999 1/7

AGUA ENVASADA PARA CONSUMO HUMANO COGUANOR
NGO 29 005:99

1. OBJETO

La presente norma tiene por objeto establecer los valores de las características que definen la calidad del agua envasada para consumo humano.

Nota 1. En Guatemala a este producto se le denomina también como agua pura.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma se aplica al agua envasada, proveniente de una fuente que ha sido sometida a tratamientos que la hacen apta para consumo humano. Esta norma no se aplica al agua mineral carbonatada.

3. NORMAS COGUANOR A CONSULTAR

COGUANOR NGO 4 010	Sistema Internacional de Unidades (SI)
COGUANOR NGO 29 001	Agua potable. Especificaciones.
COGUANOR NGO 29 011 h2	Agua. Ensayos físicos. Determinación del color. Método de referencia.
COGUANOR NGO 29 011 h12	Agua. Ensayos físicos. Determinación de la turbiedad.
COGUANOR NGO 29 012 h11	Agua. Determinación de metales. Calcio. Método de referencia.
COGUANOR NGO 29 012 h15	Agua. Determinación de metales. Hierro.
COGUANOR NGO 29 013 h7	Agua. Determinación de constituyentes inorgánicos no metálicos. Cloruro. Método de referencia.
COGUANOR NGO 29 013 h13	Agua. Determinación de constituyentes inorgánicos no metálicos. Fluoruro. Método de referencia.
COGUANOR NGO 29 013 h18	Agua. Determinación de constituyentes inorgánicos no metálicos. Nitrógeno (nitrato).
COGUANOR NGO 29 013 h19	Agua. Determinación de constituyentes inorgánicos no metálicos. Nitrógeno (nitrito). Método de referencia.
COGUANOR NGO 29 013 h23	Agua. Determinación de constituyentes inorgánicos no metálicos. Potencial de hidrógeno (pH). Método de referencia.
COGUANOR NGO 34 039	Etiquetado de productos alimenticios envasados para consumo humano.
COGUANOR NGO 49 016	Productos envasados. Verificación del volumen neto y variaciones permitidas para el mismo.

4. DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA

4.1 Agua envasada para consumo humano. Es el agua envasada que por sus características de origen o por el tratamiento a que ha sido sometida, cumple con los requisitos de esta norma.

4.2 Agua artesiana. Agua que proviene de un pozo perforado en un acuífero confinado, en el cual el agua puede extraerse con o sin bombeo.

4.3 Agua de manantial. Agua derivada de una formación subterránea de la cual el agua fluye naturalmente a la superficie de la tierra.

4.4 Agua de pozo. Es el agua subterránea obtenida de la capa freática

4.5 Agua natural. Se refiere al agua de manantial, mineral, artesiana o de pozo, derivada de una formación subterránea o de agua superficial, y que no es derivada de un sistema municipal o de abastecimiento público.

4.6 Agua subterránea. Agua que se obtiene generalmente de pozos poco profundos y galerías de infiltración y de pozos profundos. Su calidad depende de las formaciones geológicas con las que entra en contacto y casi siempre es clara debido a que es filtrada cuando pasa a través de los diferentes estratos del suelo. Es frecuente que tenga dureza de carbonatos y de no carbonatos.

4.7 Agua superficial. Agua que se encuentra en los lagos, lagunas y corrientes de agua tales como ríos y manantiales. Su calidad depende de las formaciones geológicas con las que entra en contacto y varía con la época del año y las condiciones del tiempo. Contiene sólidos disueltos, sólidos orgánicos e inorgánicos en suspensión y gases disueltos.

4.8 Envase.

4.8.1 Envase primario. Es todo recipiente que tiene contacto directo con el producto, con la misión específica de protegerlo de su deterioro, contaminación o adulteración y de facilitar su manipuleo.

Nota 2. También se le designa simplemente como "envase".

4.8.2 Envase secundario. Es todo recipiente que tiene contacto con uno o más envases primarios, con el objeto de protegerlos y facilitar su comercialización hasta llegar al consumidor final. El envase secundario usualmente es usado para agrupar en una sola unidad de expendio, varios envases primarios.

Nota 2. El envase secundario se denomina también como "empaque".

4.9 Fuente de agua. Cuando se usa en referencia a productos de plantas de agua envasada o agua utilizada en la operación de plantas, se refiere a la fuente de agua si ésta proviene de manantial, pozo artesiano, pozo taladrado, sistemas de agua públicos o comunales. Esta fuente podrá ser aprobada por la autoridad sanitaria correspondiente.

