



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN
ALIMENTOS
CARRERA DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA



“Desarrollo del Proceso de Desinfección para Agua Embotellada a base de Ozono (O₃) en la Planta de Tratamiento de Agua Envasada de la Empresa Pública- Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato (EP-EMAPA-A)”.

Trabajo de Titulación, modalidad Experiencias Prácticas de Investigación y/o Intervención, previa la obtención del Título de Ingeniero Bioquímico, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos.

Autor: Jonathan Vinicio Gavilanes López.

Tutor: Ing. Mg. Manolo Alexander Córdova Suárez.

Ambato - Ecuador

Marzo- 2017

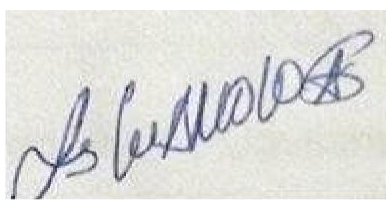
APROBACIÓN DEL TUTOR

Ing. Mg. Manolo Alexander Córdova Suárez.

CERTIFICA:

Que el presente trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto autorizo la presentación de este Trabajo de Titulación modalidad Experiencias Prácticas de Investigación y/o Intervención, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad.

Ambato, 16 de Enero del 2017.

A rectangular box containing a handwritten signature in blue ink. The signature is cursive and appears to read 'Manolo Alexander Córdova Suárez'.

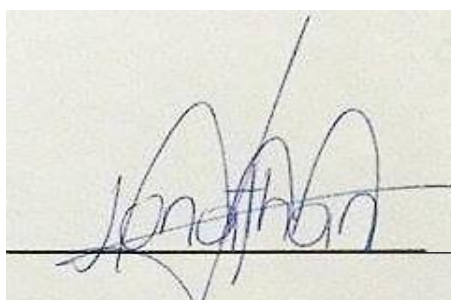
Ing. Mg. Manolo Alexander Córdova Suárez

C.I: 180284250-8

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Jonathan Vinicio Gavilanes López, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, previo la obtención del título de Ingeniero Bioquímico son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas.

A photograph of a handwritten signature in blue ink on a light-colored surface. The signature is cursive and appears to read 'Jonathan'. A horizontal line is drawn across the bottom of the signature.

Jonathan Vinicio Gavilanes López.

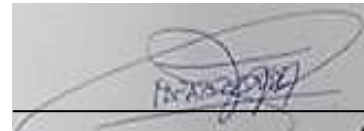
C.I: 050292667-8

AUTOR

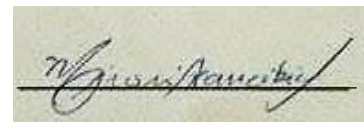
APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación modalidad Experiencias Prácticas de Investigación y/o Intervención, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

Para la constancia firman:



Presidente del Tribunal



Dra. Mirari Yosune Arancibia

C.I: 180214246-1



Lic. Mg. Danae Fernández Rivero

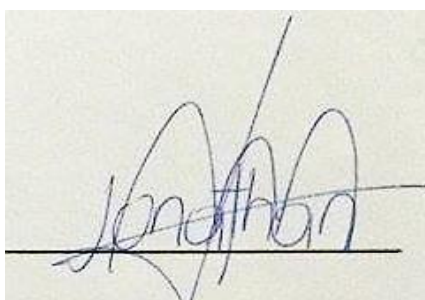
C.I: 175718120-9

Ambato, 14 de Marzo del 2017.

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que considere el presente Trabajo de Titulación o parte de él, como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo su reproducción parcial o total dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

A photograph of a handwritten signature in blue ink on a light-colored background. The signature is cursive and appears to read 'Jonathan'. A horizontal line is drawn across the signature.

Jonathan Vinicio Gavilanes López.

C.I: 050292667-8

AUTOR

DEDICATORIA

A mi Padre:

Por el cariño y apoyo moral que siempre he recibido de su parte, mismos que me han permitido culminar esta carrera universitaria, siendo para mí, la mejor de las herencias.

A mi Madre:

Por impulsarme día tras día hacia el camino de la perfección, y gracias a su amor, apoyo y aliento, hoy he alcanzado uno de mis más grandes sueños.

A mis Hermanos Javier y Lisbeth:

Por ser mi motivo de superación; porque gracias a su cariño y muestras de amor infinito, hoy estoy cumpliendo con lo prometido.

A mi tía abuela Beatriz:

Por sus muestras de ternura a lo largo de estos 24 años, por ser como una segunda madre.

A mis Abues Lastenia E. y María F. de Lourdes:

Porque a pesar que el tiempo nos jugó en contra, hoy mi amor y gratitud infinita está con ustedes. Les extraño mucho y éste logro es para que desde el cielo se sientan orgullosas de mí.

Sabiendo que jamás encontraré la forma de agradecer su constante apoyo y confianza, sólo espero que comprendan que mis aspiraciones, esfuerzos y metas han sido también suyos e inspirados en ustedes.

Los amo.

Jonathan!

AGRADECIMIENTOS

A la Empresa Pública- Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato (EP-EMAPA-A), en especial a la Ing. Catherine Velastegui e Ing. Mg. Jacqueline Ávila, por ser un apoyo fundamental para la realización de este proyecto, por transmitirme sus conocimientos que tan solo a través de la experiencia se pueden adquirir y por ser unas excelentes profesionales y amigas incondicionales.

A la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Carrera de Ingeniería Bioquímica.

A mi Tutor, Ing. Mg. Manolo Córdova, por su apoyo y ayuda en el seguimiento constante de esta investigación. De igual manera al Químico Lander Pérez, Ing. Mg. Dolores Robalino, Ing. Mg. Cecilia Carpio, Ing. Mg. Diego Salazar y Ph.D. Nahir Dugarte por su interés y colaboración en este proyecto.

A Amy Rivadeneira, por ser una persona clave en mi vida, por su cariño y apoyo constante.

A mis amigos: Xavier, Johanna, Cinthia, Paola y Ma. Ángeles por tantos momentos compartidos que solo una amistad verdadera puede brindar.

A Dios, a quien jamás hallaré la manera de retribuirle el que me haya brindado su mano en los fracasos y victorias a lo largo de mi vida, haciendo de este triunfo más suyo que mío, por su amor infinito y por un futuro prometedor.

Gracias!

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT	xix
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1. Tema de Investigación	1
1.2. Justificación	2
1.3. Objetivos... ..	4
1.3.1. Objetivo General... ..	4
1.3.2. Objetivos Específicos	4

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Investigativos	5
2.2. Hipótesis.....	8
2.2.1. Hipótesis Nula	8
2.2.2. Hipótesis Alternativa	8
2.3. Señalamiento de Variables de la Hipótesis... ..	8
2.3.1. Variable Independiente	8
2.3.2. Variable Dependiente	8

CAPITULO II
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	Materiales.....	9
3.1.1.	Materiales y Equipos....	9
3.1.2.	Reactivos.....	10
3.2.	Método.....	11
3.2.1.	Principio del Método Índigo para la Cuantificación de Ozono Residual (HACH 8311).....	11
3.2.2.	Reactivos para determinar la concentración de Ozono Residual... ..	12
3.2.2.1.	Preparación del Blanco	12
3.2.2.2.	Ampollas AccuVac: 0,00- 1,50 mg/L	12
3.2.3.	Medición de la Concentración de Ozono Residual en Muestras de Agua Envasada	13
3.2.4.	Análisis Microbiológico... ..	14
3.2.4.1.	Número Más Probable	15
3.2.4.2.	Placas 3M Petrifilm TM para Recuento de Aerobios Mesófilos	15
3.2.5.	Parámetros establecidos en la Norma NTE INEN 2 200:2008 para Agua Envasada.....	16
3.2.5.1.	Color.....	17
3.2.5.2.	Turbiedad	17

3.2.5.3.	Solidos Totales Disueltos (STD)	17
3.2.5.4.	pH.....	18
3.2.5.5.	Cloro Libre.....	18
3.2.5.6.	Dureza	18
3.2.5.7.	Sabor y Olor.....	18
3.2.6.	Evaluación Sensorial.....	19
3.3.	Diseño Experimental.....	19
3.4.	Análisis Estadístico	20

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Dosificación de Ozono (O ₃) para agua envasada	21
4.1.1.	Unidades de concentración de Ozono	21
4.1.2.	Concentraciones de Ozono.....	22
4.2.	Concentración de Ozono Residual en el Agua Envasada.....	22
4.3.	Demanda de Ozono para Agua Envasada	23
4.4.	Análisis Fisicoquímico del Agua Envasada	24
4.5.	Análisis Microbiológico del Agua Envasada	25
4.6.	Análisis Sensorial del Agua Envasada	26

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	Conclusiones.....	29
5.2.	Recomendaciones.....	30

MATERIAL DE REFERENCIA

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	31
ANEXOS.....	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Concentraciones de Ozono para Agua Envasada	21
Tabla 2. Concentraciones de Ozono Residual para Agua Envasada	22
Tabla 3. Demanda de Ozono para Agua Envasada	23
Tabla 4. Análisis Físicoquímico del Agua Envasada a 0,15mg/L.....	24
Tabla 5. Análisis Microbiológico del Agua Envasada a 0,15mg/L.....	26
Tabla 6. Resultados de la Catación de Agua Envasada a diferentes Concentraciones de Ozono	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Preparación del blanco para O_{3R}	12
Figura 2. Ampollas AccuVac: <u>RANGO</u> : 0,00- 1,50 mg/L.....	13
Figura 3. Medición de O_{3R} en Agua Envasada	14
Figura 4. Reactivos para NMP y Petrifilm para Aerobios Mesófilos.....	14
Figura 5. Plantilla para la siembra de Coliformes (NMP)	15
Figura 6. Placas Petrifilm para Aerobios Mesófilos.....	16
Figura 7. Evaluación Sensorial de las muestras de Agua Envasada a diferentes Dosificaciones.....	19

Figura 8. Concentración de Ozono VS Aceptabilidad mediante el paquete estadístico Infostat	27
--	----

ANEXO A: TERMINOLOGÍA

Terminología.....	37
-------------------	----

ANEXO B: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA PARA AGUA PURIFICADA ENVASADA NTE INEN 2 200: 2008

Ilustración B- 1 Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 200:2008 para Agua Envasada	40
---	----

ANEXO C: MÉTODO DE REFERENCIA: MÉTODO ÍNDIGO HACH 8311

Ilustración C- 1 Método de Referencia: Método Índigo HACH 8311	46
--	----

ANEXO D: CÁLCULOS DEMOSTRATIVOS

Cálculo Demostrativo D- 1 Concentración de Ozono para una Escala de Dosificación de 1,75 g/h	51
Cálculo Demostrativo D- 2 Demanda de Ozono para una Concentración de 0,15 mg O ₃ /L	52

ANEXO E: RESULTADOS

Tabla E- 1 Resultados de la Concentración de Ozono Residual a una dosificación de 0,08 mg O ₃ /L.....	54
Tabla E- 2 Resultados de la Concentración de Ozono Residual a una dosificación de 0,10 mg O ₃ /L.....	55
Tabla E- 3 Resultados de la Concentración de Ozono Residual a una dosificación de 0,13 mg O ₃ /L.....	56
Tabla E- 4 Resultados de la Concentración de Ozono Residual a una dosificación de 0,15 mg O ₃ /L.....	57
Tabla E- 5 Resultados de la Concentración de Ozono Residual a una dosificación de 0,17 mg O ₃ /L.....	58
Tabla E- 6 Resultados Fisicoquímicos en Escala de Dosificación 1,00 g/h: Concentración de Ozono 0,08mg/L.....	59
Tabla E- 7 Resultados Fisicoquímicos en Escala de Dosificación 1,25 g/h: Concentración de Ozono 0,10mg/L.....	62
Tabla E- 8 Resultados Fisicoquímicos en Escala de Dosificación 1,50 g/h: Concentración de Ozono 0,13mg/L.....	65
Tabla E- 9 Resultados Fisicoquímicos en Escala de Dosificación 1,75 g/h: Concentración de Ozono 0,15 mg/L.....	68
Tabla E- 10 Resultados Fisicoquímicos en Escala de Dosificación 2,00 g/h: Concentración de Ozono 0,17 mg/L.....	71

Ilustración E- 1 Informe de Resultados del Análisis Físicoquímico al Agua Envasada: Concentración 0,08mg O ₃ /L, por el Laboratorio de Control de Calidad de la EP- EMAPA-A	74
Ilustración E- 2 Informe de Resultados del Análisis Físicoquímico al Agua Envasada: Concentración 0,13mg O ₃ /L, por el Laboratorio de Control de Calidad de la EP- EMAPA-A	75
Ilustración E- 3 Informe de Resultados del Análisis Físicoquímico al Agua Envasada: Concentración 0,15mg O ₃ /L, por el Laboratorio de Control de Calidad de la EP- EMAPA-A	76
Tabla E- 11 Resultados Microbiológicos en Escala de Dosificación 1,00 g/h: Concentración de Ozono 0,08 mg/L	77
Tabla E- 12 Resultados Microbiológicos en Escala de Dosificación 1,25 g/h: Concentración de Ozono 0,10 mg/L	78
Tabla E- 13 Resultados Microbiológicos en Escala de Dosificación 1,50 g/h: Concentración de Ozono 0,13 mg/L	80
Tabla E- 14 Resultados Microbiológicos en Escala de Dosificación 1,75 g/h: Concentración de Ozono 0,15 mg/L	81
Tabla E- 15 Resultados Microbiológicos en Escala de Dosificación 2,00 g/h: Concentración de Ozono 0,17 mg/L	83
Ilustración E- 4 Informe de Resultados del Análisis Microbiológico al Agua Envasada: Concentración 0,13mg O ₃ /L, por el Laboratorio de Control de Calidad de la EP- EMAPA-A	85

Ilustración E- 5 Informe de Resultados del Análisis Microbiológico al Agua Envasada: Concentración 0,15mg O ₃ /L, por el Laboratorio de Control de Calidad de la EP- EMAPA-A	86
Ilustración E- 6 Tabla para Conteo de Coliformes según la Metodología del NMP: IDEXX Quanti-Tray	87
Ilustración E- 7 Ficha de Catación para Agua Envasada	89
Tabla E- 16 Resultados de la Evaluación Sensorial realizada a 20 panelistas no entrenados	90

ANEXO F: ANÁLISIS DE DATOS

Ilustración F- 1 ANOVA para las 5 Concentraciones de Ozono considerando la Concentración de Ozono Residual mediante el paquete estadístico Infostat	94
Ilustración F- 2 Prueba de Tukey para las 5 Concentraciones de Ozono mediante el paquete estadístico Infostat	94
Ilustración F- 3 Prueba de Duncan para las 5 Concentraciones de Ozono mediante el paquete estadístico Infostat	94
Ilustración F- 4 Gráfico de Barras: Concentración de Ozono VS Concentración de Ozono Residual mediante el paquete estadístico Infostat	95

Ilustración F- 5 ANOVA correspondiente al parámetro OLOR incluido en el Análisis Sensorial a través del paquete estadístico Infostat 95

Ilustración F- 6 ANOVA correspondiente al parámetro SABOR incluido en el Análisis Sensorial a través del paquete estadístico Infostat 95

Ilustración F- 7 ANOVA correspondiente al parámetro ACEPTABILIDAD incluido en el Análisis Sensorial a través del paquete estadístico Infostat 96

Ilustración F- 8 Prueba de Tukey correspondiente al parámetro ACEPTABILIDAD incluido en el Análisis Sensorial a través del paquete estadístico Infostat 96

ANEXO G: PROCEDIMIENTO PARA DOSIFICACIÓN DE OZONO EN AGUA ENVASADA

Procedimiento G-1 Procedimiento para Dosificación de Ozono en Agua Envasada 98

ANEXO G: FOTOGRAFÍAS

Ilustración G-1 Materiales para el Análisis Físicoquímico y Microbiológico del Agua Envasada..... 103

Ilustración G-2 Preparación de muestras para medición de Ozono Residual en el Agua Envasada 103

Ilustración G-3 Muestras analizadas para determinación de O_{3R}103

Ilustración G-4 Muestra de agua envasada sellada en el equipo QUANTI-TRAY SEALER (NMP)	104
Ilustración G-5 Muestras de agua envasada sembradas en Petrifilm para conteo de Aerobios Mesófilos.....	104
Ilustración G-6 Estación de Cata para análisis sensorial del agua envasada.....	104
Ilustración G-7 Agua embotellada a concentración: 0,15mg O ₃ /L...	105
Ilustración G-8 Etiqueta del Agua Envasada por la EP- EMAPA-A.....	105
Ilustración G-9 Instalaciones de la Envasadora de Agua de la EP- EMAPA-A: Planta Tilulúm	105

RESUMEN

Ecuador es uno de los países latinoamericanos con altos índices de consumo para agua embotellada. La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 200:2008 establece los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos requeridos para agua a ser envasada, enfocándose principalmente a salvaguardar la integridad de los usuarios que consumen este producto generalizado a nivel mundial. Esta investigación se realizó al ver la necesidad de la Empresa Pública- Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato (EP-EMAPA-A) por implementar un proceso eficiente de desinfección para agua envasada, es por ello que entre los desinfectantes más eficaces se eligió al Ozono (O_3), considerándose por su alto poder microbicida, tiempos de contacto cortos y mínimas cantidades de subproductos formados. Tomando en cuenta estos criterios, se determinó que la dosis óptima de ozono en agua a ser envasada es de $0,15 \text{ mgO}_3/\text{L}$ (Escala de Dosificación: $1,75 \text{ g/h}$), manteniéndose una concentración de ozono residual equivalente a $0,08 \text{ mgO}_3/\text{L}$ y $0,07 \text{ mg/L}$ como demanda de ozono requerida para desinfectar agua. Estas concentraciones establecidas se encuentran respaldadas mediante previos análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales realizados para constatar la calidad y garantía del agua que será brindada a la comunidad ambateña como un servicio adicional por parte de la EP-EMAPA-A.

Palabras Clave: Dosificación de Ozono, análisis fisicoquímicos, análisis microbiológicos, análisis sensoriales, EP-EMAPA-A.

ABSTRACT

Ecuador is one of the latin american countries with high levels of consumption for bottle water. The Ecuadorian Technical Norm NTE INEN 2 200:2008 establishes the physicochemical and microbiological parameters requested for water to be bottled up, focusing mainly in safeguard the integrity of users who consume this generalized product worldwide. This investigation was done seeing the need of Empresa Publica- Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato (EP-EMAPA-A), for implementing an efficient disinfection process for bottled water, for this reason Ozone (O_3) was chosen between the most effective, considering it's high microbicidal power, short contact times and minimum quantities of by-products formed. Considering these criteria, it was determined that the optimum dose of ozone in water to be bottled is 0,15 mg O_3 /L (Dosage Scale: 1,75 g/h), maintaining a residual ozone concentration equivalent to 0,08 mg O_3 /L and 0,07 mg/L as demand for ozone required to disinfect water. These established concentrations are supported by previous physicochemical, microbiological and sensorial analyzes carried out to verify the quality and guarantee of the water that will be provided to the local community as an additional service by EP-EMAPA-A.

Keywords: Ozone dosage, physicochemical analyzes, microbiological analysis, sensory analysis, EP-EMAPA-A.

INTRODUCCIÓN

La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 200:2008 establece los requisitos que debe cumplir el Agua Purificada Envasada destinada para consumo humano. **(INEN, 2008)** En la actualidad, Ecuador presenta altos índices de demanda para agua embotellada, por lo cual se exige un proceso riguroso y certero en la producción del líquido vital, dirigido principalmente a cumplir con los parámetros de calidad y eficiencia en beneficio de los consumidores. **(De la Fuente, 2013)**

El Ozono (O_3) es un gas volátil presente de forma natural en la atmósfera, de color ligeramente azul y olor característico; es poco soluble en el agua y dependiendo de las características de la misma, se mantiene disuelto por apenas un par de minutos. Las dosis necesarias para desinfectar el líquido vital varían según la calidad del agua, así como la cantidad de ozono que se pierde por volatilización durante su aplicación. **(Martínez, 2016)**

Además, el ozono es el desinfectante de mayor eficiencia microbicida, requiriendo tiempos de contacto bastante cortos. Debido a su gran poder oxidante, el uso de ozono puede ser recomendable en el pretratamiento de agua, considerando un alto porcentaje en la reducción de metales disueltos y la remoción de materia orgánica. **(Vargas, 2004)**

Es por ello que hoy en día, la Ozonización se ha convertido en el método de mayor efectividad para la desinfección de agua y, resaltando su gran poder bactericida y virulicida, es el preferido por las Industrias de Agua Potable y Envasadoras de Agua a nivel mundial. **(HIDRITEC, 2014)**

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1 Tema de Investigación

Desarrollo del Proceso de Desinfección para Agua Embotellada a base de Ozono (O₃) en la Planta de Tratamiento de Agua Envasada de la Empresa Pública- Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato (EP-EMAPA-A).

