

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**TESIS:**

**Tiempo límite de consumo de agua de mesa ozonizada envasada  
en bolsa aluminizada de la empresa FATICA S.A.C. - Lima**

Para optar el título profesional de:

**INGENIERA QUÍMICA**

PRESENTADO POR:

**Bach. Orly Viviana LAGOS RODRIGUEZ**

ASESOR:

**MSc. Jorge Sotero GARCÍA BLÁSQUEZ MOROTE**

**AYACUCHO - PERÚ**

**2024**

## **DEDICATORIA**

A mi hija Mia Valentina, a mis padres y a mi hermana.

## **AGRADECIMIENTO**

Es innegable mencionar a la empresa FATICA S.A.C. por permitirme ser parte de su personal y así realizar la investigación en sus instalaciones. Asimismo, a la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga por abrirme sus puertas y brindarme todo lo necesario en mi formación profesional

Al ingeniero Jorge S. García Blásquez Morote, mi asesor, por su gran apoyo desde su experiencia, conocimientos y consejos, posibilitaron discutir los resultados de la tesis. Estas críticas constructivas mejoraron el contenido de la investigación. A mi familia que me brindó todo el apoyo incondicional haciendo los modos posibles en lograr cumplir mis metas. Mi abuela, mi madre y mi hermana que tuvieron mucha paciencia, confianza y su amor incondicional para que culminara mi carrera profesional. Igualmente, a mi pequeña Valentina que con su sonrisa me inspiró seguir avanzando. También, a Ángel Arones por sus aportes y motivación para lograr cumplir con mis metas. Igualmente, estoy segura, este trabajo como fruto de varios factores contribuirá a la empresa FATICA S.A.C., y a los profesionales y personas que tienen interés en el tema.

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar el tiempo límite de consumo de agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada de la empresa FATICA S.A.C. La metodología fue determinar los parámetros en laboratorio en los aspectos microbiológico como; el número de coliformes totales, coliformes termo tolerantes, *Escherichia coli*, heterótrofos y *pseudomonas*, en el aspecto fisicoquímico como el pH, DT, STD,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{O}_3$  y en el aspecto sensorial u organolépticos, tales como olor, sabor y color. Se concluyó que el tiempo límite de consumo se puede extender a seis meses, tres meses más de lo inicialmente establecido. Este hallazgo se basó en el cumplimiento riguroso de los parámetros microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales, y en la actualización del diagrama de flujo del proceso de producción. Estos parámetros cumplieron con las normas técnicas sanitarias NTS N°071- MINSA/DIGESA y el Decreto Supremo N°031-2010- SA sobre el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Además, se incorporó un filtro cartucho de 1 micra de diámetro en la etapa 2 del proceso y un sistema de ozonización en la etapa 3, lo que contribuyó a la extensión del tiempo límite de consumo.

Palabras clave: agua de mesa ozonizada; tiempo límite de consumo; diagrama de flujo del proceso de agua.

## **ABSTRACT**

The objective of the research was to determine the time limit for consumption of ozonated table water packaged in aluminized bags from the company FATICA S.A.C. The methodology was to determine the parameters in the laboratory in microbiological aspects such as; the number of total coliforms, thermo-tolerant coliforms, *Escherichia coli*, heterotrophs and *pseudomonas*, in the physicochemical aspect such as pH, DT, STD, Cl<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> and in the sensory or organoleptic aspect, such as odor, flavor and color. It was concluded that the consumption limit time can be extended to six months, three months longer than initially established. This finding was based on rigorous compliance with microbiological, physicochemical and sensory parameters, and on updating the production process flow diagram. These parameters complied with the sanitary technical standards N°071- MINSA/DIGESA and Supreme Decree N°031-2010-SA on the Regulation of the Quality of Water for Human Consumption. In addition, a 1-micron diameter cartridge filter was incorporated in stage 2 of the process and an ozonation system in stage 3, which contributed to the extension of the consumption limit time.

Keywords: ozonated table water; consumption limit time; water process flow chart.