4.10 Tratamiento. Proceso químico, físico o biológico, mediante el cual las sustancias objetables contenidas en el agua, son removidas o transformadas en sustancias inocuas.

5. ESPECIFICACIONES Y CARACTERÍSTICAS

5.1 Características físicas.

Cuadro 1. Características físicas del agua envasada para consumo humano

Característica	Valor máximo admisible
Sabor	No rechazable
Color	<5 unidades (1)
Turbiedad	<0.5 unidades (2)
pH	6.5-8.5
Olor	No rechazable
Sólidos disueltos	<500 mg/L

- (1) Unidad de color en la escala de platino-cobalto.
- (2) En unidades nefelométricas de turbiedad (UNT). Estas siglas deben considerarse en la expresión de los resultados.

5.2 Características químicas.

Cuadro 2. Sustancias inorgánicas con significado para la salud (continuación)

Característica	Valor máximo admisible, en miligramos/litro
Aluminio	0.2
Antimonio	0.006
Arsénico	0.05
Bario	1.0
Berilio	0.004
Cadmio	0.005
Cianuro	0.1
Cloro	<0.1
Cloruro*	250.0
Cobre*	1.0
Cromo	0.05
Fluoruro	1.3
Hierro*	0.3
Manganeso*	0.05
Mercurio	0.001
Níquel	0.1
Nitrato	10.0
Nitrito	1.0
Total Nitrato/Nitrito	10.0
Plata	0.025

Cuadro 2. Sustancias inorgánicas con significado para la salud (conclusión)

Característica	Valor máximo admisible, en miligramos/litro
Selenio	0.01
Sulfato*	250.0
Talio	0.002
Zinc*	5.0

* Estos compuestos están clasificados como contaminantes secundarios del agua para beber, por ejemplo, pueden tener implicaciones estéticas, no relacionadas con la salud

Cuadro 3. Niveles máximos aceptables de sustancias biocidas

Sustancia	Nivel máximo permitido, en miligramos/litro
Alaclor	0.002
Atrazina	0.003
Carbofurano	0.04
Clordano	0.002
Dibromocloropropano	0.0002
Dibromuro de etileno	0.00005
2,4-D Acido diclorofenoxiacético	0.07
Endrin	0.0002
Fenólicos	0.001
Heptacloro	0.0004
Heptacloro epóxido	0.0002
Lindano	0.0002
Metoxicloro	0.04
PCB (Bifenilos policlorados)	0.0005
Acido 2, 4, 5 - triclorofenoxipropiónico	0.01
Toxafeno	0.003

Cuadro 4. Sustancias orgánicas volátiles

Sustancia	Límite máximo permitido, en miligramos/litro
Benceno	0.005
Cloruro de vinilo	0.002
o-diclorobenceno	0.600
p-diclorobenceno	0.075
1,2 - dicloroetano	0.005
1,1 - dicloroetileno	0.007
1,1,1 - tricloroetano	0.200
cis - 1,2 - dicloroetileno	0.070
trans - 1,2 - dicloroetileno	0.100
1,2 - dicloropropano	0.005
Estireno	0.100
Etilbenceno	0.700
Monoclorobenceno	0.100
Tetracloruro de carbono	0.005
Tetracloroetileno	0.005
Tricloroetileno	0.005
Trihalometano	0.010
Tolueno	1.000
Xileno	10.000

5.3 Cuando el agua envasada para consumo humano sea sometida a desinfección por cloración, en el momento de ser envasada deberá cumplir con lo siguiente:

- Contenido máximo de cloro residual libre = 0.1 mg/L

5.4 Cuando el agua envasada para consumo humano sea sometida a desinfección con ozono, en el momento de ser envasada deberá cumplir con lo siguiente:

- Contenido de ozono: 0.2 mg/L - 0.5 mg/L

5.5 **Características microbiológicas.** El agua envasada para consumo humano deberá cumplir con las características microbiológicas que se indican a continuación.

5.5.1 Recuento aeróbico total.

Método de vaciado en placa o filtración por membrana ≤ 200 UFC/ml.

5.5.2 Coliformes totales.

Método de fermentación de los tubos múltiples < 1.1 NMP/100 ml. utilizando 10 tubos de 10 mL ó 5 tubos de 20 mL.