1.2 Justificación

Cada vez es más habitual observar un incremento en la demanda de agua embotellada requerida por los diferentes mercados de consumo global, lo cual conlleva a exigir un tecnificado proceso de producción de agua, encaminado principalmente a satisfacer los requerimientos de calidad y eficiencia.

Existen diferentes métodos de desinfección del líquido vital, entre los cuales se destaca el tratamiento de agua con Ozono (O₃), resaltando las características oxidantes y/o energéticas propias de este gas aprovechado para eliminar grandes cantidades de sustancias orgánicas o minerales no deseables, así como también a su extremado poder bactericida y virulicida. (**Chávez et al., 2013**)

En los últimos tiempos, el ozono se ha convertido en una herramienta importante para el ingeniero encargado de la calidad del agua, considerando que en la actualidad existen requisitos más estrictos por parte de los agentes reguladores, así como también por parte de los clientes que disponen y consumen de este servicio.

Es por ello que en la actualidad, el ozono es el oxidante y desinfectante de mayor elección por las empresas de agua, calificado por su amplia gama de aplicaciones en cuanto a procesos de desinfección. **(HIDRITEC, 2014)**

De manera específica y resaltando la multifuncionalidad del ozono, la calidad de purificación con este gas en aguas embotelladas es muy superior a la que se consigue con un tratamiento inicial a base de cloro, es así que se alcanza eliminar virus, bacterias y microorganismos (cloro-resistentes). Los nuevos reglamentos para la calidad del agua y en particular la preocupación por los subproductos de la desinfección, como los trihalometanos (THMs), hacen que el uso del cloro ya no sea una opción. **(Skadsen et al., s/f)**

Una de las ventajas más predominantes del uso de ozono frente al cloro, es la rapidez con la que actúa, puesto que permite realizar tratamientos muy efectivos en pocos minutos, cuando para realizar un tratamiento de desinfección a base de cloro es necesario un tiempo de contacto muy superior (horas) y por ende los costos incrementan. Por consiguiente, la elección ideal es un antiséptico potente con bajos niveles de subproductos y además, comparado con otros esterilizantes como las cloraminas y el dióxido de cloro, hacen del ozono es el desinfectante más potente y también el de más rápida acción. **(Deininger et al., 1998)**

Es ahí donde radica la importancia del desarrollo del proceso de desinfección a base de ozono para agua envasada, puesto que es indispensable determinar la dosificación adecuada de este gas para eliminar los agentes patógenos presentes en el agua a ser tratada, así como también es necesario, cuantificar el ozono residual presente en el agua embotellada una vez llevado a cabo el proceso en general.

Este estudio permitió aportar información relevante en cuanto a la efectividad del proceso de desinfección con ozono al agua a ser envasada que la EP-EMAPA-A brindará a la comunidad ambateña como un servicio adicional.

El Laboratorio de Control de Producción de la Envasadora de Agua en la Planta de Tratamiento Tilulúm de la EP-EMAPA-A, a través de este estudio, demostró que la aplicación de Ozono en el proceso de desinfección para agua envasada cumple con las expectativas requeridas a nivel industrial, obteniendo datos experimentales de los ensayos característicos del proceso, involucrando a parámetros químicos, microbiológicos y estadísticos que permitieron comprobar que la desinfección a base de este gas (O_3) es apropiado para su finalidad.

1.3 Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Desarrollar el Proceso de Desinfección para Agua Embotellada a base de Ozono (O_3) en la Planta de Tratamiento de Agua Envasada de la Empresa Pública- Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato (EP-EMAPA-A).

1.3.2. Objetivos Específicos

- Evaluar la dosis óptima de Ozono (O_3) para la desinfección de agua embotellada producida en la planta de tratamiento de agua envasada de la EP-EMAPA-A.
- Verificar la efectividad del proceso de desinfección a través de pruebas microbiológicas.
- Elaborar un procedimiento para la dosificación de ozono en procesos de desinfección para agua embotellada.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes Investigativos

En la actualidad, la aplicación de Ozono (O_3) en procesos de desinfección de agua se ha convertido en una práctica generalizada a nivel mundial, por lo que su desarrollo ha ido incrementando gradualmente a través de los años al observar su fuerte potencial, siendo hoy por hoy el principal mecanismo utilizado para la purificación de agua envasada con fines para consumo humano.

Inicialmente, el ozono es utilizado en la predesinfección del agua, contrarrestando así la presencia de algas e inactivando virus y bacterias existentes en el líquido vital. A nivel microbiológico, este gas ataca a un gran número de constituyentes celulares como proteínas, lípidos insaturados y enzimas respiratorias en las membranas celulares, ácidos nucleicos del citoplasma, entre otros. Es así que en 2001, Khadre y Yousef tras estudios rigurosos, establecieron que la membrana celular de un microorganismo es la primera que se destruye por acción del ozono; este proceso genera dispersión del citoplasma celular y además por su alto potencial de oxidación ataca a las membranas ligadas a las enzimas y glicoproteínas, conduciendo de esta manera a la salida del contenido celular, logrando con ello la destrucción del funcionamiento de la célula e inclusive causando la muerte celular. **(Khadre et al., 2001)**.

Analíticamente, el ozono es requerido para la preoxidación de la materia orgánica e inorgánica en la eliminación de compuestos que proporcionan sabor, olor y color al agua.

Además, es empleado para la eliminación por completo de la turbidez e iones metálicos, e inclusive reduce los niveles de trihalometanos (THMs) y precursores orgánicos relacionados. **(REMTAVARES, 2008)**

El beneficio del ozono como desinfectante es conocido desde 1955, donde se consideró la posibilidad de su utilización como “Antiséptico”, sin embargo no ha sido hasta los últimos años que su empleo ha comenzado a generalizarse en algunas áreas, una de ellas y muy importante, es la purificación del agua. **(Beltrán de Heredia et al., 2002)**

Varios autores concuerdan en que cada vez es más frecuente el control de la contaminación del agua por hidrocarburos, detergentes aniónicos, fenoles, pesticidas, entre otros, mediante el uso de ozono. Este gas (O_3) actúa generalmente sobre estos contaminantes en dosis variables, desde la dosificaciones regulares para eliminar microorganismos, hasta concentraciones extraordinariamente elevadas para tratar sustancias sensibles a la oxidación. **(Singh et al., 2002)**

En este sentido, y al igual que ocurre con la materia orgánica, la presencia de contaminantes puede condicionar la capacidad de eliminación de microorganismos patógenos, por lo que es recomendable potabilizar adecuadamente el agua, eliminando la mayor parte de los contaminantes, a fin de asegurar la mayor eficacia con el tratamiento a base de ozono. **(Beltrán de Heredia et al., 2002)**

El poder desinfectante del ozono es 3000 veces superior a la de otros desinfectantes comúnmente utilizados, además considerándose la rapidez con la que actúa, se deduce que el ozono en el tratamiento de agua presenta múltiples ventajas con respecto al tratamiento con cloro **(HIDRITEC, 2014)**.

Estudios han revelado que la efectividad del ozono varía entre el 99% hasta un 100%, considerando una correcta dosificación, tiempo de contacto y la calidad del agua a tratar. **(Rodríguez, 2003)**

Por otro lado, el ozono puede resultar tóxico en concentraciones elevadas a partir de 10 mg/L para aguas embotelladas. Además existen otros factores que alteran su efectividad, como son el incremento de la temperatura y un pH elevado, por lo que se recomienda un control minucioso de estos factores. **(Jaramillo, 2010)**

Una de las principales desventajas radica en la formación de subproductos bromatados, sin embargo se logra contrarrestar esta situación disminuyendo la dosificación de ozono al proceso general de desinfección. A su vez, se presentan otras alternativas para eliminar la formación de estos subproductos; la primera de ellas se basa en la reducción de la materia orgánica presente en el agua, a través del incremento de la dosificación del coagulante y, como última opción mas no por ello menos importante, la remoción de los subproductos luego del proceso general de desinfección, resultando beneficioso para el control de subproductos biodegradables formados en la ozonización. **(Erazo, 2012)**

Un agua de buena calidad ya sea para consumo humano o para las diferentes actividades económicas es aquella en la cual las sustancias potencialmente tóxicas para la salud humana se eliminan totalmente en el tratamiento previo o se lleva a la máxima concentración permitida por las normas que rigen estos parámetros **(Aponte, 2010)**. En nuestro país, la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 200:2008 es la norma que establece los requisitos que debe cumplir el Agua Purificada Envasada para consumo humano. **(INEN, 2016)**

Es importante puntualizar que el desarrollo de un proceso o de un método radica en confirmar y documentar que los resultados emitidos de la aplicación son confiables.

Sin embargo, aun los procesos bien establecidos necesitan ser verificados por los analistas requiriendo el personal, reactivos y equipos del laboratorio necesarios para verificar la viabilidad, certeza y factibilidad del proceso.

El analista debe familiarizarse con el proceso a llevarse a cabo y asegurarse que ha alcanzado el grado deseado de precisión después de haber analizado rigurosamente un conjunto de muestras analíticas y microbiológicas. Evidentemente entonces, todo nuevo proceso o método debe demostrar su idoneidad. (Vinagre. s/f)

2.2. Hipótesis

2.2.1. Hipótesis Nula

El proceso de desinfección para agua embotellada a base de ozono cumple con la Norma NTE INEN 2 200: 2008.

2.2.2. Hipótesis Alternativa

El proceso de desinfección para agua embotellada a base de ozono no cumple con la Norma NTE INEN 2 200: 2008.

2.3. Señalamiento de Variables de la Hipótesis

2.3.1. Variable Independiente

Dosificación de Ozono (Concentración de O₃).

2.3.2. Variable Dependiente

Determinar la concentración de ozono residual.

Análisis microbiológico.

Análisis sensorial.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

El principal objetivo de los procesos de desinfección para agua envasada se fundamenta en la eliminación de microorganismos que puedan resultar peligrosos para la salud e integridad de los consumidores.

Es así, que el método utilizado para esta investigación se respalda en lo estipulado en el Método Índigo (Método HACH 8311), mismo que se enfoca en la cuantificación de Ozono residual (O_3) para procesos de desinfección de agua, direccionándose en este caso, al agua embotellada.

Es importante mencionar que para cumplir con los parámetros establecidos en la Norma NTE INEN 2 200:2008 para Agua Envasada (Ver ANEXO B: Ilustración B1 Norma NTE INEN 2 200:2008), se realizaron análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales que respalden lo estipulado en esta norma con la finalidad de cumplir con las expectativas de los consumidores y a la vez brindarles un producto de calidad.

3.1. Materiales

3.1.1. Materiales y Equipos

- Dosificador de Ozono
- Espectrofotómetro DR 2800
- Cabina de flujo laminar
- Sellador QUANTI TRAY
- Bandejas para sellador QUANTI TRAY
- Incubadora Microbiológica
- Equipo para Comparación de Color
- Conductivímetro

- Turbidímetro
- pHmetro
- Esparcidor para placas Petrifilm
- Celdas de vidrio
- Tubos Nessler
- Probetas
- Pipetas
- Buretas
- Matraces de Erlenmeyer
- Vasos de precipitación
- Espátula

3.1.2. Reactivos

- Muestras de agua envasada a 5 concentraciones de Ozono (0,08; 0,10; 0,13; 0,15; 0,17 mgO₃/L)
- Muestra de Agua comercial: Agua Cielo
- Ampollas AccuVac para Ozono (O₃):
RANGO: 0,00- 1,50 mg/L
- Placas 3M Petrifilm™ para Aerobios Mesófilos
- IDEXX Colilert/100 mL de muestra para Coliformes totales y coliformes fecales
- DPD (N,N-dietil-p-fenilendiamina)
- Solución Buffer para dureza
- Solución EDTA
- Negro de Eriocromo
- Agua destilada

3.2. Método

3.2.1. Principio del Método Índigo para la Cuantificación de Ozono Residual (HACH 8311)

El Método Índigo se encuentra descrito en el procedimiento 4500 O₃ de Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater y respaldado en el Método 8311 de HACH para Análisis de Aguas, el cual se basa en la determinación de ozono residual en procesos de desinfección de agua.

Este método es aplicable para aguas de lago, aguas provenientes de ríos y vertientes, aguas subterráneas que contengan manganeso, así como también para aguas subterráneas extremadamente duras, aguas residuales domésticas e inclusive para aguas tratadas biológicamente.

De acuerdo con Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater: “El método colorimétrico de índigo es cuantitativo, selectivo y sencillo”. (**CHEMETRICS, 2015**)

FUNDAMENTO: Con el Método Índigo, el trisulfonato de índigo reacciona instantáneamente y cuantitativamente con el ozono (O₃), blanqueando el color azul propio del reactivo en proporción directa a la cantidad de ozono presente en la muestra. En la ampolla se incluye ácido malónico para evitar interferencias de hasta 3 ppm de cloro (**HACH, 2015**). Los resultados se expresan en ppm (mg/L) de Ozono (O₃) (Ver ANEXO C: Ilustración C- 1. Método de Referencia: Método Índigo HACH 8311).

3.2.2. Reactivos para determinar la concentración de Ozono Residual

3.2.2.1. Preparación del Blanco

Se colocaron 40 mL de agua destilada en un vaso de precipitación de 50 mL. Posteriormente se utilizó una ampolla AccuVac del rango 0,00- 1,50 mg/L para O_{3R} , y se sumergió a la misma dentro del agua destilada hasta que se llene y reaccione por completo con el reactivo de índigo. Se agitó al blanco durante 30 segundos y se limpió el exceso de agua de las paredes de la ampolla. Se utilizó el programa 456 para rango alto de ozono residual y en conjunto con el blanco preparado, se encendió el equipo (espectrofotómetro: 546 nm).

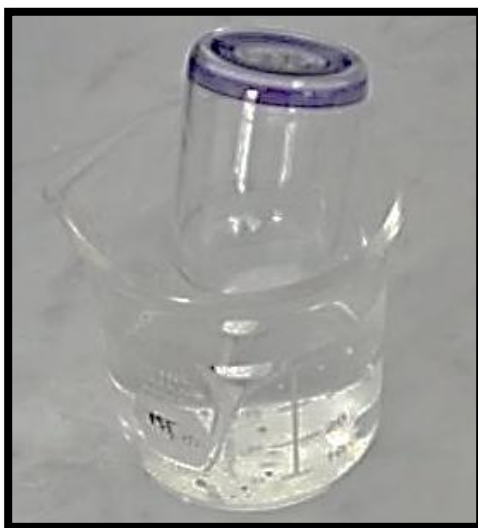


Figura 1. Preparación del blanco para O_{3R}

3.2.2.2. Ampollas AccuVac: RANGO: 0,00- 1,50 mg/L

Hach oferta productos de amplio rango de concentración para ozono residual: 0- 1.50 mg/L de O_3 . Estas ampollitas son de una pulgada de diámetro y están diseñadas para su uso directo en el espectrofotómetro. (HACH, 2015).

Dado que la concentración de ozono se mide por la pérdida de trisulfonato de índigo, se requiere la medición de la absorbancia tanto inicial como final. Para lograr esto, se requiere la medición de una ampolleta de agua libre de ozono (la absorbancia de trisulfonato índigo inicial: blanco) y uno en la muestra (la absorbancia de trisulfonato índigo final). La diferencia de absorbancia se convierte en la concentración de ozono residual. (CHEMETRICS, 2015)



Figura 2. Ampollas AccuVac: RANGO: 0,00- 1,50 mg/L

3.2.3. Medición de la Concentración de Ozono Residual en Muestras de Agua Envasada

Se tomaron 40 mL de cada muestra de agua embotellada en un vaso de precipitación de 50 mL. Empleando una ampolla AccuVac del rango 0,00- 1,50 mg/L para O_{3R} , se sumergió a la misma dentro del agua ozonizada hasta que se llene y reaccione por completo con el reactivo de índigo. Se agitaron las muestras durante 30 segundos y se limpió el exceso de agua de las paredes de la ampolla. Se colocó en el espectrofotómetro previamente encerado considerando el programa 456 de HACH para rango alto de ozono residual y considerando una longitud de onda de 546 nm.

Se midieron las absorbancias que por defecto del equipo y programa utilizado, generan resultados expresados en mg/L O₃. (Ver ANEXO C: Ilustración C- 1. Método de Referencia: Método Índigo HACH 8311).

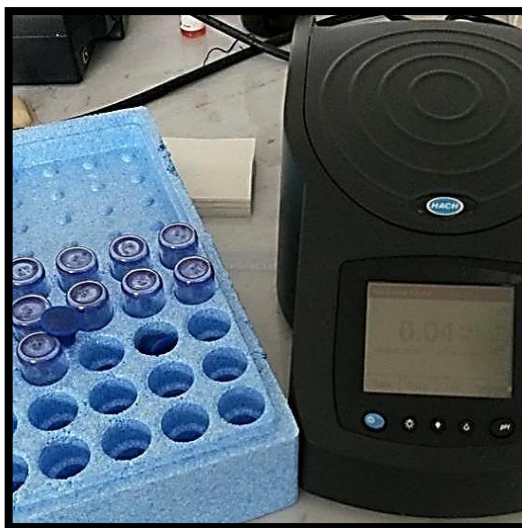


Figura 3. Medición de la Concentración de O_{3R} en Agua Envasada

3.2.4. Análisis Microbiológico

Para determinar el contenido microbiano en las muestras de agua envasada fue necesario aplicar el fundamento del Número Más Probable (NMP) tanto para Coliformes Totales como para Coliformes Fecales; además del uso de Petrifilm para el conteo de Aerobios Mesófilos, respaldando lo anteriormente mencionado según lo estipulado en la Norma NTE INEN 2: 200: 2008 para Agua Envasada, donde se establece estos parámetros microbiológicos.



Figura 4. Reactivos para NMP y Petrifilm para Aerobios Mesófilos

3.2.4.1. Número Más Probable

Para esta metodología se trabajó en conjunto con el equipo sellador QUANTI-TRAY SEALER, por lo que es necesario encenderlo desde el inicio, considerándose 30 minutos de calentamiento del equipo. Seguidamente, se colocaron 100 mL de las muestras de agua envasada en frascos esterilizados y previamente etiquetados. Se añadió el medio de cultivo IDEXX Colilert 250 a las muestras de agua. Se disolvió el medio y se colocaron dichas muestras en los posillos. Posteriormente, se sellaron las muestras cultivadas en el equipo Quanti-Tray Sealer y, finalmente, estas últimas fueron incubadas a 35°C durante 24h. El conteo se realizó en función a las tablas de NMP para dispositivo Quanti-Tray (Ver Anexo E: Ilustración E- 6. Tabla para Conteo de Coliformes según la Metodología del NMP: IDEXX Quanti-Tray).

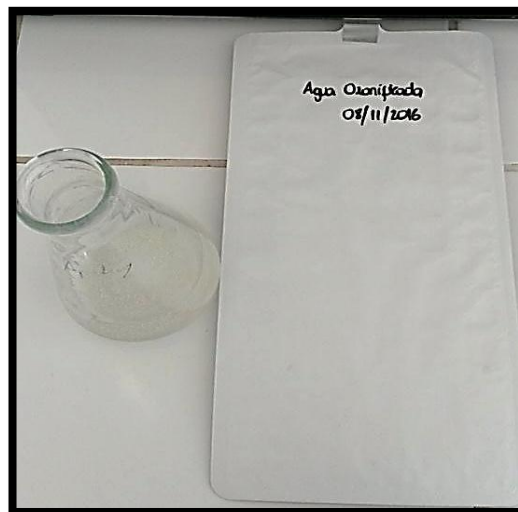


Figura 5. Plantilla para la siembra de Coliformes (NMP)

3.2.4.2. Placas 3M Petrifilm™ para Recuento de Aerobios Mesófilos

Se colocó la placa Petrifilm de 3M sobre una superficie nivelada. Se levantó la película del petrifilm y con la ayuda de una pipeta graduada, se inoculó 1 mL de las muestras de agua envasada.

Con sumo cuidado se deslizó la película superior hacia abajo para que haga contacto con la muestra inoculada. Se colocó el esparcidor de muestra sobre la película encima del inóculo y cuidadosamente se lo presionó con el objetivo de distribuir la muestra por el área circular. Se retiró el esparcidor, levantándolo directamente de la placa. Finalmente se incubaron las muestras de petrifilm a 35 °C durante 48 h.