## ÍNDICE

|                                                               |      |
|---------------------------------------------------------------|------|
| AGRADECIMIENTO .....                                          | ii   |
| RESUMEN.....                                                  | iii  |
| ABSTRACT .....                                                | iv   |
| ÍNDICE .....                                                  | v    |
| LISTA DE TABLAS .....                                         | vii  |
| LISTA DE FIGURAS .....                                        | viii |
| CAPÍTULO I .....                                              | 1    |
| INTRODUCCIÓN.....                                             | 1    |
| 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....                         | 1    |
| 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....                           | 2    |
| 1.3. OBJETIVOS .....                                          | 2    |
| 1.4. HIPÓTESIS.....                                           | 3    |
| CAPÍTULO II .....                                             | 4    |
| MARCO TEÓRICO .....                                           | 4    |
| 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....                    | 4    |
| 2.2. EL AGUA Y SU DISPONIBILIDAD .....                        | 5    |
| 2.3. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA .....                           | 7    |
| 2.4. OZONIZACIÓN EN EL TRATAMIENTO DEL AGUA.....              | 9    |
| 2.5. AGUA DE MESA .....                                       | 10   |
| 2.7. Variables e indicadores .....                            | 12   |
| CAPÍTULO III .....                                            | 14   |
| MATERIAL Y MÉTODOS.....                                       | 14   |
| 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....                               | 14   |
| 3.2. MUESTRA .....                                            | 14   |
| 3.3. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....               | 14   |
| 3.5. BOLSA ALUMINIZADA (“BAG IN BOX”) .....                   | 19   |
| 3.6. Análisis de laboratorio.....                             | 20   |
| 3.7. FUNDAMENTACIÓN TÉCNICA DEL FLUJOGRAMA .....              | 21   |
| CAPÍTULO IV.....                                              | 22   |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....                                   | 22   |
| 4.1. PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN DE AGUA DE MESA OZONIZADA ..... | 22   |
| 4.1.1. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS .....                       | 22   |

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1.2. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS .....                                              | 32 |
| 4.1.3. Parámetros sensoriales u organolépticos .....                                | 37 |
| 4.2. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL AGUA DE<br>MESA OZONIZADA..... | 39 |
| 4.2.1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO INICIAL .....                                  | 39 |
| 4.2.2. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO ACTUALIZADO .....                               | 43 |
| CONCLUSIONES.....                                                                   | 55 |
| RECOMENDACIONES .....                                                               | 56 |
| REFERENCIAS .....                                                                   | 57 |
| ANEXOS.....                                                                         | 62 |
| ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA.....                                                | 62 |
| ANEXO 2: TOMA DE MUESTRAS PROTOCOLIZADA .....                                       | 63 |
| ANEXO 3. FOTOGRAFÍAS.....                                                           | 70 |

## LISTA DE TABLAS

|          |                                                                                                      |    |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1  | Estados del agua                                                                                     | 7  |
| Tabla 2  | Disponibilidad de la masa anual de recursos hídricos en el Perú,<br>según vertiente hidrográfica     | 9  |
| Tabla 3  | Fuentes de agua según tipo                                                                           | 9  |
| Tabla 4  | Ventajas y desventajas del tratamiento de agua por ozonización                                       | 16 |
| Tabla 5  | Métodos para determinar el tiempo límite de consumo de agua de<br>mesa                               | 19 |
| Tabla 6  | Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y<br>parasitológicos                       | 19 |
| Tabla 7  | Límites máximos permisibles de parámetros fisicoquímicos o<br>calidad organoléptica                  | 21 |
| Tabla 8  | Ficha técnica de la bolsa aluminizada ("bag in box")                                                 | 21 |
| Tabla 9  | Características del bag                                                                              | 22 |
| Tabla 10 | Resultados de la muestra de parámetros microbiológicos en la<br>producción de agua de mesa ozonizada | 25 |
| Tabla 11 | Resultado de los parámetros físico químicos en la producción de<br>agua de mesa ozonizada            | 25 |
| Tabla 12 | Análisis descriptivo de los parámetros físico químicos                                               | 29 |
| Tabla 13 | Apreciación de panelistas en parámetros sensoriales de la muestra<br>0 en el mes 1                   | 38 |
| Tabla 14 | Apreciación de panelistas en parámetros sensoriales de la muestra<br>2 en el mes 3                   | 39 |
| Tabla 15 | Apreciación de panelistas en parámetros sensoriales de la muestra<br>4 en el mes 4                   | 44 |
| Tabla 16 | Apreciación de panelistas en parámetros sensoriales de la muestra<br>4 en el mes 6.                  | 44 |
| Tabla 17 | Apreciación de panelistas en parámetros sensoriales de la muestra<br>4 en el mes 4                   | 45 |
| Tabla 18 | Apreciación de panelistas en parámetros sensoriales de la muestra<br>4 en el mes 6.                  | 45 |