Método Ausencia-Presencia = Ausencia

Método de filtración por membrana = 0 UFC/mL

5.6 **Características radiológicas.** Las características radiológicas del agua envasada se indican en el cuadro 5 siguiente.

Cuadro 5. Características radiológicas del agua envasada para consumo humano

Magnitud	Límite permisible, en becquerel/litro
Radioactividad alfa	0.1
Radioactividad beta	1.0

6. MUESTREO

6.1 Inspección y control. La inspección y verificación de la calidad del agua envasada serán practicadas por el organismo legalmente competente para tal fin, el cual deberá contar con el equipo y el personal técnico competente para llevar a cabo la toma de muestras destinadas a los análisis, la ejecución de los análisis correspondientes y demás requisitos que exige la presente norma. Las muestras se deberán tomar en el comercio.

6.2 Número de unidades de muestreo. El número de muestras que se deben tomar para efectuar los análisis es de 5 (1). En caso de que se detecten problemas de incumplimiento con los requisitos microbiológicos y/o físico-químicos se procederá a realizar un muestreo en la planta envasadora, analizando el número de muestras que se indica en el cuadro 6 siguiente.

Cuadro 6. Número de unidades de muestreo	
Número de envases primarios en el lote (N)	Número de envases a seleccionar (n) (1)
1- 2000	4
2001- 3000	6
3001- 4000	8
4001- 9500	10
9501-15000	12
15001-25000	14
25001-35000	16
> 35000	20

(1) Para las presentaciones de contenidos menores de 1.5 L, el número de muestras a tomar deberá ser tal que permita obtener una muestra compuesta de 4 l. para análisis físico-químicos.

6.3 Procedimiento operatorio

6.3.1 La selección de las unidades de un lote se debe hacer al azar y de manera que se tengan unidades de todas las partes del lote, para realizar la selección se numeran las unidades 1, 2, 3, ..., r comenzando por cualquier unidad y en el orden que se desee y cada errésima unidad constituirá la unidad de muestreo a seleccionar. El valor r resulta de dividir el tamaño del lote (N), entre el número de unidades de muestreo a seleccionar (n).

6.3.2 Para el análisis microbiológico se extrae de cada envase las alícuotas necesarias para el mismo. Para el análisis físico-químico, se prepara una muestra compuesta mediante la mezcla del contenido remanente de volúmenes iguales de todos los envases, para un volumen equivalente a 4 L.

6.4 Criterio de aceptación. Un lote se considerará aceptable si todas las muestras analizadas satisfacen los requerimientos especificados en la presente norma.

7. MÉTODOS DE ANÁLISIS

7.1 Las determinaciones de las especificaciones y características físico-químicas y microbiológicas del agua envasada para consumo humano, deben realizarse de acuerdo con las normas COGUANOR correspondientes, véase capítulo 3. En ausencia de normas COGUANOR podrán emplearse los métodos de la "American Water Works Association" o de otra entidad, reconocida internacionalmente.

8. ENVASE Y ROTULADO

8.1 Envase. Los envases usados para el agua envasada para consumo humano, deberán ser de material inerte que no altere las características físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales del producto, y deberán contar con un sistema de sellado que garantice la inviolabilidad del mismo hasta el momento de su consumo.

8.1.1 Los envases podrán ser de cualquiera de los materiales siguientes:

8.1.1.1 Material retornable:

- Vidrio
- Policarbonato
- Polietilentereftalato (PET)

8.1.1.2 Material no retornable:

- Polietilentereftalato (PET)
- Plásticos de polietileno de alta o baja densidad de grado alimenticio
- Poli (cloruro de vinilo) (PVC) grado alimenticio
- Otros materiales poliméricos de grado alimenticio

8.1.2 Podrán emplearse envases de otros materiales autorizados por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, de acuerdo con los avances tecnológicos en este campo.

8.2 Rótulo o etiqueta. El rótulo o etiqueta deberá cumplir con la norma COGUANOR JR NQO 34 039.

9. CORRESPONDENCIA

Para la elaboración de la presente norma se han tomado en cuenta los siguientes documentos:

- a) International Bottled Water Association Model Bottled Water Regulation, 1998.
- b) Norma Oficial Mexicana NOM-041-SSA1-1993 Bienes y servicios. Agua purificada envasada. Especificaciones sanitarias.
- c) Norma Colombiana ICONTEC 3525 Productos alimenticios. Bebidas no alcohólicas. Agua potable tratada envasada.
- d) Literatura Técnica.