Los recuentos se expresaron en unidades de NMP/100 mL para el caso de Coliformes Totales y Fecales y en UFC/mL para Aerobios Mesófilos, según lo establecido en la Norma NTE INEN 2 200:2008 para agua envasada.



Figura 6. Placas Petrifilm para Aerobios Mesófilos

3.2.5. Parámetros establecidos en la Norma NTE INEN 2 200:2008 para Agua Envasada

- Previamente a la lectura de los parámetros citados a continuación, se calibraron y verificaron los equipos con los estándares correspondientes a cada uno de ellos.

3.2.5.1. Color

Se llenó un tubo de Nessler de 50 mL con la muestra de agua a ser analizada y otro con agua destilada para realizar la comparación de este parámetro. Seguidamente, se retiró la tapa del lente del comparador de color y se prendió el equipo. Luego, se colocaron tanto el blanco (agua destilada) como la muestra de agua en sus lugares de análisis. Se procedió a efectuar la comparación con los patrones del disco de color que presentan una escala de 0-50 y de 5-100; considerando que la muestra es agua envasada se utilizó el disco de menor amplitud (0-50). La observación se realizó mirando verticalmente hacia abajo a través de los tubos, contra una superficie blanca, considerándose un ángulo tal que la luz se refleje hacia arriba a través de las columnas del líquido. Finalmente se registraron los datos observados.

3.2.5.2. Turbiedad

Se colocaron 10 mL de las muestras de agua envasada en las celdas de vidrios; se verificaron que estas últimas estén completamente limpias y finalmente se leyeron los datos registrados por el equipo en unidades nefelométricas de turbiedad (NTU).

3.2.5.3. Solidos Totales Disueltos (STD)

Se colocaron 100 mL de las muestras de agua envasada a analizar y se introdujo el bulbo del conductivímetro. Finalmente se registró la cantidad de STD equivalentes en unidades de mg/L.

3.2.5.4. pH

Se tomaron 100 mL de las muestras de agua envasadas. Se introdujo el bulbo del pHmetro y se esperó a que el equipo se estabilice. Finalmente se registró las lecturas proporcionadas.

3.2.5.5. Cloro Libre

Se colocaron 10 mL de las muestras de agua envasada en las celdas de vidrio. Posteriormente se añadió 4 gotas de DPD y se leyeron los datos registrados por el equipo en unidades de mg/L.

3.2.5.6. Dureza

Se midieron 50 mL de las muestras de agua envasada en diferentes erlenmeyer. Se añadió 1 mL de la solución de buffer y una punta de espátula de eriocromo. Se agitaron las muestras por 1 minuto y se titularon con EDTA hasta que la solución se volvió azul. Finalmente se registraron los resultados en unidades de mg/L.

3.2.5.7. Sabor y Olor

De acuerdo a lo estipulado en la Norma NTE INEN 2 200:2008 para Agua Envasada, marca como “INOBJETABLE” a estos parámetros, por lo que se decidió realizar un análisis sensorial del agua envasada a diferentes concentraciones de ozono.

3.2.6. Evaluación Sensorial

Para juzgar las distintas concentraciones de ozono en agua envasada, se realizó un análisis sensorial considerando a 20 panelistas escogidos aleatoriamente. Además se expuso en la hoja de cata, tres parámetros importantes a evaluar: Olor, Sabor y Aceptabilidad, de acuerdo a una escala hedónica marcada de 0 a 3 (Ver Anexo E: Ilustración E- 6. Ficha de Catación para Agua Envasada).

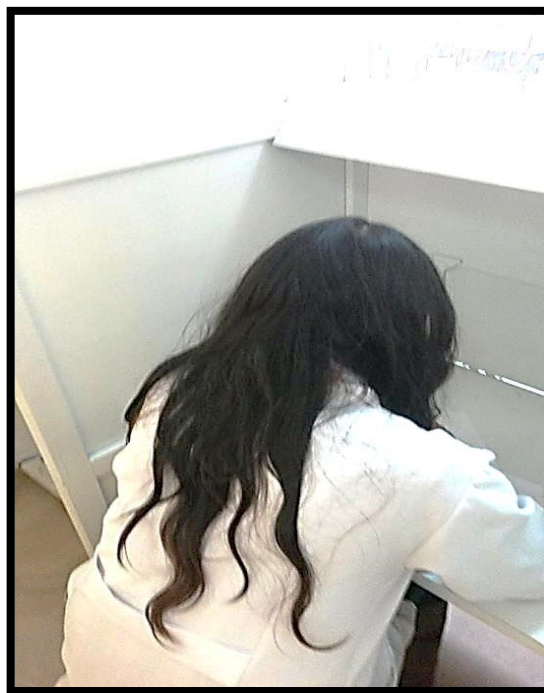


Figura 7. Evaluación Sensorial de las muestras de Agua Envasada a diferentes Dosificaciones

3.3. Diseño Experimental

La presente investigación comprendió dos secciones experimentales. En la primera sección, se evaluó la relación existente entre la dosificación de ozono (5 concentraciones) con el ozono residual en la desinfección de agua envasada. Para ello se utilizó un diseño experimental de un solo factor, considerándose 5 niveles correspondientes a las concentraciones de ozono dosificado (0,08 mg/L; 0,10 mg/L; 0,13 mg/L; 0,15 mg/L y 0,17 mg/L) y el ozono residual como factores de estudio.

Para la segunda parte de este estudio, enfocándose al análisis sensorial, se utilizó el diseño experimental de bloques completamente aleatorizado considerándose a un testigo, con t (tratamientos)= 6, K (tratamientos a evaluarse por los catadores)=3, b (catadores)= 20, r (catadores por muestra)= 10, λ (repeticiones)= 4, según lo descrito por Cochran (1978).

3.4. Análisis Estadístico

Los resultados obtenidos se muestran con un análisis de varianza (ANOVA) de acuerdo a los experimentos realizados. Además de ello, se realizaron pruebas de comparación múltiple a través del test de Tuckey y Duncan. Es importante puntualizar que se consideraron diferencias significativas a partir del 95% de confianza. Para el análisis estadístico se emplearon los programas Infostat Version 2016 y EXCEL® (Ver ANEXO F: Análisis de Datos).

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Dosificación de Ozono (O₃) para agua envasada

El ozono es el gas más utilizado para procesos de desinfección de agua, para ello se encontró la dosificación adecuada de este gas considerándose la calidad y procedencia del agua a tratar, rigiéndose al cumplimiento de cada una de las especificaciones que marca la norma para agua envasada.

4.1.1. Unidades de concentración de Ozono

El generador de ozono presenta una escala de dosificación en unidades de Gramos/ Hora (g/h), sin embargo estas últimas no son unidades representativas de concentración. Es por ello que surgió la necesidad de transformar las unidades iniciales en unidades de concentración, tomándose como variables principales al tiempo de dosificado, a la escala del regulador de dosificación de ozono y a la capacidad del tanque reservorio; de acuerdo a estas consideraciones se logró obtener las unidades de concentración requeridas: Miligramos de Ozono/Litro (mg O₃/L) (Tabla 1).

Tabla 1. Concentraciones de Ozono para Agua Envasada

Escala de Dosificación (g/h)	Concentración de Ozono (mgO₃/L)
1,00	0,08
1,25	0,10
1,50	0,13
1,75	0,15
2,00	0,17

Elaborado por: Gavilanes J. (2017)

Cabe mencionar que este cálculo se efectuó para las cinco concentraciones de ozono establecidas en un inicio con el propósito de desinfectar el agua a ser envasada (Ver ANEXO D: Cálculo Demostrativo D- 1. Concentración de Ozono para una Escala de Dosificación de 1,75 g/h).

4.1.2 Concentraciones de Ozono

De acuerdo a las cinco dosificaciones de ozono a la que fue sometida experimentalmente el agua a ser envasada (Tabla 1), fue necesario ir descartando cada concentración, en función a los resultados fisicoquímicos, microbiológicos y del análisis sensorial, considerando que los resultados experimentales cumplan con los requerimientos establecidos por la norma NTE INEN 2 200:2008 para agua envasada.

4.2. Concentración de Ozono Residual en el Agua Envasada

La concentración de ozono residual en el agua envasada marca un parámetro importante en esta investigación. En la Tabla 2 se demuestra cuantitativamente las concentraciones de ozono residual en función a la dosificación inicial de ozono (Ver ANEXO E: Tabla E- 1 hasta la Tabla E- 5. Resultados de Concentración de Ozono Residual).

Tabla 2. Concentraciones de Ozono Residual para Agua Envasada

Escala de Dosificación (g/h)	Concentración de Ozono (mgO₃/L)	Concentración de Ozono Residual (mgO_{3R}/L)
1,00	0,08	0,02
1,25	0,10	0,04
1,50	0,13	0,06
1,75	0,15	0,08
2,00	0,17	0,10

Elaborado por: Gavilanes J. (2017)

En función a los resultados de la Tabla 2, se puede apreciar que a medida que la dosificación de ozono incrementa, el residual alcanzado también lo hace, deduciéndose que existe una relación directamente proporcional entre concentraciones. Es así que el ozono residual (O_{3R}) indica la concentración que requiere el agua envasada luego de su proceso de desinfección, para mantener intacta la carga microbiana con el objetivo que posteriormente no se regeneren microorganismos que puedan alterar la calidad del agua.

4.3. Demanda de Ozono para Agua Envasada

La demanda de Ozono indica la concentración requerida de este gas para desinfectar en su máximo potencial al agua a ser envasada, además de englobar las características fisicoquímicas y microbiológicas propias del agua. La Tabla 3 demuestra cuantitativamente la concentración equivalente a la demanda de ozono por cada dosificación aplicada al agua embotellada.

Tabla 3. Demanda de Ozono para Agua Envasada.

Concentración de Ozono (mgO ₃ /L)	Concentración de Ozono Residual (mgO _{3R} /L)	Demanda de Ozono (mg/L)
0,08	0,02	0,06
0,10	0,04	0,06
0,13	0,06	0,07
0,15	0,08	0,07
0,17	0,10	0,07

Elaborado por: Gavilanes J. (2017)

De acuerdo a los resultados de la demanda de ozono, se puede observar dos concentraciones preponderantes, 0,06 mg/L y 0,07 mg/L.

Es importante mencionar que estos resultados dependen de la procedencia y calidad del agua a tratar, ya que al tener un agua con mayor carga microbiana la demanda de ozono incrementará relativamente y por ende la concentración del desinfectante será mayor. En el ANEXO D: Cálculo Demostrativo D- 2, se indica la concentración resultante para la demanda de ozono considerando las dosificaciones utilizadas

4.4. Análisis Físicoquímico del Agua Envasada

La norma NTE INEN 2 200:2008 establece seis parámetros físicoquímicos para el análisis de agua envasada, requiriendo: color, turbiedad, sólidos totales disueltos (STD), pH, cloro libre residual y dureza (Tabla 4). Con respecto a las dosificaciones de ozono suministradas en el agua envasada, se generaron resultados positivos y dentro de los rangos establecidos por la norma.

Tabla 4. Análisis Físicoquímico del Agua Envasada a 0,15 mgO₃/L

Día	REP #	Color	Turbiedad (NTU)	STD (mg/L)	pH	Cloro Libre Residual (mg/L)	Dureza (mg/L)
Lun	1	0	0,17	252	7,10	0	0
	2	0	0,18	250	7,12	0	0
	3	0	0,18	250	7,13	0	0
Mié	1	0	0,17	251	7,11	0	0
	2	0	0,17	251	7,13	0	0
	3	0	0,17	252	7,12	0	0
Vie	1	0	0,18	252	7,14	0	0
	2	0	0,18	252	7,12	0	0
	3	0	0,17	251	7,11	0	0

Elaborado por: Gavilanes J. (2017)

En el ANEXO E: Tabla E- 6 hasta la Tabla E- 10, se indican los resultados físicoquímicos para las cinco concentraciones de ozono.

El principal parámetro a considerar fue la turbiedad, ya que a medida que la concentración de ozono incrementaba la turbiedad disminuía, es decir existe una relación inversamente proporcional entre estos factores.

Con respecto al pH existió variabilidad entre mediciones para cada dosificación de ozono, a pesar de ello se consideró la disminución del pH a partir de la dosificación de 0,15 mg/L. Por otro lado, los resultados de los sólidos totales disueltos (STD) se mantuvieron constantes para las concentraciones de ozono aplicadas.

Finalmente, es importante mencionar que tanto los parámetros de color, dureza y cloro libre residual mantuvieron un resultado equivalente a cero, lo cual garantiza la calidad del agua ozonizada y los rangos establecidos en la norma NTE INEN 2 200:2008.

Para respaldar los resultados experimentales, se enviaron las muestras al Laboratorio Acreditado de Control de Calidad de la EP- EMAPA-A (Ver ANEXO E: Ilustración E- 1 hasta Ilustración E- 3. Informe de Resultados del Análisis Físicoquímico para Agua Envasada a diferentes Concentraciones).

4.5. Análisis Microbiológico del Agua Envasada.

De igual manera, la norma NTE INEN 2 200:2008 establece tres requisitos microbiológicos: aerobios mesófilos, coliformes totales y coliformes fecales (Tabla 5).

De acuerdo a las concentraciones de ozono utilizadas para desinfectar el agua envasada considerando los parámetros microbiológicos marcados en la norma, todos fueron cumplidos satisfactoriamente y con resultados equivalentes a cero según lo estipulado por la norma. (Ver ANEXO E: Tabla E- 11 hasta la Tabla E- 15. Resultados Microbiológicos para las diferentes Dosificaciones de Ozono).

Tabla 5. Análisis Microbiológico del Agua Envasada a 0,15 mg O₃/L

Día	REP #	Aerobios Mesófilos	Coliformes Totales	Coliformes Fecales
Lunes	1	0	0	0
	2	0	0	0
	3	0	0	0
Miércoles	1	0	0	0
	2	0	0	0
	3	0	0	0
Viernes	1	0	0	0
	2	0	0	0
	3	0	0	0

Elaborado por: Gavilanes J. (2017)

Para respaldar los resultados microbiológicos, se analizaron las muestras al Laboratorio Acreditado de Control de Calidad de la EP- EMAPA-A (Ver ANEXO E: Ilustración E- 4 hasta la Ilustración E- 5. Informe de Resultados del Análisis Microbiológico para Agua Envasada a distintas Concentraciones).

4.6. Análisis Sensorial del Agua Envasada

El objetivo del análisis sensorial fue seleccionar entre las cinco concentraciones de ozono, la dosificación óptima escogida por los consumidores, considerándose el Olor y Sabor característico que el proceso de ozonización genera en el agua posteriormente a su tratamiento de desinfección y, además analizando el parámetro de Aceptabilidad que engloba a todos los requisitos de esta investigación.

Tabla 6. Resultados de la Catación de Agua Envasada a diferentes Concentraciones de Ozono.

Escala de Dosificación (g/h)	[Ozono] (mgO ₃ /L)	Olor	Sabor	Aceptabilidad
1,00	0,08	Inobjetable	Inobjetable	No Aceptaría
1,25	0,10	Inobjetable	Inobjetable	No Aceptaría
1,50	0,13	Inobjetable	Inobjetable	No Aceptaría
1,75	0,15	Inobjetable	Inobjetable	Aceptaría
2,00	0,17	Inobjetable	Inobjetable	Quizá Aceptaría

Elaborado por: Gavilanes J. (2017)

En la Tabla 6 se observa que en función al análisis sensorial, tanto para los parámetros de Olor y Sabor, los consumidores no encontraron presencia de los mismos considerando las cinco concentraciones de ozono utilizadas, marcando estos parámetros como Inobjetable.

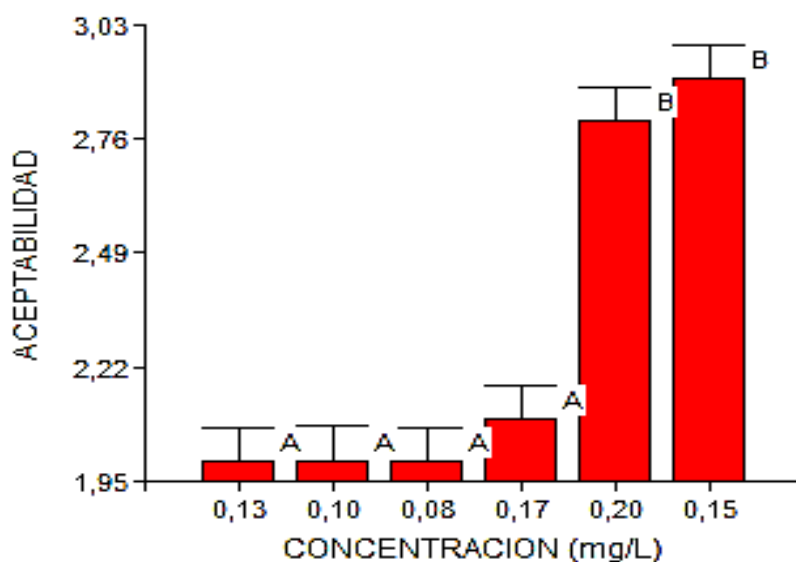


Figura 8. Concentración de Ozono VS Aceptabilidad mediante el paquete estadístico Infostat

En la Figura 8, se encuentra la relación de Aceptabilidad en función a las dosificaciones de ozono, además de un testigo utilizado para este análisis sensorial. Se marcó con la dosificación de 0,20 mgO₃/L al testigo, que en este caso fue el “Agua Cielo”, considerando que el fundamento de desinfección de su agua embotellada es similar al aplicado por la Envasadora de Agua de la EP-EMAPA-A.

Con respecto a lo anteriormente mencionado, se observa una considerable aceptación por parte de los consumidores para el agua envasada a una concentración de 0,15 mg O₃/L, además de la similitud con el testigo, considerándose que es una marca comercial reconocida a nivel nacional lo cual la hace competitiva.

Por otro lado, las concentraciones de 0,08; 0,10 y 0,13 mg O₃/L, no marcan aceptación debido a que durante la filtración del agua se pierden minerales y a una concentración más baja de ozono resulta desagradable para el paladar del consumidor. Sin embargo a concentraciones más elevadas como la dosificación de 0,17 mg O₃/L resulta de cierta manera aceptable a pesar de su bajo porcentaje, según el análisis sensorial realizado a los consumidores.

Es de esta manera que la escala de 1,75 g/h correspondiente a una concentración de 0,15 mg O₃/L fue seleccionada como la dosificación óptima, misma que cumple con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que establece la norma NTE INEN 2 200:2008 para agua envasada y respaldada en los resultados del análisis sensorial (Ver ANEXO E: Tabla E- 16. Resultados de la Evaluación Sensorial realizada a 20 panelistas no entrenados).

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se desarrolló el proceso de desinfección para agua embotellada a base de ozono (O_3) en la Planta de Tratamiento de Agua Envasada de la Empresa Pública- Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato (EP-EMAPA-A).
- Se evaluó la dosis óptima de Ozono (O_3) para la desinfección de agua embotellada producida en la planta de tratamiento de agua envasada de la EP-EMAPA-A, obteniéndose resultados positivos para la dosificación de 0,15 mg O_3 /L (Escala de dosificación: 1,75 g/h; Ozono Residual: 0,08 mg/L; Demanda de Ozono: 0,07 mg/L), respaldándose en las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas llevadas a cabo para el cumplimiento de los rangos establecidos en la norma NTE INEN 2 200:2008, además de un análisis sensorial que marca un precedente en cuanto a la aceptabilidad por parte de los consumidores.
- Se verificó la efectividad del proceso de desinfección a través de pruebas microbiológicas, las cuales fueron realizadas considerando los parámetros que establece la norma, enfocándose al análisis cuantitativo para aerobios mesófilos, coliformes totales y coliformes fecales, donde se obtuvieron resultados dentro de los rangos determinados por la normativa para agua envasada.
- Se elaboró un procedimiento para la dosificación de ozono en el proceso de desinfección para agua embotellada. (Anexo G)

5.2. Recomendaciones

- Dar continuidad a esta investigación para obtener datos analíticos y microbiológicos que generen resultados certeros para las pruebas de anaquel del agua envasada por la EP- EMAPA-A.
- Mantener la concentración de 0,15 mgO₃/L (Escala de dosificación: 1,75 g/h; Ozono Residual: 0,08 mg/L; Demanda de Ozono: 0,07 mg/L), sin variabilidad, considerando que esta dosificación produce agua para consumo humano que cumple con los requerimientos establecidos por la norma y seleccionada por los consumidores en cuanto a aceptabilidad en general.
- De acuerdo al Método Índigo (HACH 8311) es necesario seleccionar el programa correspondiente a Ozono considerando el rango de los reactivos a disposición (Ver Anexo C: Método de Referencia. Método Índigo HACH 8311).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

American Public Health Association, American Water Works Association, Water and Environment Federation. (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Recuperado de: www.mwa.co.th/download/file_upload/SMWW_4000-6000.pdf

Beltrán de Heredia, J., Torregrosa-Anton, J., García- Rodríguez, J. (2002). *Proceso combinado de digestión anaerobia y ozonización para la depuración de aguas residuales de alta carga orgánica Alimentación Equipos y Tecnología*. 21(169):71-77.