- Última línea -



MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES

Instrumento de Ratificación del ADDENDUM AL ACUERDO DE COOPERACION TECNICA ENTRE EL GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA Y EL GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE FINLANDIA FECHADO 23 DE SEPTIEMBRE DE 1992 Y 22 DE ABRIL DE 1997, SUSCRITO EL 23 DE JULIO DE 1999.

El Presidente de la República,

CONSIDERANDO:

Que con fecha 23 de julio de 1999 se suscribió en la ciudad de Guatemala el ADDENDUM AL ACUERDO DE COOPERACION TECNICA ENTRE EL GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA Y EL GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE FINLANDIA FECHADO 23 DE SEPTIEMBRE 1992 Y 22 DE ABRIL DE 1997.

POR TANTO:

En ejercicio de las funciones que le confiere el artículo 183, inciso o) de la Constitución Política de la República.

ACUERDA:

Ratificar el Instrumento a que se refiere el considerando anterior, el cual deberá publicarse en el Diario Oficial.

Dado en la ciudad de Guatemala, a los veintinueve días del mes de julio de mil novecientos noventa y nueve.

ALVARO ARZU IRIGOYEN

EL MINISTRO DE RELACIONES EXTERIORES

EDUARDO STEIN BARILLAS

Lidia Rosalinda Calero Ortiz
SUB SECRETARÍA GENERAL
PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA
ENCARGADA DEL DESPACHO

ADDENDUM AL ACUERDO DE COOPERACION TECNICA ENTRE EL GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA Y EL GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE FINLANDIA FECHADO 23 DE SEPTIEMBRE 1992 Y 22 DE ABRIL DE 1997

El Gobierno de la República de Guatemala y el Gobierno de la República de Finlandia, en adelante "las Partes".

Deseosas de fortalecer la relación cordial entre ambos países.

Estableciendo como objetivos de la cooperación la promoción de la democracia, los derechos humanos, la igualdad y reducción de la pobreza, así como el apoyo a la promoción del desarrollo sostenible del medio ambiente.

Con el deseo de continuar con las actividades de cooperación para el desarrollo social y económico de Guatemala.

Han acordado, en relación con la contribución de Finlandia al Proyecto, lo siguiente:

ARTICULO I
Resumen

Las Partes acuerdan: extender el Acuerdo de Cooperación Técnica existente entre el Gobierno de la República de Guatemala y el Gobierno de la República de Finlandia de fecha 23 de septiembre de 1992 y la Extensión del Acuerdo de fecha 22 de abril de 1997, para cubrir el período de tiempo necesario para la implementación de la Extensión de la Fase II, 1999-2003, del Proyecto "Manejo y Utilización Sostenible de Bosques Naturales de Coníferas en Guatemala".

El Proyecto será ejecutado de acuerdo con el Documento de Proyecto de fecha junio de 1998 y que se adjunta como Anexo a este Acuerdo y el correspondiente presupuesto, así como de acuerdo con los planes operativos anuales y los presupuestos aprobados por el Consejo Supervisor del Proyecto (anteriormente llamado CAFRO) y el Comité Orientador del Proyecto (anteriormente llamado CAPNA), sin exceder el marco general definido previamente en el Acuerdo mencionado.

ANEXO 2

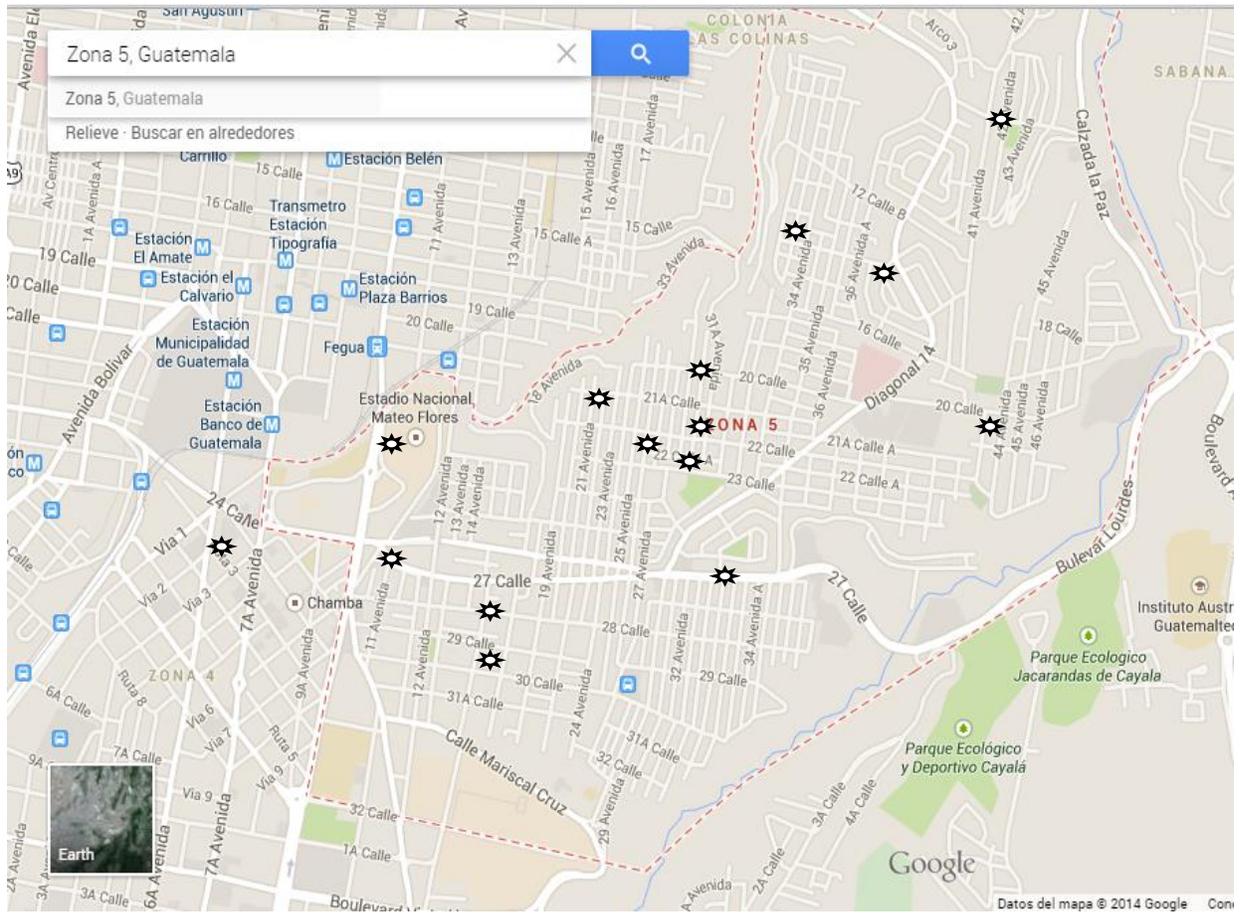
Tabla de Índice del NMP y límite confiable de 95% para varias combinaciones de resultados positivos y negativos cuando se usan: 5 tubos con porciones de 10 cm³ en cada uno, 5 con porciones de 1 cm³ y 5 con porciones de 0.1 cm³

No. de tubos con reacciones positivas			Índice del NMP por 100 cm ³	Límite confiable de 95%		No. de tubos con reacciones positivas.			Índice del NMP por 100 cm ³	Límite confiable de 95%	
1 tubo con 50 cm ³	5 tubos con 10 cm ³	5 tubos con 1 cm ³		Inferior	Superior	1 tubo con 50 cm ³	5 tubos con 10 cm ³	5 tubos con 1 cm ³		Inferior	Superior
0	0	0	< 1								
0	0	1	1	< 0.5	4	1	2	1	7	1	17
0	0	2	2	< 0.5	6	1	2	2	10	3	23
0	1	0	1	< 0.5	4	1	2	3	12	3	28
0	1	1	2	< 0.5	6	1	3	0	8	2	19
0	1	2	3	< 0.5	8	1	3	1	11	3	26
0	2	0	2	< 0.5	6	1	3	2	14	4	34
0	2	1	3	< 0.5	8	1	3	3	18	5	53
0	2	2	4	< 0.5	11	1	3	4	21	6	66
0	3	0	3	< 0.5	8	1	4	0	13	4	31
0	3	1	5	< 0.5	13	1	4	1	17	5	47
0	4	0	5	< 0.5	13						
						1	4	2	22	7	69
1	0	0	1	< 0.5	4	1	4	3	28	9	85
1	0	1	3	< 0.5	8	1	4	4	35	12	100
1	0	2	4	< 0.5	11	1	4	5	43	15	120
1	0	3	6	< 0.5	15	1	5	0	24	8	75
1	1	0	3	< 0.5	8						
						1	5	1	35	12	100
1	1	1	5	< 0.5	13	1	5	2	54	18	140
1	1	2	7	1	17	1	5	3	92	27	220
1	1	3	9	2	21	1	5	4	160	39	450
1	2	0	5	< 0.5	13	1	5	5	240		