Chávez, G., Almagor, L. & Chalan, D. (2013). *Propuesta estratégica y estudio de prefactibilidad para la creación de una empresa dedicada a la producción y venta de botellones de agua purificada*. Universidad Central del Ecuador, Quito.

CHEMETRICS, INC. (2015). *The Measurement of Dissolved Ozone*. Recuperado de: https://www.chemetrics.com/image/data/product/pdf/Measurement_of_Ozone_White_Paper_Final.pdf

Deininger, R., Skadsen, J., Sanford, L. & Myers, A. (1998). *El Agua Potable: Desinfección del Agua con Ozono*. Simposio Regional sobre la Calidad del Agua: Desinfección Efectiva. Lima.

De la Fuente, A. (2013, 05 de febrero). *Una década de cambios en el mercado*. *Revista Lideres. Ec*. Recuperado de: <http://www.revistalideres.ec/lideres/decada-cambios-mercado.html>

Erazo, M. (2012). Tesis de Grado: *“Diseño de una Planta Purificadora y Envasadora de Agua en Santo Domingo de los Tsachilas”*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba- Ecuador. Pp: 28-31

Galvin, MR. (Sin fecha.). *Ensayos con Ozono: Análisis de Aguas y Ensayos de Tratamiento*. Recuperado de: http://www.elaguapotable.com/Ensayos%20con%20Ozono%20_R.pdf

HACH Company. (2015). *Ozono: Método Índigo*. Recuperado de: <http://es.hach.com/>

HACH Company. (2000). *Manual de Análisis de Agua*. Segunda Edición en Español. Recuperado de: www.hach.com/asset-get.download.jsa?id=7639984469

HIDRITEC. (2014). *Desinfección con Ozono*. Recuperado de: <http://www.hidritec.com/hidritec/desinfeccion-con-ozono>

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2014). *Norma Técnica Ecuatoriana: Agua Potable. Requisitos. Primera Edición*. Recuperado de: <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/1108-5.pdf>

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2008). *Norma Técnica Ecuatoriana: Agua Purificada Envasada. Requisitos. Primera Edición*. Recuperado de: <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/2200.pdf>

Instrumentación Científica Técnica, S.L. (I.C.T, S.L.). (2016). *Kit de Ozono*. Recuperado de: <http://www.ictsl.net/analisisdeaguas/kitsanalisisrapidoschemetrics/chemetrics/kitdeozonochemetrics.html>

Jaramillo, C. (2010). Tesis de Grado: *“Desinfección del Agua para Consumo Humano”*. Escuela Politécnica Nacional. Quito- Ecuador. Pp: 66.76

Khadre, M.; Yousef, A.; Kim, J. (2001). *Microbiological Aspects of Ozone Applications in Food*. *Journal of Food Science*. Institute of Food Technologist. Washington, D. C.- Estados Unidos de America. Pp: 1242-1252

Martínez, E. (2016). *Ozono: Antecedentes*. Capítulo 2. Recuperado de:
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/martinez_e_fl/capitulo2.pdf

Montgomery D. (2008). *Diseño y Análisis de Experimentos*. Segunda Edición. Editorial Limusa S.A. DF- México. Pp: 163- 165.

Norma Guatemalteca Obligatoria COGUANOR NGO 29005:99. (1999). *Agua Envasada Para Consumo Humano*. Recuperado de:
<http://www.ecosistemas.com.gt/wp-content/uploads/2015/07/02-COGUANOR-NGO-29005-Agua-ensuada.pdf>

Red Madrileña de Tratamientos Avanzados para Aguas Residuales con Contaminantes no Biodegradables (REMTAVARES). (2008). *Aplicación de la Ozonización en el Tratamiento de Aguas: Descripción y Funcionamiento*. Recuperado de:
<http://www.madrimasd.org/blogs/remtavares/2008/01/16/82477>

Rodríguez, J. (2003). *El Ozono y la Desinfección del Agua*. Recuperado de: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnología/2003/05/27/6613.php>.

Saltos, H. (2010). *Sensometría: Análisis en el Desarrollo de Alimentos Procesados*. Primera Edición. Editorial Pedagógica Freire. Riobamba- Ecuador.

Singh, N., Singh, R., Bhunia, A., Stroshine, R. (2002). *Efficacy of chlorine dioxide, ozone, and thyme essential oil or a sequential washing in killing Escherichia coli O157:H7 on lettuce and baby carrots*. Food Science & Technology-Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie. 35:720-729.

Skadsen, J., Sanford, L., Myers, A. & Deininger, R. (Sin fecha). *Ozono*. Universidad de Michigan, Estados Unidos.

Vargas, L. (2004). *Tratamiento de Agua para Consumo Humano: Plantas de Filtración Rápida*. Manual I: Teoría. Tomo I: Capítulo 10: Desinfección. Lima- Perú. Pp: 153- 160.

Vinagre J. (Sin fecha). *Calidad de Métodos Analíticos*. Recuperado de: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ah833s/AH833S07.pdf>

ANEXOS

ANEXO A

TERMINOLOGÍA

Cloraminas (NH₂Cl)

Es un desinfectante altamente inestable en forma concentrada producto de la combinación de cloro y amoniacó en una proporción determinada.

Dietil-p-fenilen-diamina (DPD)

Es el reactivo utilizado para la determinación de cloro residual en el agua. Los compuestos que reaccionan con DPD proporcionan una coloración rosa en su forma oxidada que puede ser medida colorimétricamente.

Dosis Óptima de Ozono

Es la cantidad necesaria de ozono para desinfectar el agua, considerando los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos establecidos en la norma para agua envasada.

Norma NTE INEN 2 200:2008

Es la Norma Técnica Ecuatoriana para Agua Purificada Envasada en la cual se establece los requisitos que debe cumplir esta agua destinada para consumo humano.

Ozono (O₃)

Es el gas de mayor uso a nivel mundial para desinfectar agua a ser embotellada. Uno de los principales beneficios de su empleo es la conversión de ozono en oxígeno, sin dejar ningún residuo químico perjudicial en el agua.

Ozono Residual (O_{3R})

Es la cantidad de ozono que se requiere para mantener las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del agua posterior al proceso de desinfección utilizando este gas.

Preoxidación

Es el proceso en el cual se añade un agente oxidante al agua cruda con el objetivo de eliminar la materia orgánica. Esta etapa es de gran importancia ya que facilita la floculación y filtración, además de la proliferación de algas y microorganismos.

Solidos Totales Disueltos (STD)

La determinación de solidos totales disueltos establece cuantitativamente el total de residuos sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos). Un agua para consumo humano con alto contenido de STD puede causar un sabor desagradable al paladar y más allá puede inducir una reacción fisiológica adversa al consumidor.

Trihalometanos (THMs)

Son subproductos de desinfección, volátiles y tóxicos, que resultan de la cloración del agua.

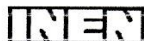
Unidades Nefelométricas

Expresada generalmente con el acrónimo NTU, es la unidad utilizada para medir la turbidez de un fluido, solo en líquidos y no aplicable para gases o atmósfera.

ANEXO B

**NORMA TÉCNICA
ECUATORIANA PARA
AGUA PURIFICADA
ENVASADA
NTE INEN 2 200: 2008**

**Ilustración B- 1 Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 200:2008
para Agua Envasada**



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

**NTE INEN 2 200:2008
Primera revisión**

AGUA PURIFICADA ENVASADA. REQUISITOS.

Primera Edición

PACKED PURIFICATE WATER. SPECIFICATIONS.

First Edition

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, bebidas, bebidas no alcohólicas, aguas.
AL 04.04-405
CDU: 614.777.620.113
CIJU: 4200
ICS: 67.160.20

Continuación

CDU: 614.777.620.113
ICS: 67.160.20



CIIU: 4200
AL 04.04-405

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	AGUA PURIFICADA ENVASADA. REQUISITOS.	NTE INEN 2 200:2008 Primera revisión 2008-08
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el agua purificada envasada para consumo humano.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica también a las aguas purificadas mineralizadas envasadas, se excluyen las aguas minerales naturales, las aguas de fuente y las aguas purificadas de uso farmacéutico.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Agua purificada envasada. Se considera agua purificada envasada, carbonatada o no, a las aguas destinadas al consumo humano que sometidas a un proceso fisicoquímico y de desinfección de microorganismos, cumple con los requisitos establecidos en esta norma y es envasada en recipientes de cierre hermético e inviolable, fabricados de material grado alimentario.</p> <p>3.2 Agua purificada mineralizada envasada. Se entiende al producto elaborado con agua purificada adicionada de minerales de uso permitido, carbonatada o no y es envasada en recipientes de cierre hermético e inviolable, fabricados de material grado alimentario.</p> <p style="text-align: center;">4. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>4.1 Los cierres de los envases utilizados para el agua purificada deben ser herméticos y garantizar que el envase no ha sido abierto después de llenado y antes de la venta al consumidor.</p> <p>4.2 Las instalaciones destinadas a la producción y envasado, deben ser apropiadas para excluir toda posibilidad de contaminación; con este objeto y en particular:</p> <ul style="list-style-type: none">a) las tuberías y los depósitos deben estar contruidos con materiales inertes y de modo tal que impidan el ingreso de sustancias extrañas en el agua;b) las instalaciones destinadas al lavado de los envases retornables y las destinadas a producción deben satisfacer los requisitos de Buenas Prácticas de Manufactura y las disposiciones sanitarias vigentes. <p style="text-align: center;">5. REQUISITOS</p> <p>5.1 Requisitos específicos</p> <p>5.1.1 Requisitos de materia prima. Los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua previa al proceso de purificación debe cumplir con los requisitos de la NTE INEN 1 108.</p> <p>5.1.2 Requisitos de producto. El agua purificada envasada o el agua mineralizada purificada envasada deben cumplir con los requisitos físicos establecidos en la tabla 1.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <p>DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, bebidas, bebidas no alcohólicas, aguas.</p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17 01 - 999 - Baquerizo Moreno EB-29 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

Continuación

NTE INEN 2 200

2008-08

TABLA 1. Requisitos físicos del agua purificada envasada o agua purificada mineralizada envasada

REQUISITOS	Mínimo	Máximo
Color expresado en unidades de color verdadero (UTC)	--	5
Turbiedad expresada en unidades nefelométricas de turbiedad NTU	--	3
Sólidos totales disueltos expresados en mg/l:		
- Agua purificada envasada	--	500
- Agua purificada mineralizada envasada	250	1000
pH a 20°C:		
- no carbonatada,	6,5	8,5
- carbonatada,	4,0	8,5
- proceso de ósmosis y destilación	5,0	7,0
Cloro libre residual, mg/l	0,0	0,0
Dureza, CaCO ₃ , mg/l	-	300
Olor y sabor	inobjetable	

5.1.3 El agua purificada envasada o el agua purificada mineralizada envasada debe cumplir con los requisitos microbiológicos indicados en la tabla 2.

TABLA 2. Requisitos microbiológicos para muestra unitaria o de anaquel

	Límite máximo
Aerobios mesófilos, UFC/ml	$1,0 \times 10^2$
Coliformes NMP/100 ml	< 1,8
Coliformes UFC/100ml	< $1,0 \times 10^0$

NOTA: Los valores < 1,8 y < $1,0 \times 10^0$ significan ausencia, o no detectables

5.1.4 La cantidad máxima de sustancias inorgánicas, orgánicas, elementos radiactivos y de residuos de plaguicidas debe cumplir con lo indicado en la NTE INEN 1 108.

6. INSPECCIÓN

6.1 Muestreo

6.1.1 El muestreo en planta para la determinación de los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos se efectuará de acuerdo con lo indicado en la NTE INEN 1 077.

6.1.2 Las muestras en anaquel se tomarán de un mismo lote y en la cantidad que la técnica de análisis lo requiera.

6.2 Aceptación o rechazo

6.2.1 Se aceptará la muestra o los lotes que cumplan con todos los requisitos indicados en esta norma, caso contrario se rechazará.

(Continúa)

7. MÉTODOS DE ENSAYO

7.1 Los métodos de ensayo utilizados para los análisis que se especifican en esta norma serán los métodos normalizados para el agua potable y residual (Standard Methods) especificados en su última edición.

8. ENVASADO

8.1 Los envases utilizados deben presentar cierre seguro e inviolable, de modo que no se evidencien pérdidas de su contenido como consecuencia de los procesos propios del transporte y almacenamiento de los mismos.

8.2 Los envases retornables o no retornables y las tapas deben ser de materiales de calidad grado alimenticio, certificados por el fabricante o proveedor.

8.3 Los envases retornables antes de ser nuevamente utilizados deben ser completamente sanitizados.

8.4 El agua purificada envasada se puede comercializar en envases de hasta 20 litros.

9. ROTULADO

9.1 El rotulado del producto debe cumplir con lo establecido en la NTE INEN 1 334-1 y además debe indicar lo siguiente:

- a) En los envases de presentaciones superiores a 10 litros se debe poner la leyenda: "Después de abierto el envase, consúmase dentro de los diez días siguientes".
- b) Si el envase es retornable o no.
- c) El tipo de tratamiento al que ha sido sometida el agua para su purificación.

(Continúa)

Continuación

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 2 200 Primera revisión	TÍTULO: AGUA PURIFICADA ENVASADA. REQUISITOS.	Código: AL 04.04.405
---	--	--------------------------------

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 1998-10-08 Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Acuerdo No. 980131 de 1998-11-11 publicado en el Registro Oficial No. 70 de 1998-11-19 Fecha de iniciación del estudio:
--	---

Fechas de consulta pública: de _____ a _____

Subcomité Técnico: **Agua Purificada**

Fecha de iniciación: 2006-12-07

Fecha de aprobación: 2007-07-12

Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

Ing. Sergio Vinueza (Presidente del SCT)
Ing. Marcelo Maldonado
Ing. Santiago Gómez
Ing. Arturo Ordóñez

INDUSTRIAL EMBOTELLADORA QUITO S.A.
AGUA PURIFICADA GLUS
AGUA PURIFICADA GLUS
AGUA MANANTIAL, CERVECERÍA ANDINA,
GUAYAQUIL

Ing. Benito Mendoza
Dra. Alexandra Levoyer
Dra. Elizabeth Uribe
Ing. Roberto Núñez
Ing. Marco Soiano
Sr. Eduardo Toral
Ing. Richar Casamen
Dra. Virginia Trujillo
Ing. Juan José Vaca

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
INDUQUITO S.A.
THE TESALIA SPRINGS C.O.
PURE WATER GAMAPRODU
CERVECERÍA ANDINA S.A.
SUPERAGUA
HIDRO 2S
DANDELION ORANGINE S.A.
REFRESHMENT PRODUCT SERVICES
ECUADOR

Dra. Raquel Rodríguez
Dra. Ma. Esperanza Berrezueta
Ing. Clara Benavides
Ing. Fabricio Intriago
Ing. Marcelo Gallegos
Dra. Lucía Navas
Dra. Meyra Manzo

TRANSPUREZA S.C.C.
UNIAGUA – UNIVERSIDAD CENTRAL
SUMESA S.A.
AGRICOLA GANADERA REYSAHIWAL
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, QUITO
INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE,
GUAYAQUIL

Dra. Loyde Triana

INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE,
GUAYAQUIL

Dra. Margarita Ordóñez

INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE,
GUAYAQUIL

Ing. María E. Dávalos (Secretaria Técnica)

INEN - REGIONAL CHIMBORAZO

Otros trámites:

El Directorio del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 2008-07-23

Oficializada como: Obligatoria

Por Resolución No. 086-2008 de 2008-07-24

Registro Oficial No. 403 de 2008-08-14

ANEXO C

MÉTODO DE REFERENCIA

MÉTODO ÍNDIGO

HACH 8311

Ilustración C- 1 Método de Referencia: Método Índigo HACH 8311

Ozone

DOC316.53.01106

Indigo Method

0.01 to 0.25 mg/L O₃ (LR), 0.01 to 0.75 mg/L O₃ (MR),
0.01 to 1.50 mg/L O₃ (HR)

Scope and application: For water.

Method 8311

AccuVac[®] Ampuls



Test preparation

Instrument-specific information

Table 1 shows all of the instruments that have the program for this test. The table also shows the adapter requirement for AccuVac Ampul tests.

To use the table, select an instrument, then read across to find the applicable information for this test.

Table 1 Instrument-specific information for AccuVac Ampuls

Instrument	Adapter
DR 6000 DR 5000 DR 900	—
DR 3900	LZV846 (A)
DR 3800 DR 2800 DR 2700	LZV584 (C)
DR 1900	9609900 or 9609800 (C)

Before starting

Samples must be analyzed immediately after collection and cannot be preserved for later analysis.

Install the instrument cap on the DR 900 cell holder before ZERO or READ is pushed.

Use tap water or deionized water for the blank (ozone-free water).

In this method, the instrument is intentionally zeroed on the sample, not the blank.

Review the Safety Data Sheets (MSDS/SDS) for the chemicals that are used. Use the recommended personal protective equipment.

Dispose of reacted solutions according to local, state and federal regulations. Refer to the Safety Data Sheets for disposal information for unused reagents. Refer to the environmental, health and safety staff for your facility and/or local regulatory agencies for further disposal information.

Items to collect

AccuVac Ampuls

Description	Quantity
Ozone AccuVac [®] Ampuls, 0-0.25 mg/L	2
Ozone AccuVac [®] Ampuls, 0-0.75 mg/L	2
Ozone AccuVac [®] Ampuls, 0-1.5 mg/L	2
Beaker, 50 mL	1

1

Continuación

AccuVac Ampuls (continued)

Description	Quantity
Stoppers, for 18-mm tubes and AccuVac Ampuls	2
Water, ozone-free	varies

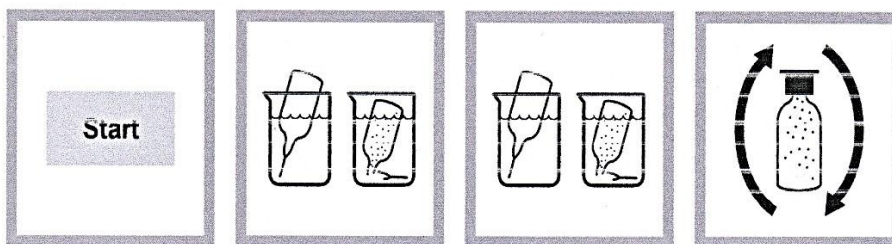
Refer to Consumables and replacement items on page 4 for order information.

Sample collection

- Samples must be analyzed immediately after collection and cannot be preserved for later analysis.
- The most important consideration during sample collection is to prevent the escape of ozone from the sample.
- Collect the sample gently and analyze immediately. Do not shake or stir the sample or allow the sample temperature to increase.
- Do not transfer the sample from one container to another unless absolutely necessary.

AccuVac Ampul procedure

Note: For this procedure, the zero step is done on the prepared sample, and the read step on the blank.



1. Start program 454 Ozone LR AV, 455 Ozone MR AV or 456 Ozone HR AV. For information about sample cells, adapters or light shields, refer to Instrument-specific information on page 1.

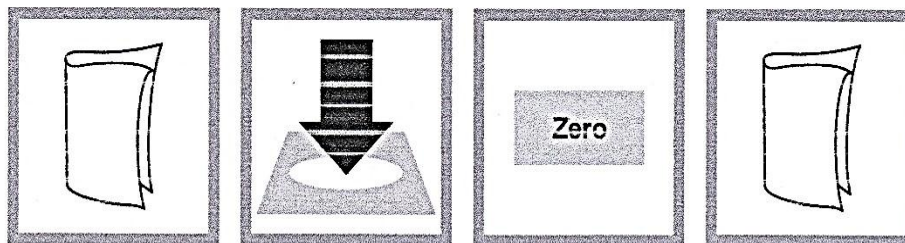
Note: Although the program name can be different between instruments, the program number does not change.

2. Prepare the blank: Pour at least 40 mL of ozone-free water in a 50-mL beaker. Fill an Indigo Ozone Reagent AccuVac Ampul with the ozone-free water. Keep the tip immersed while the Ampul fills fully.