Tomado de NOM-AA-42-1987

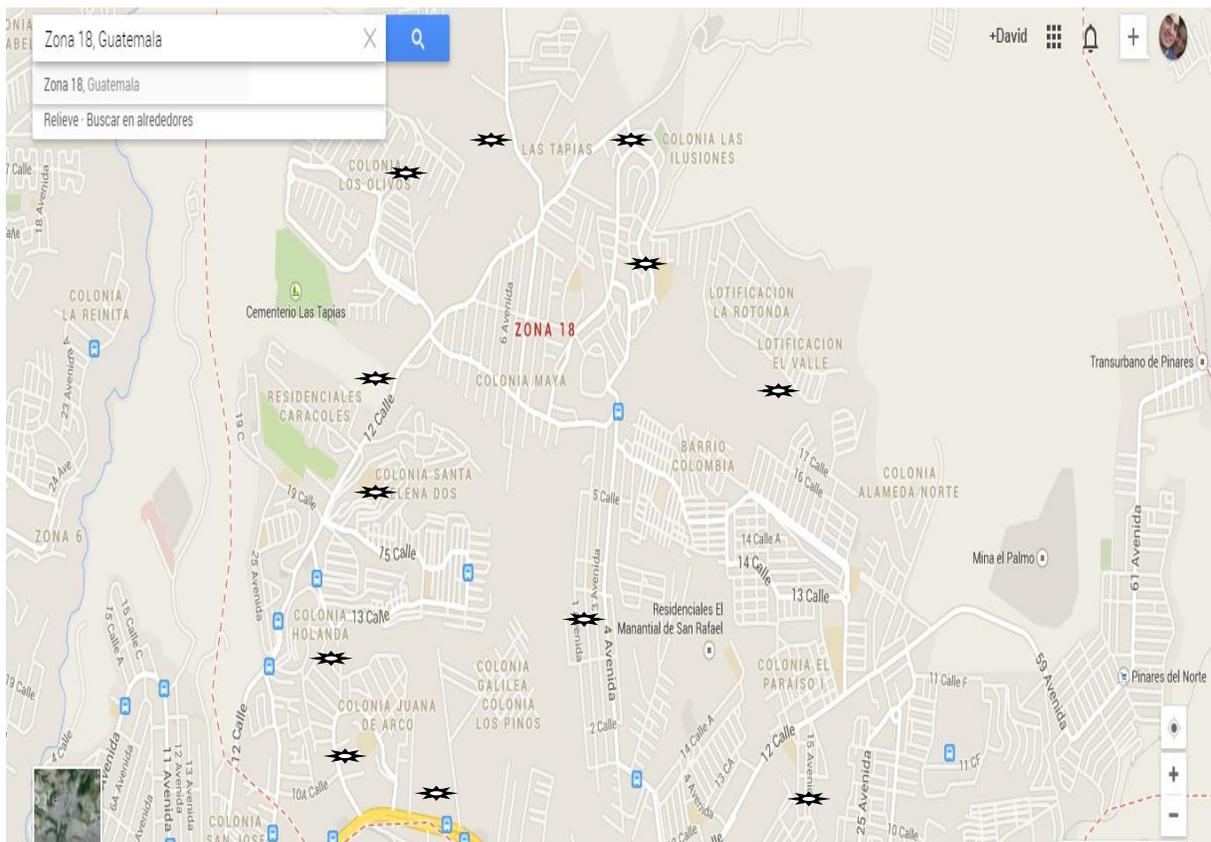
ANEXO 3

Mapa ubicación aproximada de los expendios muestreados en la zona 5 de la Ciudad de Guatemala



ANEXO 4

Mapa ubicación aproximada de los expendios muestreados en la zona 18 de la Ciudad de Guatemala



Paola Ana Antonia Manes Artola

Autor

David Sarg Folgar

Autor

MSc. Martín Néstor Gil Carrera

Autor

MA. Keila Mariana Guerrero Gutiérrez

Revisora

MSc. Alba Marina Valdés de García

Directora Escuela Q.B.

Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda

Decano