3. Prepare the sample: Pour at least 40 mL of sample in a 50-mL beaker. Fill an Indigo Ozone Reagent AccuVac Ampul with the sample. Keep the tip immersed while the Ampul fills fully.

4. Quickly invert the AccuVac Ampuls several times to mix. Some of the blue color will be bleached if ozone is present.

Continuación

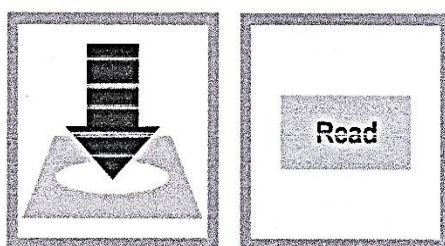


5. Clean the prepared sample AccuVac Ampul.

6. Insert the prepared sample AccuVac Ampul into the cell holder.

7. Push ZERO. The display shows 0.00 mg/L O₃.

8. Clean the blank AccuVac Ampul.



9. Insert the blank AccuVac Ampul into the cell holder.

10. Push READ. Results show in mg/L O₃.

Reagent stability

The indigo reagent is light-sensitive. Keep the unused AccuVac Ampuls in the dark. The indigo solution decomposes slowly under room light after the AccuVac Ampul is filled. The filled blank Ampul can be used for multiple measurements during the same day.

Method performance

The method performance data that follows was derived from laboratory tests that were measured on a spectrophotometer during ideal test conditions. Users can get different results under different test conditions.

Program	Standard	Precision (95% Confidence Interval)	Sensitivity Concentration change per 0.010 Abs change
454	0.15 mg/L O ₃	0.14–0.16 mg/L O ₃	0.01 mg/L O ₃
455	0.45 mg/L O ₃	0.43–0.47 mg/L O ₃	0.01 mg/L O ₃
456	1.00 mg/L O ₃	0.97–1.03 mg/L O ₃	0.01 mg/L O ₃

Summary of method

The reagent formulation adjusts the sample pH to 2.5 after the Ampule has filled. The indigo reagent reacts immediately and quantitatively with ozone. The blue color of indigo is bleached in proportion to the amount of ozone present in the sample. Other reagents in the formulation prevent chlorine interference. No transfer of sample is needed in the procedure, therefore ozone loss due to sampling is eliminated. The measurement wavelength is 600 nm for spectrophotometers or 610 nm for colorimeters.

Continuación

Consumables and replacement items

Required reagents

Description	Quantity/test	Unit	Item no.
Ozone AccuVac® Ampuls, 0-0.25 mg/L	2	25/pkg	2516025
Ozone AccuVac® Ampuls, 0-0.75 mg/L	2	25/pkg	2517025
Ozone AccuVac® Ampuls, 0-1.5 mg/L	2	25/pkg	2518025

Required apparatus

Description	Quantity/test	Unit	Item no.
AccuVac Snapper	1	each	2405200
Beaker, 50-mL	1	each	50041H
Stoppers for 18-mm tubes and AccuVac Ampuls	2	6/pkg	173106
Beaker, polypropylene, 50-mL, low form	1	each	108041

Optional reagents and apparatus

Description	Unit	Item no.
Water, deionized	4 L	27256
SpecCheck™ Gel Secondary Standard Kit, Ozone, 0-0.75 mg/L set	each	2708000



FOR TECHNICAL ASSISTANCE, PRICE INFORMATION AND ORDERING:
In the U.S.A. – Call toll-free 800-227-4224
Outside the U.S.A. – Contact the HACH office or distributor serving you.
On the Worldwide Web – www.hach.com; E-mail – techhelp@hach.com

HACH COMPANY
WORLD HEADQUARTERS
Telephone: (970) 669-3050
FAX: (970) 669-2932

ANEXO D

CÁLCULOS

DEMOSTRATIVOS

Cálculo Demostrativo D- 1 Concentración de Ozono para una Escala de Dosificación de 1,75 g/h

Para este cálculo, se requiere de ciertos datos como se detalla a continuación:

- Escala de Dosificación: 1,75 g/h
- Tiempo de Dosificación: 10 min
- Capacidad del Tanque Reservorio: 2000 L

Además de ciertas equivalencias detallas a continuación:

- 1 h= 60 min
- 1g= 1000 mg

Cálculo Demostrativo:

$$1,75 \text{ g} \quad - \quad 60 \text{ min}$$

$$X \quad - \quad 10 \text{ min}$$

$$X = \frac{10 \text{ min} * 1,75 \text{ g}}{60 \text{ min}}$$

$$X = 0,2916667 \text{ g}$$

$$\boxed{X = 291,6667 \text{ mg}}$$

$$[\text{O}_3] = \frac{291,6667 \text{ mg}}{2000 \text{ L}}$$

$$\boxed{[\text{Ozono}] = 0,15 \text{ mg/L}}$$

Cálculo Demostrativo D- 2 Demanda de Ozono para una Concentración de 0,15 mgO₃/L

Para este cálculo, se requiere de los datos que se detallan a continuación:

- Concentración de Ozono: 0,15 mg/L
- Concentración de Ozono Residual: 0,08 mg/L

$$[Demanda\ de\ Ozono] = [Ozono] - [Ozono\ Residual]$$

$$[D\ O3] = [O3] - [O3\ R]$$

$$[D\ O3] = 0,15\ mg/L - 0,08\ mg/L$$

$$[Demanda\ de\ Ozono] = 0,07\ mg/L$$

ANEXO E

RESULTADOS

Tabla E- 1 Resultados de la Concentración de Ozono Residual a una dosificación de 0,08 mgO₃/L

SEM	DIA	REP #	Ozono Residual (mg/L)	SEM	DIA	REP #	Ozono Residual (mg/L)
1	Lun	1	0,02	3	Lun	1	0,02
		2	0,02			2	0,02
		3	0,02			3	0,02
	Mié	1	0,03		Mié	1	0,02
		2	0,02			2	0,02
		3	0,02			3	0,02
	Vie	1	0,02		Vie	1	0,02
		2	0,02			2	0,02
		3	0,02			3	0,02
2	Lun	1	0,02	4	Lun	1	0,02
		2	0,03			2	0,02
		3	0,02			3	0,03
	Mié	1	0,02		Mié	1	0,02
		2	0,02			2	0,02
		3	0,02			3	0,02
	Vie	1	0,02		Vie	1	0,02
		2	0,02			2	0,02
		3	0,02			3	0,02

Elaborado por: Gavilanes J. (2017)

Tabla E- 2 Resultados de la Concentración de Ozono Residual a una dosificación de 0,10 mgO₃/L

SEM	DIA	REP #	Ozono Residual (mg/L)	SEM	DIA	REP #	Ozono Residual (mg/L)
1	Lun	1	0,04	3	Lun	1	0,04
		2	0,04			2	0,04
		3	0,05			3	0,04
	Mié	1	0,04		Mié	1	0,04
		2	0,04			2	0,04
		3	0,04			3	0,04
	Vie	1	0,04		Vie	1	0,04
		2	0,04			2	0,04
		3	0,04			3	0,04
2	Lun	1	0,04	4	Lun	1	0,04
		2	0,04			2	0,04
		3	0,04			3	0,04
	Mié	1	0,04		Mié	1	0,04
		2	0,04			2	0,04
		3	0,04			3	0,04
	Vie	1	0,04		Vie	1	0,04
		2	0,04			2	0,05
		3	0,04			3	0,04

Elaborado por: Gavilanes J. (2017)

Tabla E- 3 Resultados de la Concentración de Ozono Residual a una dosificación de 0,13 mgO₃/L

SEM	DIA	REP #	Ozono Residual (mg/L)	SEM	DIA	REP #	Ozono Residual (mg/L)
1	Lun	1	0,06	3	Lun	1	0,06
		2	0,06			2	0,06
		3	0,06			3	0,06
	Mié	1	0,06		Mié	1	0,06
		2	0,06			2	0,06
		3	0,06			3	0,06
	Vie	1	0,06		Vie	1	0,06
		2	0,06			2	0,06
		3	0,06			3	0,06
2	Lun	1	0,07	4	Lun	1	0,06
		2	0,06			2	0,06
		3	0,06			3	0,06
	Mié	1	0,06		Mié	1	0,07
		2	0,06			2	0,06
		3	0,06			3	0,06
	Vie	1	0,06		Vie	1	0,06
		2	0,06			2	0,06
		3	0,06			3	0,06

Elaborado por: Gavilanes J. (2017)

Tabla E- 4 Resultados de la Concentración de Ozono Residual a una dosificación de 0,15 mgO₃/L

SEM	DIA	REP #	Ozono Residual (mg/L)	SEM	DIA	REP #	Ozono Residual (mg/L)
1	Lun	1	0,08	3	Lun	1	0,07
		2	0,08			2	0,08
		3	0,08			3	0,08
	Mié	1	0,08		Mié	1	0,08
		2	0,08			2	0,08
		3	0,08			3	0,09
	Vie	1	0,08		Vie	1	0,08
		2	0,08			2	0,08
		3	0,08			3	0,08
2	Lun	1	0,08	4	Lun	1	0,08
		2	0,08			2	0,08
		3	0,08			3	0,08
	Mié	1	0,08		Mié	1	0,08
		2	0,08			2	0,08
		3	0,08			3	0,08
	Vie	1	0,08		Vie	1	0,08
		2	0,08			2	0,08
		3	0,08			3	0,08

Elaborado por: Gavilanes J. (2017)

Tabla E- 5 Resultados de la Concentración de Ozono Residual a una dosificación de 0,17 mgO₃/L

SEM	DIA	REP #	Ozono Residual (mg/L)	SEM	DIA	REP #	Ozono Residual (mg/L)
1	Lun	1	0,10	3	Lun	1	0,10
		2	0,10			2	0,10
		3	0,10			3	0,10
	Mié	1	0,10		Mié	1	0,10
		2	0,10			2	0,10
		3	0,10			3	0,10
	Vie	1	0,10		Vie	1	0,10
		2	0,11			2	0,10
		3	0,10			3	0,10
2	Lun	1	0,10	4	Lun	1	0,10
		2	0,10			2	0,10
		3	0,10			3	0,10
	Mié	1	0,10		Mié	1	0,10
		2	0,10			2	0,09
		3	0,10			3	0,10
	Vie	1	0,10		Vie	1	0,10
		2	0,10			2	0,10
		3	0,10			3	0,10

Elaborado por: Gavilanes J. (2017)

Tabla E- 6 Resultados Fisicoquímicos en Escala de Dosificación 1,00 g/h: Concentración de Ozono 0,08 mg/L

SEMANA	DIA	REPLICA	COLOR	TURBIEDAD (NTU)	STD (mg/L)	pH	CLORO LIBRE RESIDUA L	DUREZA (mg/L)
1	Lunes	1	0	0,63	254	7,87	0	0
		2	0	0,63	254	7,87	0	0
		3	0	0,63	254	7,86	0	0
	Miércoles	1	0	0,63	254	7,85	0	0
		2	0	0,64	254	7,85	0	0
		3	0	0,64	254	7,84	0	0
	Viernes	1	0	0,63	255	7,85	0	0
		2	0	0,63	254	7,84	0	0
		3	0	0,63	254	7,84	0	0
2	Lunes	1	0	0,65	255	7,88	0	0
		2	0	0,64	254	7,88	0	0
		3	0	0,64	254	7,87	0	0

Continuación

SEMANA	DIA	REPLICA	COLOR	TURBIEDAD (NTU)	STD (mg/L)	pH	CLORO LIBRE RESIDUA L	DUREZA (mg/L)
2	Miércoles	1	0	0,64	255	7,86	0	0
		2	0	0,64	254	7,86	0	0
		3	0	0,63	254	7,88	0	0
	Viernes	1	0	0,63	254	7,89	0	0
		2	0	0,63	254	7,89	0	0
		3	0	0,64	254	7,89	0	0
3	Lunes	1	0	0,63	254	7,89	0	0
		2	0	0,63	254	7,89	0	0
		3	0	0,63	254	7,88	0	0
	Miércoles	1	0	0,65	254	7,86	0	0
		2	0	0,64	254	7,86	0	0
		3	0	0,64	254	7,87	0	0

Continuación

SEMANA	DIA	REPLICA	COLOR	TURBIEDAD (NTU)	STD (mg/L)	pH	COLORO LIBRE RESIDUA L	DUREZA (mg/L)
3	Viernes	1	0	0,63	254	7,89	0	0
		2	0	0,63	254	7,89	0	0
		3	0	0,63	254	7,88	0	0
4	Lunes	1	0	0,64	254	7,83	0	0
		2	0	0,63	254	7,83	0	0
		3	0	0,63	254	7,83	0	0
	Miércoles	1	0	0,65	254	7,84	0	0
		2	0	0,64	254	7,83	0	0
		3	0	0,64	255	7,83	0	0
	Viernes	1	0	0,63	254	7,82	0	0
		2	0	0,63	254	7,83	0	0
		3	0	0,63	254	7,83	0	0

Elaborado por: Gavilanes J. (2017)

Tabla E- 7 Resultados Fisicoquímicos en Escala de Dosificación 1,25 g/h: Concentración de Ozono 0,10 mg/L

SEMANA	DIA	REPLICA	COLOR	TURBIEDAD (NTU)	STD (mg/L)	pH	CLORO LIBRE RESIDUA L	DUREZA (mg/L)
1	Lunes	1	0	0,49	253	7,83	0	0
		2	0	0,50	254	7,83	0	0
		3	0	0,51	254	7,83	0	0
	Miércoles	1	0	0,51	253	7,85	0	0
		2	0	0,50	253	7,84	0	0
		3	0	0,50	253	7,84	0	0
	Viernes	1	0	0,49	253	7,84	0	0
		2	0	0,49	254	7,83	0	0
		3	0	0,50	254	7,83	0	0
2	Lunes	1	0	0,51	254	7,82	0	0
		2	0	0,51	254	7,83	0	0
		3	0	0,49	254	7,83	0	0

Continuación

SEMANA	DIA	REPLICA	COLOR	TURBIEDAD (NTU)	STD (mg/L)	pH	CLORO LIBRE RESIDUA L	DUREZA (mg/L)
2	Miércoles	1	0	0,51	253	7,84	0	0
		2	0	0,51	253	7,84	0	0
		3	0	0,49	253	7,85	0	0
	Viernes	1	0	0,48	254	7,84	0	0
		2	0	0,49	254	7,84	0	0
		3	0	0,49	253	7,84	0	0
3	Lunes	1	0	0,49	254	7,83	0	0
		2	0	0,49	254	7,83	0	0
		3	0	0,50	253	7,83	0	0
	Miércoles	1	0	0,51	253	7,82	0	0
		2	0	0,51	253	7,82	0	0
		3	0	0,51	254	7,83	0	0

Continuación

SEMANA	DIA	REPLICA	COLOR	TURBIEDAD (NTU)	STD (mg/L)	pH	COLORO LIBRE RESIDUA L	DUREZA (mg/L)
3	Viernes	1	0	0,49	254	7,83	0	0
		2	0	0,50	254	7,83	0	0
		3	0	0,50	254	7,83	0	0
4	Lunes	1	0	0,51	253	7,85	0	0
		2	0	0,49	253	7,85	0	0
		3	0	0,49	253	7,83	0	0
	Miércoles	1	0	0,51	254	7,84	0	0
		2	0	0,51	253	7,83	0	0
		3	0	0,49	253	7,83	0	0
	Viernes	1	0	0,49	253	7,82	0	0
		2	0	0,49	253	7,83	0	0
		3	0	0,49	253	7,83	0	0

Elaborado por: Gavilanes J. (2017)

Tabla E- 8 Resultados Fisicoquímicos en Escala de Dosificación 1,50 g/h: Concentración de Ozono 0,13 mg/L

SEMANA	DIA	REPLICA	COLOR	TURBIEDAD (NTU)	STD (mg/L)	pH	CLORO LIBRE RESIDUA L	DUREZA (mg/L)
1	Lunes	1	0	0,27	247	7,87	0	0
		2	0	0,28	248	7,87	0	0
		3	0	0,28	247	7,88	0	0
	Miércoles	1	0	0,26	247	7,88	0	0
		2	0	0,26	247	7,89	0	0
		3	0	0,27	248	7,87	0	0
	Viernes	1	0	0,26	249	7,88	0	0
		2	0	0,24	249	7,88	0	0
		3	0	0,27	248	7,89	0	0
2	Lunes	1	0	0,24	248	7,88	0	0
		2	0	0,27	248	7,89	0	0
		3	0	0,28	248	7,90	0	0

Continuación

SEMANA	DIA	REPLICA	COLOR	TURBIEDAD (NTU)	STD (mg/L)	pH	CLORO LIBRE RESIDUA L	DUREZA (mg/L)
2	Miércoles	1	0	0,25	248	7,89	0	0
		2	0	0,24	247	7,87	0	0
		3	0	0,24	247	7,90	0	0
	Viernes	1	0	0,26	249	7,90	0	0
		2	0	0,25	249	7,91	0	0
		3	0	0,26	249	7,92	0	0
3	Lunes	1	0	0,25	249	7,91	0	0
		2	0	0,26	248	7,92	0	0
		3	0	0,27	249	7,92	0	0
	Miércoles	1	0	0,26	250	7,89	0	0
		2	0	0,27	250	7,90	0	0
		3	0	0,25	249	7,90	0	0

Continuación

SEMANA	DIA	REPLICA	COLOR	TURBIEDAD (NTU)	STD (mg/L)	pH	COLORO LIBRE RESIDUA L	DUREZA (mg/L)
3	Viernes	1	0	0,25	249	7,91	0	0
		2	0	0,26	248	7,92	0	0
		3	0	0,25	249	7,92	0	0
4	Lunes	1	0	0,24	247	7,92	0	0
		2	0	0,24	247	7,92	0	0
		3	0	0,24	247	7,92	0	0
	Miércoles	1	0	0,25	248	7,88	0	0
		2	0	0,26	247	7,89	0	0
		3	0	0,26	247	7,88	0	0
	Viernes	1	0	0,24	248	7,89	0	0
		2	0	0,25	248	7,91	0	0
		3	0	0,24	247	7,92	0	0

Elaborado por: Gavilanes J. (2017)

Tabla E- 9 Resultados Fisicoquímicos en Escala de Dosificación 1,75 g/h: Concentración de Ozono 0,15 mg/L

SEMANA	DIA	REPLICA	COLOR	TURBIEDAD (NTU)	STD (mg/L)	pH	CLORO LIBRE RESIDUA L	DUREZA (mg/L)
1	Lunes	1	0	0,17	252	7,10	0	0
		2	0	0,18	250	7,12	0	0
		3	0	0,18	250	7,13	0	0
	Miércoles	1	0	0,17	251	7,11	0	0
		2	0	0,17	251	7,13	0	0
		3	0	0,17	252	7,12	0	0
	Viernes	1	0	0,18	252	7,14	0	0
		2	0	0,18	252	7,12	0	0
		3	0	0,17	251	7,11	0	0
2	Lunes	1	0	0,18	251	7,12	0	0
		2	0	0,18	251	7,14	0	0
		3	0	0,18	250	7,11	0	0

Continuación

SEMANA	DIA	REPLICA	COLOR	TURBIEDAD (NTU)	STD (mg/L)	pH	CLORO LIBRE RESIDUA L	DUREZA (mg/L)
2	Miércoles	1	0	0,17	252	7,12	0	0
		2	0	0,18	251	7,11	0	0
		3	0	0,18	252	7,11	0	0
	Viernes	1	0	0,17	249	7,11	0	0
		2	0	0,17	251	7,12	0	0
		3	0	0,18	250	7,13	0	0
3	Lunes	1	0	0,17	249	7,14	0	0
		2	0	0,17	249	7,14	0	0
		3	0	0,17	250	7,13	0	0
	Miércoles	1	0	0,17	250	7,12	0	0
		2	0	0,18	249	7,13	0	0
		3	0	0,18	251	7,12	0	0

Continuación

SEMANA	DIA	REPLICA	COLOR	TURBIEDAD (NTU)	STD (mg/L)	pH	COLORO LIBRE RESIDUA L	DUREZA (mg/L)
3	Viernes	1	0	0,18	251	7,14	0	0
		2	0	0,18	252	7,11	0	0
		3	0	0,18	252	7,12	0	0
4	Lunes	1	0	0,17	252	7,12	0	0
		2	0	0,17	252	7,12	0	0
		3	0	0,17	252	7,12	0	0
	Miércoles	1	0	0,18	251	7,12	0	0
		2	0	0,18	252	7,11	0	0
		3	0	0,17	252	7,12	0	0
	Viernes	1	0	0,17	252	7,11	0	0
		2	0	0,17	252	7,12	0	0
		3	0	0,18	252	7,12	0	0

Elaborado por: Gavilanes J. (2017)

Tabla E- 10 Resultados Fisicoquímicos en Escala de Dosificación 2,00 g/h: Concentración de Ozono 0,17 mg/L

SEMANA	DIA	REPLICA	COLOR	TURBIEDAD (NTU)	STD (mg/L)	pH	CLORO LIBRE RESIDUA L	DUREZA (mg/L)
1	Lunes	1	0	0,11	253	7,04	0	0
		2	0	0,12	252	7,05	0	0
		3	0	0,12	252	7,05	0	0
	Miércoles	1	0	0,11	253	7,08	0	0
		2	0	0,11	253	7,09	0	0
		3	0	0,12	252	7,09	0	0
	Viernes	1	0	0,12	253	7,09	0	0
		2	0	0,12	253	7,09	0	0
		3	0	0,12	253	7,09	0	0
2	Lunes	1	0	0,11	253	7,07	0	0
		2	0	0,11	253	7,07	0	0
		3	0	0,11	253	7,07	0	0

Continuación


SEMANA	DIA	REPLICA	COLOR	TURBIEDAD (NTU)	STD (mg/L)	pH	CLORO LIBRE RESIDUA L	DUREZA (mg/L)
2	Miércoles	1	0	0,12	252	7,08	0	0
		2	0	0,12	252	7,07	0	0
		3	0	0,11	252	7,07	0	0
	Viernes	1	0	0,11	253	7,09	0	0
		2	0	0,11	253	7,09	0	0
		3	0	0,12	252	7,08	0	0
3	Lunes	1	0	0,12	252	7,08	0	0
		2	0	0,12	252	7,09	0	0
		3	0	0,11	253	7,09	0	0
	Miércoles	1	0	0,11	253	7,08	0	0
		2	0	0,11	253	7,08	0	0
		3	0	0,12	253	7,07	0	0


Continuación

SEMANA	DIA	REPLICA	COLOR	TURBIEDAD (NTU)	STD (mg/L)	pH	COLORO LIBRE RESIDUA L	DUREZA (mg/L)
3	Viernes	1	0	0,12	253	7,09	0	0
		2	0	0,12	252	7,07	0	0
		3	0	0,12	252	7,07	0	0
4	Lunes	1	0	0,11	252	7,08	0	0
		2	0	0,11	252	7,07	0	0
		3	0	0,12	252	7,07	0	0
	Miércoles	1	0	0,11	252	7,09	0	0
		2	0	0,11	252	7,08	0	0
		3	0	0,12	253	7,09	0	0
	Viernes	1	0	0,12	252	7,07	0	0
		2	0	0,12	253	7,08	0	0
		3	0	0,12	253	7,08	0	0

Elaborado por: Gavilanes J. (2017)

Ilustración E- 1 Informe de Resultados del Análisis Físicoquímico al Agua Envasada: Concentración 0,08 mgO₃/L, por el Laboratorio de Control de Calidad de la EP- EMAPA-A

 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD INFORME DE RESULTADOS ANALISIS FISICO QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS 17025-RG-CC-71-03		Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con Acreditación N° OAE LE C 14-001
--	--	---


 EP- EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO

Pág 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CIENTE:	EP-EMAPA-A	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	1610702
DIRECCIÓN:	Antonio Clavijo e Isaías Sanchez	TIPO DE MUESTRA (MATRIZ):	Consumo (agua envasada)
PERSONA DE CONTACTO	Ing. Catherine Velastegui	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Ing. Catherine Velastegui
TÉLEFONO DE CONTACTO:	(032) 585991 ext. 104	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	24 de Octubre de 2016: 14:30
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	Envasadora de agua	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	24 de Octubre de 2016
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	Línea de envasado, Funda	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	27 de Octubre de 2016
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	24 de Octubre de 2016	CONDICIONES AMBIENTALES:	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/compuesta):	Puntual	Humedad (%):	33
		Temperatura (°C):	22.7

ANÁLISIS REALIZADOS				
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	NTE INEN 2 200 AGUA PURIFICADA ENVASADA. REQUISITOS	RESULTADOS
COLOR REAL *	U Pt-Co	APHA-2120-C	5	0
TURBIDEZ	NTU	APHA-2130-B	3	0,63
pH	-	APHA-4500H+B	6,5 - 8,5	7,83
SÓLIDOS DISUELTOS*	mg/l	APHA-2510B	500	254
CLORO L RESIDUAL*	mg/l	HACH-8021	0,0	0
DUREZA TOTAL *	mg/l	APHA-2340C	300	0
COLIFORMES TOTALES *	ufc/100ml	APHA-9222-B	<1,0x10 ⁶	0
COLIFORMES FECALES *	ufc/100ml	APHA-9222-D	-	0

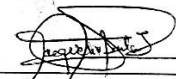
Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE


PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
pH	4 - 10 UpH	2%	17025-PR-CC-20-XX; Método de referencia: Standard Methods, Ed. 22, 2012, 4500 H ^B
Turbidez	0.50 - 10.0 NTU	11%	17025-PR-CC-21-XX; Método de referencia: Standard Methods, Ed. 22, 2012, 2130-8

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO, EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICIÓN DE ACREDITADO (CR GAR D4) NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO.

OBSERVACIONES: Ninguna

PROFESIONALES RESPONSABLES:




 Ing. Jacqueline Ávila J.
 ANALISTA DE LABORATORIO


 Ing. Verónica Cashabamba
 RESPONSABLE TÉCNICO

Laboratorio de Control de Calidad, EP - EMAPA - A, Vía Ecológica a Santa Rosa - Ambato
 Tell. 2585991 Ext. 101, 102, 103

Antonio Clavijo e Isaías Sanchez, Cda. Miranca
 Tel.: 032 997700
 Ambato • Ecuador
 www.emapa.gob.ec

Ilustración E- 2 Informe de Resultados del Análisis Fisicoquímico al Agua Envasada: Concentración 0,13 mgO₃/L, por el Laboratorio de Control de Calidad de la EP- EMAPA-A

	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD INFORME DE RESULTADOS ANALISIS FISICO QUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS 17025-RG-CC-71-03	Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con Acreditación N° OAE LE C 14-001		
 EP- EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO				
Pág 1 de 1				
DATOS DEL CLIENTE	DATOS GENERALES			
CUENTE: EP-EMAPA-A DIRECCIÓN: Antonio Clavijo e Isalas Sanchez PERSONA DE CONTACTO: Ing. Catherine Velastegui TELÉFONO DE CONTACTO: (032) 585991 ext. 104 PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: Envasadora de agua LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA: Línea de envasado botellón FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA: 24 de Octubre de 2016 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/compuesta): Puntual	CODIGO DE IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: 1510700 TIPO DE MUESTRA (MATRIZ): Consumo (agua envasada) RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA: Ing. Catherine Velastegui FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 24 de Octubre de 2016: 14:30 FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 24 de Octubre de 2016 FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME: 27 de Octubre de 2016 CONDICIONES AMBIENTALES: Humedad (%): 33 Temperatura (°C): 22.7			
ANALISIS REALIZADOS				
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	NIE INEN 2 200 AGUA PURIFICADA ENVASADA. REQUISITOS	RESULTADOS
COLOR REAL *	U Pt-Co	APHA-2120-C	5	0
TURBIDEZ*	NTU	APHA-2130-B	3	0,24
pH	-	APHA-4500H+B	6,5 - 8,5	7,92
SOLTOT. DISUELTOS*	mg/l	APHA-2510B	500	247
CLORO L. RESIDUAL*	mg/l	HACH-8021	0,0	0
DUREZA TOTAL *	mg/l	APHA-2340C	300	0
COLIFORMES TOTALES *	ufc/100ml	APHA-9222-B	-	0
COLIFORMES FECALES *	ufc/100ml	APHA-9222-D	-	0

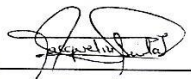
***Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"**


PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
pH	4 - 10 U _{pH}	2%	17025-PR-CC-20-XX; Método de referencia: Standard Methods, Ed. 22, 2012, 4500 H ⁸

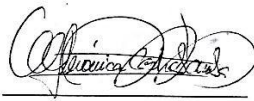
NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO. EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA. TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICIÓN DE ACREDITADO (CR GAR 04) NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION ESCRITA DEL LABORATORIO.

OBSERVACIONES: Ninguna

PROFESIONALES RESPONSABLES:


 Ing. Jacqueline Ávila J.
 ANALISTA DE LABORATORIO




 Ing. Verónica Cashabamba
 RESPONSABLE TÉCNICO

Laboratorio de Control de Calidad, EP - EMAPA - A, Vía Ecológica a Santa Rosa - Ambato
Tel. 2585991 Ext. 101, 102, 103

Antonio Clavijo e Isalas Sánchez, Cda. Miñerica
Tel.: 032 997700
Ambato • Ecuador
www.emapa.gob.ec

Ilustración E- 3 Informe de Resultados del Análisis Fisicoquímico al Agua Envasada: Concentración 0,15 mgO₃/L, por el Laboratorio de Control de Calidad de la EP- EMAPA-A






		LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD INFORME DE RESULTADOS ANALISIS FISICO QUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS 17025-RG-CC-71-03	Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con Acreditación N° OAE LE C 14-001	
EP- EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO				
Pág 1 de 1				
DATOS DEL CUENTE			DATOS GENERALES	
CUENTE: EP-EMAPA-A DIRECCIÓN: Antonio Clavijo e Isaias Sanchez PERSONA DE CONTACTO: Ing. Catherine Velaslegui TELÉFONO DE CONTACTO: (032) 585991 ext. 104 PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: Envasadora de agua LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA: Línea de envasado botella 500 ml. FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA: 24 de Octubre de 2016 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/compuesta): Puntual	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: 1610701 TIPO DE MUESTRA (MATRIZ): Consumo (agua envasada) RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA: Ing. Catherine Velaslegui FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 24 de Octubre de 2016: 14H00 FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 24 de Octubre de 2016 FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME: 27 de Octubre de 2016 CONDICIONES AMBIENTALES: Humedad (%): 33 Temperatura (°C): 227			
ANÁLISIS REALIZADOS				
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	NTE INEN 2 200 AGUA PURIFICADA ENVASADA. REQUISITOS	RESULTADOS
COLOR REAL *	U Pt-Co	APHA-2120-C	5	0
TURBIDEZ*	NTU	APHA-2130-B	3	0,17
pH	-	APHA-4500H+B	6,5 - 8,5	7,10
SOL.TOT. DISUELTOS*	mg/l	APHA-2510B	500	252
CLORO L. RESIDUAL*	mg/l	HACH-8021	0,0	0
DUREZA TOTAL *	mg/l	APHA-2340C	300	0
COLIFORMES TOTALES *	ufc/100ml	APHA-9222-B	-	0
COLIFORMES FECALES *	ufc/100ml	APHA-9222-D	-	0
"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"				
PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO	
pH	4 - 10 UpH	2%	17025-PR-CC-20-XX; Método de referencia: Standard Methods, Ed. 22, 2012, 4500-HB	
NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO, EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CUENTE. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICION DE ACREDITADO (CR GAR 04) NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION ESCRITA DEL LABORATORIO.				
OBSERVACIONES: Ninguna				
PROFESIONALES RESPONSABLES:				
 Ing. Jacqueline Ávila J. ANALISTA DE LABORATORIO				
		 Ing. Verónica Cashabamba RESPONSABLE TÉCNICO		
Laboratorio de Control de Calidad, EP - EMAPA - A, Vía Ecológica a Santa Rosa - Ambato Telf. 2585991 Ext. 101, 102, 103				
Antonio Clavijo e Isaias Sanchez, Cda. Miñanca Telf.: 032 997700 Ambato - Ecuador www.emapa.gob.ec				

Tabla E- 11 Resultados Microbiológicos en Escala de Dosificación 1,00 g/h: Concentración de Ozono 0,08 mg/L

SEMANA	DIA	REP #	Aerobios Mesófilos	Coliformes Totales	Coliformes Fecales
1	Lun	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Mié	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Vie	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
2	Lun	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Mié	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Vie	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
3	Lun	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Mié	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Vie	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0

Continuación

SEMANA	DIA	REP #	Aerobios Mesófilos	Coliformes Totales	Coliformes Fecales
4	Lun	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Mié	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Vie	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0

Elaborado por: Gavilanes J. (2017)

Tabla E- 12 Resultados Microbiológicos en Escala de Dosificación 1,25 g/h: Concentración de Ozono 0,10 mg/L

SEMANA	DIA	REP #	Aerobios Mesófilos	Coliformes Totales	Coliformes Fecales
1	Lun	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Mié	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Vie	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0

Continuación

SEMANA	DIA	REP #	Aerobios Mesófilos	Coliformes Totales	Coliformes Fecales
2	Lun	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Mié	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Vie	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
3	Lun	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Mié	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Vie	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
4	Lun	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Mié	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Vie	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0

Elaborado por: Gavilanes J. (2017)

Tabla E- 13 Resultados Microbiológicos en Escala de Dosificación 1,50 g/h: Concentración de Ozono 0,13 mg/L

SEMANA	DIA	REP #	Aerobios Mesófilos	Coliformes Totales	Coliformes Fecales
1	Lun	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Mié	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Vie	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
2	Lun	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Mié	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Vie	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
3	Lun	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Mié	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Vie	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0

Continuación

SEMANA	DIA	REP #	Aerobios Mesófilos	Coliformes Totales	Coliformes Fecales
4	Lun	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Mié	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Vie	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0

Elaborado por: Gavilanes J. (2017)

Tabla E- 14 Resultados Microbiológicos en Escala de Dosificación 1,75 g/h: Concentración de Ozono 0,15 mg/L

SEMANA	DIA	REP #	Aerobios Mesófilos	Coliformes Totales	Coliformes Fecales
1	Lun	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Mié	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Vie	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0

Continuación

SEMANA	DIA	REP #	Aerobios Mesófilos	Coliformes Totales	Coliformes Fecales
2	Lun	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Mié	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Vie	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
3	Lun	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Mié	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Vie	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
4	Lun	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Mié	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Vie	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0

Elaborado por: Gavilanes J. (2017)

Tabla E- 15 Resultados Microbiológicos en Escala de Dosificación 2,00 g/h: Concentración de Ozono 0,17 mg/L

SEMANA	DIA	REP #	Aerobios Mesófilos	Coliformes Totales	Coliformes Fecales
1	Lun	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Mié	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Vie	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
2	Lun	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Mié	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Vie	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
3	Lun	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Mié	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Vie	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0

Continuación

SEMANA	DIA	REP #	Aerobios Mesófilos	Coliformes Totales	Coliformes Fecales
4	Lun	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Mié	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0
	Vie	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	0	0	0

Elaborado por: Gavilanes J. (2017)

Ilustración E- 4 Informe de Resultados del Análisis Microbiológico al Agua Envasada: Concentración 0,13 mgO₃/L, por el Laboratorio de Control de Calidad de la EP- EMAPA-A




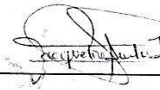
	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD INFORME DE RESULTADOS ANALISIS FISICO QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS 17025-RG-CC-71-03			
EP- EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO				
Pág 1 de 1				
DATOS DEL CLIENTE	CLIENTE: EP-EMAPA-A DIRECCIÓN: Antonio Clavijo e Isaias Sanchez PERSONA DE CONTACTO: Ing. Catherine Velastegui TELÉFONO DE CONTACTO: (032) 585991 ext. 104 PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: Envasadora de agua LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA: Línea de envasado botella 500 ml FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA: 10 de Noviembre de 2016 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/compuesta): Puntual	DATOS GENERALES		
CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: 1611729 TIPO DE MUESTRA (MATRIZ): Consumo (agua envasada) RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA: Ing. Catherine Velastegui FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 10 de Noviembre de 2016: 12H30 FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 10 de Noviembre de 2016 FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME: 14 de Noviembre de 2016 CONDICIONES AMBIENTALES: Humedad (%): 34 Temperatura (°C): 23.4				
ANÁLISIS REALIZADOS				
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	NTE INEN 2 200 AGUA PURIFICADA ENVASADA. REQUISITOS	RESULTADOS
AEROBIOS MESÓFILOS *	mg/l	APHA-2340C	1.0 X 10 ²	0
COLIFORMES TOTALES *	ufc/100ml	APHA-9222-B	< 1.0 x10 ⁶	0
COLIFORMES FECALES *	ufc/100ml	APHA-9222-D	-	0
Los ensayos marcados con () NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE*				
NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO, EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICIÓN DE ACREDITADO (CR GAR 04) NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO.				
OBSERVACIONES: Ninguna				
PROFESIONALES RESPONSABLES:				
 Ing. Andrea Tirado ANALISTA DE LABORATORIO		 Ing. Jacqueline Ávila J. RESPONSABLE TÉCNICO		
Laboratorio de Control de Calidad, EP - EMAPA - A, Vía Ecológica a Santa Rosa - Ambato Telf. 2585991 Ext. 101, 102, 103				
Antonio Clavijo e Isaias Sanchez, Cota, Miraflores Telf.: 032 997700 Ambato • Ecuador www.emapa.gob.ec				

Ilustración E- 5 Informe de Resultados del Análisis Microbiológico al Agua Envasada: Concentración 0,15 mgO₃/L, por el Laboratorio de Control de Calidad de la EP- EMAPA-A



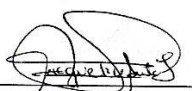

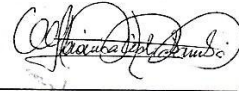
	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD INFORME DE RESULTADOS ANALISIS FISICO QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS 17025-RG-CC-71-03			
Pág 1 de 1 EP- EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO				
DATOS DEL CLIENTE		DATOS GENERALES		
CLIENTE: EP-EMAPA-A DIRECCIÓN: Antonio Clavijo e Isaias Sanchez PERSONA DE CONTACTO: Ing. Catherine Veastegui TELÉFONO DE CONTACTO: (032) 585991 ext. 104 PROCEDECENCIA DE LA MUESTRA: Envasadora de agua LUGAR DONDE SE TOMO LA MUESTRA: Línea de envasado botella 500 ml FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA: 25 de Noviembre de 2016; 13h00 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/compuesta): Puntual	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: 1611800 TIPO DE MUESTRA (MATRIZ): Consumo (agua envasada) RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA: Ing. Catherine Veastegui FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 25 de Noviembre de 2016; 15h30 FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 25 de Noviembre de 2016 FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME: 28 de Noviembre de 2016 CONDICIONES AMBIENTALES: Humedad (%): 34 Temperatura (°C): 23,1			
ANÁLISIS REALIZADOS				
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	NTE INEN 2 200 AGUA PURIFICADA ENVASADA. REQUISITOS	RESULTADOS
AEROBIOS MESÓFILOS *	mg/l	APHA-2340C	1,0 X 10 ²	0
COLIFORMES TOTALES *	ufc/100ml	APHA-9222-B	< 1,0 x10 ²	0
COLIFORMES FECALES *	ufc/100ml	APHA-9222-D	-	0
<p>*Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"</p> <p>NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO, EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICIÓN DE ACREDITADO (CR GAR 04) NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO.</p>				
OBSERVACIONES: Ninguna				
PROFESIONALES RESPONSABLES:				
 Ing. Jacqueline Ávila J. ANALISTA DE LABORATORIO			 Ing. Verónica Cashabamba RESPONSABLE TÉCNICO	
Laboratorio de Control de Calidad, EP - EMAPA - A. Vía Ecológica a Santa Rosa - Ambato Telf. 2585991 Ext. 101, 102, 103				
Antonio Clavijo e Isaias Sanchez, Cda. Miñarca Telf.: 032 997700 Ambato - Ecuador www.emapa.gob.ec				

Ilustración E- 6 Tabla para Conteo de Coliformes según la Metodología del NMP: IDEXX Quanti-Tray

# Positiven Größen	IDEXX Quanti-Tray*/2000 MPN-Tabelle																								
	# Positiven Kleinen Vertiefungen																								
Vertiefungen	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0	<1	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.1	15.1	16.1	17.1	18.1	19.1	20.2	21.2	22.2	23.3	24.3
1	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.1	8.1	9.1	10.1	11.1	12.1	13.2	14.2	15.2	16.2	17.3	18.3	19.3	20.4	21.4	22.4	23.5	24.5	25.6
2	2.0	3.0	4.1	5.1	6.1	7.1	8.1	9.2	10.2	11.2	12.2	13.3	14.3	15.4	16.4	17.4	18.5	19.5	20.6	21.6	22.7	23.7	24.8	25.8	26.9
3	3.1	4.1	5.1	6.1	7.2	8.2	9.2	10.3	11.3	12.4	13.4	14.5	15.5	16.5	17.6	18.6	19.7	20.8	21.8	22.9	23.9	25.0	26.1	27.1	28.2
4	4.1	5.2	6.2	7.2	8.3	9.3	10.4	11.4	12.5	13.5	14.6	15.6	16.7	17.8	18.8	19.9	21.0	22.0	23.1	24.2	25.3	26.3	27.4	28.5	29.6
5	5.2	6.3	7.3	8.4	9.4	10.5	11.5	12.6	13.7	14.7	15.8	16.9	17.9	19.0	20.1	21.2	22.2	23.3	24.4	25.5	26.6	27.7	28.8	29.9	31.0
6	6.3	7.4	8.4	9.5	10.6	11.6	12.7	13.8	14.9	16.0	17.0	18.1	19.2	20.3	21.4	22.5	23.6	24.7	25.8	26.9	28.0	29.1	30.2	31.3	32.4
7	7.5	8.5	9.6	10.7	11.8	12.8	13.9	15.0	16.1	17.2	18.3	19.4	20.5	21.6	22.7	23.8	24.9	26.0	27.1	28.3	29.4	30.5	31.6	32.8	33.9
8	8.6	9.7	10.8	11.9	13.0	14.1	15.2	16.3	17.4	18.5	19.6	20.7	21.8	22.9	24.1	25.2	26.3	27.4	28.6	29.7	30.8	32.0	33.1	34.3	35.4
9	9.8	10.9	12.0	13.1	14.2	15.3	16.4	17.6	18.7	19.8	20.9	22.0	23.2	24.3	25.4	26.6	27.7	28.9	30.0	31.2	32.3	33.5	34.6	35.8	37.0
10	11.0	12.1	13.2	14.4	15.5	16.6	17.7	18.9	20.0	21.1	22.3	23.4	24.6	25.7	26.9	28.0	29.2	30.3	31.5	32.7	33.8	35.0	36.2	37.4	38.6
11	12.2	13.4	14.5	15.6	16.8	17.9	19.1	20.2	21.4	22.5	23.7	24.8	26.0	27.2	28.3	29.5	30.7	31.9	33.0	34.2	35.4	36.6	37.8	39.0	40.2
12	13.5	14.6	15.8	16.9	18.1	19.3	20.4	21.6	22.8	23.9	25.1	26.3	27.5	28.6	29.8	31.0	32.2	33.4	34.6	35.8	37.0	38.2	39.5	40.7	41.9
13	14.8	16.0	17.1	18.3	19.5	20.6	21.8	23.0	24.2	25.4	26.6	27.8	29.0	30.2	31.4	32.6	33.8	35.0	36.2	37.5	38.7	39.9	41.2	42.4	43.6
14	16.1	17.3	18.5	19.7	20.9	22.1	23.3	24.5	25.7	26.9	28.1	29.3	30.5	31.7	33.0	34.2	35.4	36.7	37.9	39.1	40.4	41.6	42.9	44.2	45.4
15	17.5	18.7	19.9	21.1	22.3	23.5	24.7	25.9	27.2	28.4	29.6	30.9	32.1	33.3	34.6	35.8	37.1	38.4	39.6	40.9	42.2	43.4	44.7	46.0	47.3
16	18.9	20.1	21.3	22.6	23.8	25.0	26.2	27.5	28.7	30.0	31.2	32.5	33.7	35.0	36.3	37.5	38.8	40.1	41.4	42.7	44.0	45.3	46.6	47.9	49.2
17	20.3	21.6	22.8	24.1	25.3	26.6	27.8	29.1	30.3	31.6	32.9	34.1	35.4	36.7	38.0	39.3	40.6	41.9	43.2	44.5	45.9	47.2	48.5	49.8	51.2
18	21.8	23.1	24.3	25.6	26.9	28.1	29.4	30.7	32.0	33.3	34.6	35.9	37.2	38.5	39.8	41.1	42.4	43.8	45.1	46.5	47.8	49.2	50.5	51.9	53.2
19	23.3	24.6	25.9	27.2	28.5	29.8	31.1	32.4	33.7	35.0	36.3	37.6	39.0	40.3	41.6	43.0	44.3	45.7	47.1	48.4	49.8	51.2	52.6	54.0	55.4
20	24.9	26.2	27.5	28.8	30.1	31.5	32.8	34.1	35.4	36.8	38.1	39.5	40.8	42.2	43.6	44.9	46.3	47.7	49.1	50.5	51.9	53.3	54.7	56.1	57.6
21	26.5	27.9	29.2	30.5	31.8	33.2	34.5	35.9	37.3	38.6	40.0	41.4	42.8	44.1	45.5	46.9	48.4	49.8	51.2	52.6	54.1	55.5	56.9	58.4	59.9
22	28.2	29.5	30.9	32.3	33.6	35.0	36.4	37.7	39.1	40.5	41.9	43.3	44.8	46.2	47.6	49.0	50.5	51.9	53.4	54.8	56.3	57.8	59.3	60.8	62.3
23	29.9	31.3	32.7	34.1	35.5	36.8	38.3	39.7	41.1	42.5	43.9	45.4	46.8	48.3	49.7	51.2	52.7	54.2	55.6	57.1	58.6	60.2	61.7	63.2	64.7
24	31.7	33.1	34.5	35.9	37.3	38.8	40.2	41.7	43.1	44.6	46.0	47.5	49.0	50.5	52.0	53.5	55.0	56.5	58.0	59.5	61.1	62.6	64.2	65.8	67.3
25	33.6	35.0	36.4	37.9	39.3	40.8	42.2	43.7	45.2	46.7	48.2	49.7	51.2	52.7	54.3	55.8	57.3	58.9	60.5	62.0	63.6	65.2	66.8	68.4	70.0
26	35.5	36.9	38.4	39.9	41.4	42.8	44.3	45.9	47.4	48.9	50.4	52.0	53.5	55.1	56.7	58.2	59.8	61.4	63.0	64.7	66.3	67.9	69.6	71.2	72.9
27	37.4	38.9	40.4	42.0	43.5	45.0	46.5	48.1	49.6	51.2	52.8	54.4	56.0	57.6	59.2	60.8	62.4	64.1	65.7	67.4	69.1	70.8	72.5	74.2	75.9
28	39.5	41.0	42.6	44.1	45.7	47.3	48.8	50.4	52.0	53.6	55.2	56.9	58.5	60.2	61.8	63.5	65.2	66.9	68.6	70.3	72.0	73.7	75.5	77.3	79.0
29	41.7	43.2	44.8	46.4	48.0	49.6	51.2	52.8	54.5	56.1	57.8	59.5	61.2	62.9	64.6	66.3	68.0	69.8	71.5	73.3	75.1	76.9	78.7	80.5	82.4
30	43.9	45.5	47.1	48.7	50.4	52.0	53.7	55.4	57.1	58.8	60.5	62.2	64.0	65.7	67.5	69.3	71.0	72.9	74.7	76.5	78.3	80.2	82.1	84.0	85.9
31	46.2	47.9	49.5	51.2	52.9	54.6	56.3	58.1	59.8	61.6	63.3	65.1	66.9	68.7	70.5	72.4	74.2	76.1	78.0	79.9	81.8	83.7	85.7	87.6	89.6
32	48.7	50.4	52.1	53.8	55.6	57.3	59.1	60.9	62.7	64.5	66.3	68.2	70.0	71.9	73.8	75.7	77.6	79.5	81.5	83.5	85.4	87.5	89.5	91.5	93.6
33	51.2	53.0	54.8	56.5	58.3	60.2	62.0	63.8	65.7	67.6	69.5	71.4	73.3	75.2	77.2	79.2	81.2	83.2	85.2	87.3	89.3	91.4	93.6	95.7	97.8
34	53.9	55.7	57.6	59.4	61.3	63.1	65.0	67.0	68.9	70.8	72.8	74.8	76.8	78.8	80.8	82.9	85.0	87.1	89.2	91.4	93.5	95.7	97.9	100.2	102.4
35	56.8	58.6	60.5	62.4	64.4	66.3	68.3	70.3	72.3	74.3	76.3	78.4	80.5	82.6	84.7	86.9	89.1	91.3	93.5	95.7	98.0	100.3	102.6	105.0	107.3
36	59.8	61.7	63.7	65.7	67.7	69.7	71.7	73.8	75.9	78.0	80.1	82.3	84.5	86.7	88.9	91.2	93.5	95.8	98.1	100.5	102.9	105.3	107.7	110.2	112.7
37	62.9	65.0	67.0	69.1	71.2	73.3	75.4	77.6	79.8	82.0	84.2	86.5	88.8	91.1	93.4	95.8	98.2	100.6	103.1	105.6	108.1	110.7	113.3	115.9	118.6
38	66.3	68.4	70.6	72.7	74.9	77.1	79.4	81.6	83.9	86.2	88.6	91.0	93.4	95.8	98.3	100.8	103.4	106.0	108.6	111.2	113.9	116.6	119.4	122.2	125.0
39	70.0	72.2	74.4	76.7	78.9	81.3	83.6	86.0	88.4	90.9	93.4	95.9	98.4	101.0	103.6	106.3	109.0	111.8	114.6	117.4	120.3	123.2	126.1	129.2	132.2
40	73.8	76.2	78.5	80.9	83.3	85.7	88.2	90.8	93.3	95.9	98.5	101.2	103.9	106.7	109.5	112.4	115.3	118.2	121.2	124.3	127.4	130.5	133.7	137.0	140.3
41	78.0	80.5	83.0	85.5	88.0	90.6	93.3	95.9	98.7	101.4	104.3	107.1	110.0	113.0	116.0	119.1	122.2	125.4	128.7	132.0	135.4	138.8	142.3	145.9	149.5
42	82.6	85.2	87.8	90.5	93.2	96.0	98.8	101.7	104.6	107.6	110.6	113.7	116.9	120.1	123.4	126.7	130.1	133.6	137.2	140.8	144.5	148.3	152.2	156.1	160.2
43	87.6	90.4	93.2	96.0	99.0	101.9	105.0	108.1	111.2	114.5	117.8	121.1	124.6	128.1	131.7	135.4	139.1	143.0	147.0	151.0	155.2	159.4	163.8	168.2	172.8
44	93.1	96.1	99.1	102.2	105.4	108.6	111.9	115.3	118.7	122.3	125.9	129.6	133.4	137.4	141.4	145.5	149.7	154.1	158.5	163.1	167.9	172.7	177.7	182.9	188.2
45	99.3	102.5	105.8	109.2	112.6	116.2	119.8	123.6	127.4	131.4	135.4	139.6	143.9	148.3	152.9	157.6	162.4	167.4	172.4	177.6	183.0	188.5	194.1	200.0	205.5
46	106.3	109.8	113.4	117.2	121.0	125.0	129.1	133.3	137.6	142.1	146.7	151.5	156.5	161.6	167.0	172.5	178.2	184.2	190.4	196.8	203.5	210.5	217.8	225.4	233.3
47	114.3	118.3	122.4	126.6	130.9	135.4	140.1	145.0	150.0	155.3	160.7	166.4	172.3	178.5	185.0	191.8	198.9	206.4	214.2	222.4	231.0	240.0	249.5	259.5	270.0
48	123.9	128.4	133.1	137.9	143.0	148.3	153.9	159.7	165.8	172.2	178.9	186.0	193.5	201.4	209.8	218.7	228.2	238.2	248.9	260.3	272.3	285.1	298.7	313.0	328.2
49	135.5	140.8	146.4	152.3	158.5	165.0	172.0	179.3	187.2	195.8	204.6	214.3	224.7	235.9	248.1	261.3	275.5	290.9	307.6	325.5</					

Continuación

# Positiven Größen	IDEXX Quanti-Tray */2000 MPN-Tabelle																																															
	# Positiven Kleinen Vertiefungen																																															
Vertiefungen	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
0	25.3	26.4	27.4	28.4	29.5	30.5	31.5	32.6	33.6	34.7	35.7	36.8	37.8	38.9	40.0	41.0	42.1	43.1	44.2	45.3	46.3	47.4	48.5	49.5	25.3	26.4	27.4	28.4	29.5	30.5	31.5	32.6	33.6	34.7	35.7	36.8	37.8	38.9	40.0	41.0	42.1	43.1	44.2	45.3	46.3	47.4	48.5	49.5
1	26.6	27.7	28.7	29.8	30.8	31.9	32.9	34.0	35.0	36.1	37.2	38.2	39.3	40.4	41.4	42.5	43.6	44.7	45.7	46.8	47.9	49.0	50.1	51.2	26.6	27.7	28.7	29.8	30.8	31.9	32.9	34.0	35.0	36.1	37.2	38.2	39.3	40.4	41.4	42.5	43.6	44.7	45.7	46.8	47.9	49.0	50.1	51.2
2	27.9	29.0	30.0	31.1	32.2	33.2	34.3	35.4	36.5	37.5	38.6	39.7	40.8	41.9	43.0	44.0	45.1	46.2	47.3	48.4	49.5	50.6	51.7	52.8	27.9	29.0	30.0	31.1	32.2	33.2	34.3	35.4	36.5	37.5	38.6	39.7	40.8	41.9	43.0	44.0	45.1	46.2	47.3	48.4	49.5	50.6	51.7	52.8
3	29.3	30.4	31.4	32.5	33.6	34.7	35.8	36.8	37.9	39.0	40.1	41.2	42.3	43.4	44.5	45.6	46.7	47.8	48.9	50.0	51.2	52.3	53.4	54.5	29.3	30.4	31.4	32.5	33.6	34.7	35.8	36.8	37.9	39.0	40.1	41.2	42.3	43.4	44.5	45.6	46.7	47.8	48.9	50.0	51.2	52.3	53.4	54.5
4	30.7	31.8	32.8	33.9	35.0	36.1	37.2	38.3	39.4	40.5	41.6	42.8	43.9	45.0	46.1	47.2	48.3	49.5	50.6	51.7	52.9	54.0	55.1	56.3	30.7	31.8	32.8	33.9	35.0	36.1	37.2	38.3	39.4	40.5	41.6	42.8	43.9	45.0	46.1	47.2	48.3	49.5	50.6	51.7	52.9	54.0	55.1	56.3
5	32.1	33.2	34.3	35.4	36.5	37.6	38.7	39.9	41.0	42.1	43.2	44.4	45.5	46.6	47.7	48.9	50.0	51.2	52.3	53.5	54.6	55.8	56.9	58.1	32.1	33.2	34.3	35.4	36.5	37.6	38.7	39.9	41.0	42.1	43.2	44.4	45.5	46.6	47.7	48.9	50.0	51.2	52.3	53.5	54.6	55.8	56.9	58.1
6	33.5	34.7	35.8	36.9	38.0	39.2	40.3	41.4	42.6	43.7	44.8	46.0	47.1	48.3	49.4	50.6	51.7	52.9	54.1	55.2	56.4	57.6	58.7	59.9	33.5	34.7	35.8	36.9	38.0	39.2	40.3	41.4	42.6	43.7	44.8	46.0	47.1	48.3	49.4	50.6	51.7	52.9	54.1	55.2	56.4	57.6	58.7	59.9
7	35.0	36.2	37.3	38.4	39.6	40.7	41.9	43.0	44.2	45.3	46.5	47.7	48.8	50.0	51.2	52.3	53.5	54.7	55.9	57.1	58.3	59.4	60.6	61.8	35.0	36.2	37.3	38.4	39.6	40.7	41.9	43.0	44.2	45.3	46.5	47.7	48.8	50.0	51.2	52.3	53.5	54.7	55.9	57.1	58.3	59.4	60.6	61.8
8	36.6	37.7	38.9	40.0	41.2	42.3	43.5	44.7	45.9	47.0	48.2	49.4	50.6	51.8	53.0	54.1	55.3	56.5	57.7	59.0	60.2	61.4	62.6	63.8	36.6	37.7	38.9	40.0	41.2	42.3	43.5	44.7	45.9	47.0	48.2	49.4	50.6	51.8	53.0	54.1	55.3	56.5	57.7	59.0	60.2	61.4	62.6	63.8
9	38.1	39.3	40.5	41.6	42.8	44.0	45.2	46.4	47.6	48.8	50.0	51.2	52.4	53.6	54.8	56.0	57.2	58.4	59.7	60.9	62.1	63.4	64.6	65.8	38.1	39.3	40.5	41.6	42.8	44.0	45.2	46.4	47.6	48.8	50.0	51.2	52.4	53.6	54.8	56.0	57.2	58.4	59.7	60.9	62.1	63.4	64.6	65.8
10	39.7	40.9	42.1	43.3	44.5	45.7	46.9	48.1	49.3	50.6	51.8	53.0	54.2	55.5	56.7	57.9	59.2	60.4	61.7	62.9	64.2	65.4	66.7	67.9	39.7	40.9	42.1	43.3	44.5	45.7	46.9	48.1	49.3	50.6	51.8	53.0	54.2	55.5	56.7	57.9	59.2	60.4	61.7	62.9	64.2	65.4	66.7	67.9
11	41.4	42.6	43.8	45.0	46.3	47.5	48.7	49.9	51.2	52.4	53.7	54.9	56.1	57.4	58.6	59.9	61.2	62.4	63.7	65.0	66.3	67.5	68.8	70.1	41.4	42.6	43.8	45.0	46.3	47.5	48.7	49.9	51.2	52.4	53.7	54.9	56.1	57.4	58.6	59.9	61.2	62.4	63.7	65.0	66.3	67.5	68.8	70.1
12	43.1	44.3	45.6	46.8	48.1	49.3	50.6	51.8	53.1	54.3	55.6	56.8	58.1	59.4	60.7	62.0	63.2	64.5	65.8	67.1	68.4	69.7	71.0	72.4	43.1	44.3	45.6	46.8	48.1	49.3	50.6	51.8	53.1	54.3	55.6	56.8	58.1	59.4	60.7	62.0	63.2	64.5	65.8	67.1	68.4	69.7	71.0	72.4
13	44.9	46.1	47.4	48.6	49.9	51.2	52.5	53.7	55.0	56.3	57.6	58.9	60.2	61.5	62.8	64.1	65.4	66.7	68.0	69.3	70.7	72.0	73.3	74.7	44.9	46.1	47.4	48.6	49.9	51.2	52.5	53.7	55.0	56.3	57.6	58.9	60.2	61.5	62.8	64.1	65.4	66.7	68.0	69.3	70.7	72.0	73.3	74.7
14	46.7	48.0	49.3	50.5	51.8	53.1	54.4	55.7	57.0	58.3	59.6	60.9	62.3	63.6	64.9	66.3	67.6	68.9	70.3	71.6	73.0	74.4	75.7	77.1	46.7	48.0	49.3	50.5	51.8	53.1	54.4	55.7	57.0	58.3	59.6	60.9	62.3	63.6	64.9	66.3	67.6	68.9	70.3	71.6	73.0	74.4	75.7	77.1
15	48.6	49.9	51.2	52.5	53.8	55.1	56.4	57.8	59.1	60.4	61.8	63.1	64.5	65.8	67.2	68.5	69.9	71.3	72.6	74.0	75.4	76.8	78.2	79.6	48.6	49.9	51.2	52.5	53.8	55.1	56.4	57.8	59.1	60.4	61.8	63.1	64.5	65.8	67.2	68.5	69.9	71.3	72.6	74.0	75.4	76.8	78.2	79.6
16	50.5	51.8	53.2	54.5	55.8	57.2	58.5	59.9	61.2	62.6	64.0	65.3	66.7	68.1	69.5	70.9	72.3	73.7	75.1	76.5	77.9	79.3	80.8	82.2	50.5	51.8	53.2	54.5	55.8	57.2	58.5	59.9	61.2	62.6	64.0	65.3	66.7	68.1	69.5	70.9	72.3	73.7	75.1	76.5	77.9	79.3	80.8	82.2
17	52.5	53.9	55.2	56.6	58.0	59.3	60.7	62.1	63.5	64.9	66.3	67.7	69.1	70.5	71.9	73.3	74.8	76.2	77.6	79.1	80.5	82.0	83.5	84.9	52.5	53.9	55.2	56.6	58.0	59.3	60.7	62.1	63.5	64.9	66.3	67.7	69.1	70.5	71.9	73.3	74.8	76.2	77.6	79.1	80.5	82.0	83.5	84.9
18	54.6	56.0	57.4	58.8	60.2	61.6	63.0	64.4	65.8	67.2	68.6	70.0	71.5	73.0	74.5	75.9	77.3	78.8	80.3	81.8	83.3	84.8	86.3	87.8	54.6	56.0	57.4	58.8	60.2	61.6	63.0	64.4	65.8	67.2	68.6	70.0	71.5	73.0	74.5	75.9	77.3	78.8	80.3	81.8	83.3	84.8	86.3	87.8
19	56.8	58.2	59.6	61.0	62.4	63.9	65.3	66.8	68.2	69.7	71.1	72.6	74.1	75.5	77.0	78.5	80.0	81.5	83.1	84.6	86.1	87.6	89.2	90.7	56.8	58.2	59.6	61.0	62.4	63.9	65.3	66.8	68.2	69.7	71.1	72.6	74.1	75.5	77.0	78.5	80.0	81.5	83.1	84.6	86.1	87.6	89.2	90.7
20	59.0	60.4	61.9	63.3	64.8	66.3	67.7	69.2	70.7	72.2	73.7	75.2	76.7	78.2	79.8	81.3	82.8	84.4	85.9	87.5	89.1	90.7	92.2	93.8	59.0	60.4	61.9	63.3	64.8	66.3	67.7	69.2	70.7	72.2	73.7	75.2	76.7	78.2	79.8	81.3	82.8	84.4	85.9	87.5	89.1	90.7	92.2	93.8
21	61.3	62.8	64.3	65.8	67.3	68.8	70.3	71.8	73.3	74.9	76.4	77.9	79.5	81.1	82.6	84.2	85.8	87.4	89.0	90.6	92.2	93.8	95.4	97.1	61.3	62.8	64.3	65.8	67.3	68.8	70.3	71.8	73.3	74.9	76.4	77.9	79.5	81.1	82.6	84.2	85.8	87.4	89.0	90.6	92.2	93.8	95.4	97.1
22	63.8	65.3	66.8	68.3	69.8	71.4	72.9	74.5	76.1	77.6	79.2	80.8	82.4	84.0	85.6	87.2	88.9	90.5	92.1	93.8	95.5	97.2	98.9	100.5	63.8	65.3	66.8	68.3	69.8	71.4	72.9	74.5	76.1	77.6	79.2	80.8	82.4	84.0	85.6	87.2	88.9	90.5	92.1	93.8	95.5	97.2	98.9	100.5
23	66.3	67.8	69.4	71.0	72.5	74.1	75.7	77.3	78.9	80.5	82.2	83.8	85.4	87.1	88.7	90.4	92.1	93.8	95.5	97.2	98.9	100.6	102.4	104.1	66.3	67.8	69.4	71.0	72.5	74.1	75.7	77.3	78.9	80.5	82.2	83.8	85.4	87.1	88.7	90.4	92.1	93.8	95.5	97.2	98.9	100.6	102.4	104.1
24	68.9	70.5	72.1	73.7	75.3	77.0	78.6	80.3	81.9	83.6	85.2	86.9	88.6	90.3	92.0	93.8	95.5	97.2	99.0	100.7	102.5	104.3	106.1	107.9	68.9	70.5	72.1	73.7	75.3	77.0	78.6	80.3	81.9	83.6	85.2	86.9	88.6	90.3	92.0	93.8	95.5	97.2	99.0	100.7	102.5	104.3	106.1	107.9
25	71.7	73.3	75.0	76.6	78.3	80.0	81.7	83.3	85.1	86.8	88.5	90.2	92.0	93.7	95.5	97.3	99.1	100.9	102.7	104.5	106.3	108.2	110.1	111.9	71.7	73.3	75.0	76.6	78.3	80.0	81.7	83.3	85.1	86.8	88.5	90.2	92.0	93.7	95.5	97.3	99.1	100.9	102.7	104.5	106.3	108.2	110.1	111.9
26	74.6	76.3	78.0	79.7	81.4	83.1	84.8	86.6	88.4	90.1	91.9	93.7	95.5	97.3	99.2	101.0	102.9	104.7	106.6	108.5	110.4	112.3	114.2	116.2	74.6	76.3	78.0	79.7	81.																			

Ilustración E- 7 Ficha de Catación para Agua Envasada



NOMBRE:

FECHA:

INSTRUCCIONES:

- + Frente a usted se encuentran 3 muestras distintas de Agua Envasada, escriba el código correspondiente a las mismas en cada una de las casillas asignadas.
- + Marque con una **X** el parámetro adecuado según su criterio de perceptibilidad.
- + **IMPORTANTE:** Entre cada catación, neutralice el sabor con el alimento que encontrará a su disposición.

PARÁMETRO	ESCALA	CÓDIGO		
OLOR	1. No detecto presencia de olor en la muestra.			
	2. Detecto cierta presencia de olor en la muestra.			
	3. Existe olor en la muestra.			
SABOR	1. No detecto ningún sabor en la muestra.			
	2. Detecto cierto sabor en la muestra.			
	3. Existe sabor en la muestra.			
ACEPTABILIDAD	1. No aceptaría esta agua para beber a diario.			
	2. Quizá aceptaría esta agua para beber a diario.			
	3. Aceptaría esta agua para beber a diario.			

COMENTARIOS:

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Tabla E- 16 Resultados de la Evaluación Sensorial realizada a 20 panelistas no entrenados

Criterios: t= 6; k= 3; r= 10; b= 20

CATADOR #	[OZONO] (mg/L)	OLOR	SABOR	ACEPTABILIDAD
1	0,08	1	1	2
1	0,10	1	1	2
1	0,13	1	1	2
2	0,15	1	1	3
2	0,17	1	1	2
2	TESTIGO	1	1	3
3	0,08	1	1	2
3	0,10	1	1	2
3	0,15	1	1	3
4	0,13	1	1	2
4	0,17	1	1	2
4	TESTIGO	1	1	3
5	0,08	1	1	2
5	0,10	1	1	2
5	0,17	1	1	3
6	0,13	1	1	2
6	0,15	1	1	3
6	TESTIGO	1	1	2
7	0,08	1	1	2
7	0,10	1	1	2
7	TESTIGO	1	1	3
8	0,13	1	1	2
8	0,15	1	1	3
8	0,17	1	1	2
9	0,08	1	1	2
9	0,13	1	1	2

Continuación

CATADOR #	[OZONO] (mg/L)	OLOR	SABOR	ACEPTABILIDAD
9	0,15	1	1	3
10	0,1	1	1	2
10	0,17	1	1	2
10	TESTIGO	1	1	2
11	0,08	1	1	2
11	0,13	1	1	2
11	0,17	1	1	2
12	0,13	1	1	2
12	0,15	1	1	3
12	TESTIGO	1	1	3
13	0,08	1	1	2
13	0,13	1	1	2
13	TESTIGO	1	1	3
14	0,1	1	1	2
14	0,15	1	1	3
14	0,17	1	1	2
15	0,08	1	1	2
15	0,15	1	1	3
15	0,17	1	1	2
16	0,1	1	1	2
16	0,13	1	1	2
16	TESTIGO	1	1	3
17	0,08	1	1	2
17	0,15	1	1	2
17	TESTIGO	1	1	3
18	0,1	1	1	2
18	0,13	1	1	2
18	0,17	1	1	2
19	0,08	1	1	2

Continuación

CATADOR #	[OZONO] (mg/L)	OLOR	SABOR	ACEPTABILIDAD
19	0,17	1	1	2
19	TESTIGO	1	1	3
20	0,1	1	1	2
20	0,13	1	1	2
20	0,15	1	1	3

Elaborado por: Gavilanes J. (2017)

ANEXO F

ANÁLISIS DE

DATOS

Ilustración F- 1 ANOVA para las 5 Concentraciones de Ozono considerando la Concentración de Ozono Residual mediante el paquete estadístico Infostat

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CONCENTRACION OZONO RESIDU..	180	0,99	0,99	4,06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,14	4	0,04	5852,02	<0,0001
CONCENTRACION OZONO (mg/L)..	0,14	4	0,04	5852,02	<0,0001
Error	1,1E-03	175	6,0E-06		
Total	0,14	179			

Ilustración F- 2 Prueba de Tukey para las 5 Concentraciones de Ozono mediante el paquete estadístico Infostat

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00158

Error: 0,0000 gl: 175

CONCENTRACION OZONO (mg/L)..	Medias	n	E.E.	
0,08	0,02	36	4,1E-04	A
0,10	0,04	36	4,1E-04	B
0,13	0,06	36	4,1E-04	C
0,15	0,08	36	4,1E-04	D
0,17	0,10	36	4,1E-04	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Ilustración F- 3 Prueba de Duncan para las 5 Concentraciones de Ozono mediante el paquete estadístico Infostat

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0000 gl: 175

CONCENTRACION OZONO (mg/L)..	Medias	n	E.E.	
0,08	0,02	36	4,1E-04	A
0,10	0,04	36	4,1E-04	B
0,13	0,06	36	4,1E-04	C
0,15	0,08	36	4,1E-04	D
0,17	0,10	36	4,1E-04	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Ilustración F- 4 Gráfico de Barras: Concentración de Ozono VS Concentración de Ozono Residual mediante el paquete estadístico Infostat

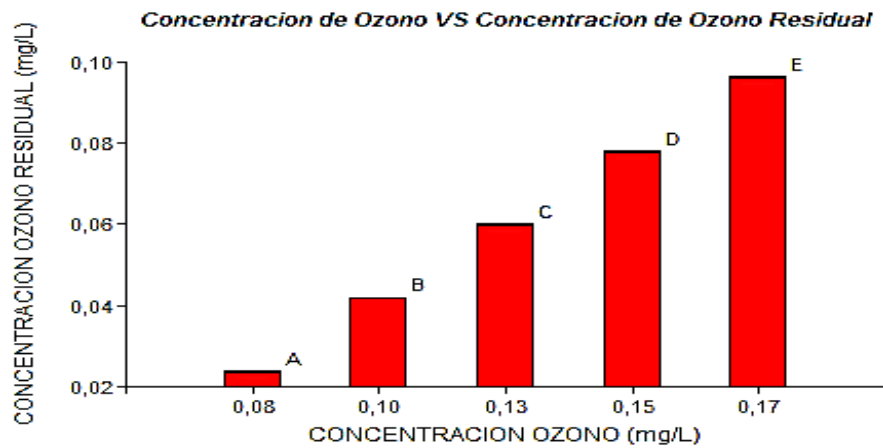


Ilustración F- 5 ANOVA correspondiente al parámetro OLOR incluido en el Análisis Sensorial a través del paquete estadístico Infostat

OLOR

Variable	N	R ^s	R ^s	Aj	CV
OLOR	60	sd	sd	sd	0,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,00	5	0,00	sd	sd
CONCENTRACION (mg/L)	0,00	5	0,00	sd	sd
Error	0,00	54	0,00		
Total	0,00	59			

Ilustración F- 6 ANOVA correspondiente al parámetro SABOR incluido en el Análisis Sensorial a través del paquete estadístico Infostat

SABOR

Variable	N	R ^s	R ^s	Aj	CV
SABOR	60	sd	sd	sd	0,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,00	5	0,00	sd	sd
CONCENTRACION (mg/L)	0,00	5	0,00	sd	sd
Error	0,00	54	0,00		
Total	0,00	59			

Ilustración F- 7 ANOVA correspondiente al parámetro ACEPTABILIDAD incluido en el Análisis Sensorial a través del paquete estadístico Infostat

ACEPTABILIDAD

Variable	N	R ^s	R ^s Aj	CV
ACEPTABILIDAD	60	0,73	0,71	10,91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9,20	5	1,84	29,22	<0,0001
CONCENTRACION (mg/L)	9,20	5	1,84	29,22	<0,0001
Error	3,40	54	0,06		
Total	12,60	59			

Ilustración F- 8 Prueba de Tukey correspondiente al parámetro ACEPTABILIDAD incluido en el Análisis Sensorial a través del paquete estadístico Infostat

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,33210

Error: 0,0630 gl: 54

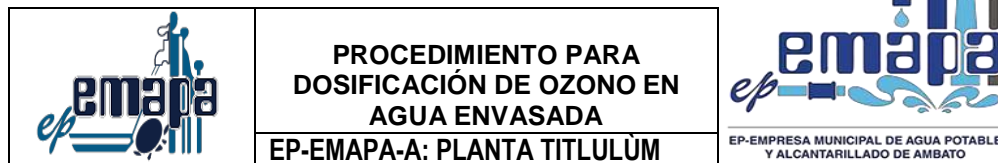
CONCENTRACION (mg/L)	Medias	n	E.E.	
0,13	2,00	11	0,08	A
0,10	2,00	9	0,08	A
0,08	2,00	10	0,08	A
0,17	2,10	10	0,08	A
0,20	2,80	10	0,08	B
0,15	2,90	10	0,08	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO G

PROCEDIMIENTO PARA DOSIFICACIÓN DE OZONO EN AGUA ENVASADA

Procedimiento G-1 Procedimiento para Dosificación de Ozono en Agua Envasada



1. OBJETIVO

Dosificar agua a ser envasada aplicando una concentración exacta de ozono que garantice el proceso de desinfección.

2. ALCANCE

Es aplicable para agua procedente de vertiente.

3. PRINCIPIO

Consiste en la desinfección de agua a ser envasada mediante el principio de ozonización, considerándose una dosificación exacta que permita cumplir con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos establecidos en la norma NTE INEN 2 200: 2008 y de acuerdo a los requerimientos de aceptabilidad para parte de los consumidores.

4. EQUIPOS

- Ozonificador “ASTIMEC”
- Lámpara UV
- Tanque reservorio con capacidad de 2000 L
- Línea de Envasado: Botellas de 500 mL
- Hidroneumático
- Compresor

5. REACTIVOS

- Agua ozonificada

6. NORMAS DE SEGURIDAD Y VERIFICACIÓN DE EQUIPOS

- Verificar que el hidroneumático permanezca encendido las 24 horas del día.
- Constatar que el tanque reservorio se encuentre abastecido de agua antes de iniciar el proceso de desinfección con ozono.

7. PROCEDIMIENTO

7.1. PUESTA EN MARCHA DE LA ENVASADORA DE AGUA DE LA EP-EMAPA-A: PLANTA TILULÚM

- Previa a la verificación del encendido de la bomba del hidroneumático, se procede a prender el compresor
- Encender la lámpara UV
- Activar el paso del agua del panel de control
- Encender el Swich principal del generador de ozono
- Prender la bomba del ozonificador
- Abrir la llave de paso del tanque reservorio
- Activar el rotámetro de ozono
- Encender el ozonificador
- Regular el panel de control a la escala de dosificación de 1,75 g/h correspondiente a una dosificación de 0,15 mgO₃/L
- Considerando la capacidad de los 2000 L del tanque reservorio se establece un tiempo de dosificado de 10 minutos
- Apagar el ozonificador durante 20 minutos para efectuar el tiempo de contacto entre el ozono suministrado y el agua a tratar.
- Verificar el paso de agua ozonificada hacia las líneas de envasado
- Encender nuevamente el ozonificador y operar de la manera mencionada.

7.2. PUESTA EN MARCHA DE LA LINEA DE ENVASADO: BOTELLAS DE 500 mL

- Encender el panel de control
- Regular los parámetros solicitados:
 - Tiempo de avance (recorrido de las botellas): +1600 ms
 - Tiempo de enjuague de botellas: +720 ms
 - Tiempo de empuje de botellas: +1600 ms
 - Tiempo de retardo del llenado: +400 ms
 - Tiempo de llenado de agua ozonificada: +1830 ms
 - Tiempo de posición de botellas: +5800 ms
 - Tiempo de roscado de tapas: +1420 ms
 - Presión del Tanque del regulador del cerrado: 5 bar
- Encender el enjuague de las botellas de 500mL
- Activar el llenado de agua ozonificada
- Una vez terminada la producción se apaga la embotelladora de agua.

7.3. APAGADO DE EQUIPOS DE LA ENVASADORA DE AGUA DE LA EP-EMAPA-A: PLANTA TILULÚM

- Verificar que el tanque reservorio se encuentre vacío
- Cerrar la llave de paso del tanque reservorio
- Apagar la bomba del ozonificador
- Apagar el ozonificador
- Cerrar la válvula del rotámetro
- Cerrar la llaves de control
- Desactivar el botón de llenado del tanque reservorio
- Apagar la lámpara UV del panel de control
- Apagar el compresor

IMPORTANTE: El hidroneumático permanece activado las 24 h.

8. CRITERIO DE DOSIFICACION DE OZONO PARA AGUA ENVASADA

La dosis óptima de ozono para agua envasada es de 0,15 mg/L, correspondiente a una escala de dosificación de 1,75 g/h, considerándose una demanda de ozono de 0,07 mg/L y una concentración de 0.08 mg/L para el ozono residual existente en el agua envasada posterior a su desinfección.

Es importante enfatizar que la dosificación de ozono mencionada debe mantenerse sin alteración, puesto que a esta concentración se cumple con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos establecidos por la norma NTE INEN 2 200: 2008 para agua envasada, además de haber sido seleccionada por los consumidores mediante un análisis sensorial realizado a una muestra escogida aleatoriamente de la población.

9. REFERENCIAS

- Norma NTE 2 200: 2008 para Agua Envasada
- Análisis de Resultados Fisicoquímicos y Microbiológicos realizados en el Laboratorio de Control de Calidad de la EP-EMAPA-A: 1610700; 1610701; 1611745; 1711729; 1611800;

OBSERVACIONES: Ninguna

PROFESIONAL RESPONSABLE:



Ing. Catherine Velastegui

RESPONSABLE TECNICO

ENVASADORA DE AGUA DE LA EP-EMAPA-A: PLANTA TILULÚM

ANEXO G

FOTOGRAFÍAS

Ilustración G-1 Materiales para el Análisis Fisicoquímico y Microbiológico del Agua Envasada

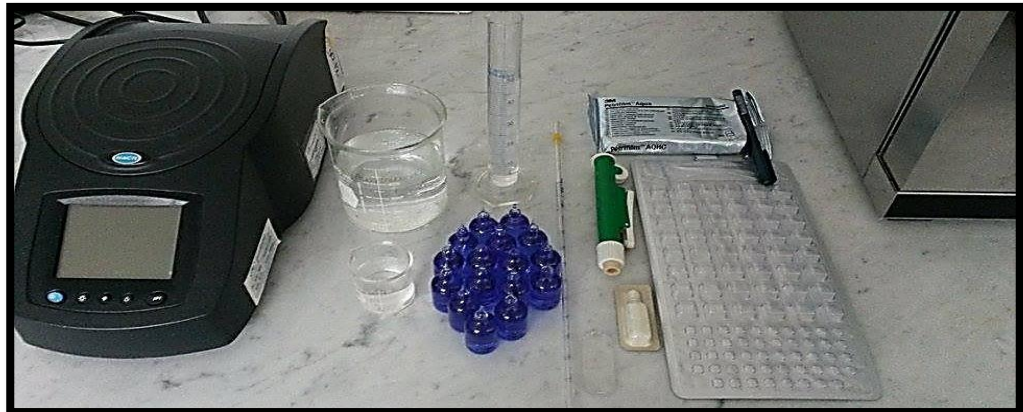


Ilustración G-2 Preparación de muestras para medición de Ozono Residual en el Agua Envasada



Ilustración G-3 Muestras analizadas para determinación de O_3R



Ilustración G-4 Muestra de agua envasada sellada en el equipo QUANTI-TRAY SEALER (NMP)



Ilustración G-5 Muestras de agua envasada sembradas en Petrifilm para conteo de Aerobios Mesófilos

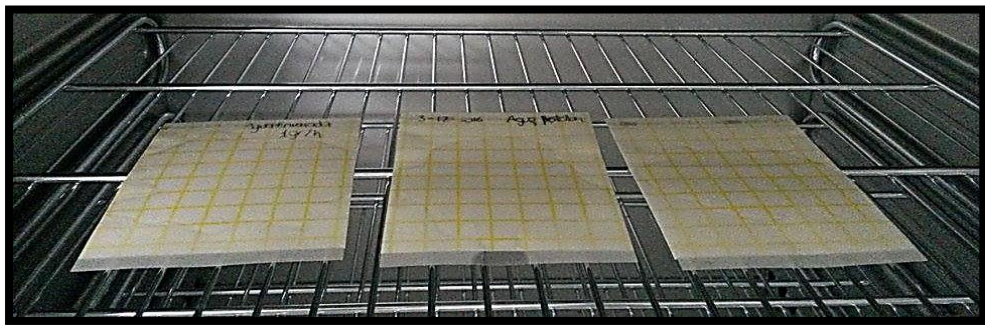


Ilustración G-6 Estación de Cata para análisis sensorial del agua envasada



Ilustración G-7 Agua embotellada a concentración: 0,15 mgO₃/L



Ilustración G-8 Etiqueta del Agua Envasada por la EP- EMAPA-A



Ilustración G-9 Instalaciones de la Envasadora de Agua de la EP- EMAPA-A: Planta Tilulúm