## LISTA DE FIGURAS

|           |                                                                                                                                           |    |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1  | Molécula de agua                                                                                                                          | 10 |
| Figura 2  | Carga microbiológica y aceptabilidad sensorial en función del tiempo                                                                      | 17 |
| Figura 3  | Etapas de distribución y temperatura en función del tiempo                                                                                | 18 |
| Figura 4  | Grafica donde se determina la constante de cinética de reacción                                                                           | 23 |
| Figura 5  | Resultado de la muestra de coliformes totales                                                                                             | 23 |
| Figura 6  | Resultado de la muestra de los coliformes termotolerantes                                                                                 | 24 |
| Figura 7  | Resultado de la muestra de E. coli                                                                                                        | 31 |
| Figura 8  | Resultado de la muestra de Heterótrofos                                                                                                   | 33 |
| Figura 9  | Resultado de la muestra de Pseudomonas                                                                                                    | 34 |
| Figura 10 | Correlación de las variables de pH, STD y O <sub>3</sub>                                                                                  | 36 |
| Figura 11 | Correlación de las variables de pH, cloro (Cl <sub>2</sub> ) y porcentaje de ozono                                                        | 37 |
| Figura 12 | Correlación de las variables de pH con dureza total                                                                                       | 40 |
| Figura 13 | Resumen del grado de correlación de las variables de pH, O <sub>3</sub> , DT y STD                                                        | 40 |
| Figura 14 | Parámetros de densidades de probabilidad                                                                                                  | 41 |
| Figura 15 | Diagrama de flujo inicial                                                                                                                 | 42 |
| Figura 16 | Diagrama de flujo del proceso inicial y actualizado con filtro en el proceso de producción del agua de mesa ozonizada                     | 43 |
| Figura 17 | Diagrama de flujo de proceso inicial y actualizado con balón de oxígeno en el proceso de producción del agua de mesa ozonizada            | 49 |
| Figura 18 | Diagrama de flujo del proceso inicial y actualizado con generador de ozono en el proceso de producción del agua de mesa ozonizada         | 51 |
| Figura 19 | Diagrama de flujo de proceso inicial y actualizado con tanque ozonizador en el proceso de producción del agua de mesa ozonizada           | 53 |
| Figura 20 | Dispositivos incorporados en la etapa 3 del diagrama de flujo de proceso actualizado del proceso de producción del agua de mesa ozonizada | 55 |
| Figura 21 | Síntesis del diagrama de flujo actualizado                                                                                                | 57 |
| Figura 22 | Dispositivos incorporados en la etapa 3 del diagrama de flujo de proceso actualizado del proceso de producción del agua de mesa ozonizada | 58 |
| Figura 23 | Síntesis del diagrama de flujo actualizado                                                                                                | 60 |

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

En el contexto de la ciudad de Huacho, la embotelladora FATICA S.A.C. se dedica a procesar agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada para abastecer el mercado local. Aunque este producto cumple con los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos necesarios para su conservación, es crucial establecer el tiempo límite de consumo para garantizar su calidad y seguridad. Las Normas Técnicas Peruanas (NTP) y la Dirección General de Salud (DIGESA) exigen esta especificación. Para lograrlo, se llevaron a cabo pruebas analíticas que consideraron factores como la temperatura, el porcentaje de humedad, el pH y el tipo de envase.

#### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Según Kantar (2022), el 38 % de los peruanos considera que consume suficiente agua. No obstante, esta cifra sugiere que el consumo de agua aún no es adecuado en su dieta. Aunque el consumo de agua de mesa sigue siendo bajo, el mercado mundial de agua embotellada ha estado creciendo constantemente desde principios del siglo XXI. Además, el creciente interés de las personas por un estilo de vida que sigue las nuevas tendencias de una alimentación con calidad nutricional impulsa la búsqueda de productos con un valor añadido más allá de lo que ofrecen las aguas comunes.

En la ciudad de Huacho, la embotelladora FATICA S.A.C., procesa agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada, para abastecer el mercado local, para producir agua de calidad que cumple con parámetros microbiológicos y fisicoquímicos que condicionan su conservación; sin embargo, es pertinente establecer el tiempo límite de consumo del agua ozonizada en los envases que se expenden, tal como exigen las Normas Técnicas Peruanas (NTP) y la Dirección General de Salud (DIGESA). Además, es de suma importancia el cumplimiento de las normas que rige el

mercado nacional de bebidas no carbonatadas envasadas para garantizar la calidad de agua de mesa ozonizada.

La empresa FATICA S.A.C. para garantizar los estándares de calidad del agua que elabora y ofrece promovió y planteó la realización del presente estudio conducente a la determinación del tiempo límite de consumo de agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada.

Consecuentemente, se realizaron pruebas analíticas para determinar el efecto de parámetros, tales como la temperatura, porcentaje de humedad, pH, tipo de envase, entre otros, que condicionan el tiempo límite de consumo del agua de mesa envasada ozonizada.

Además, el estudio permitirá alinearse a la empresa FATICA S.A.C. con la certificación HACCP en el contexto de su trazabilidad y subsecuentemente en la promoción de su competitividad.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál es el tiempo límite de consumo de agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada de la empresa FATICA S.A.C.?

## **1.3. OBJETIVOS**

### ***Objetivo General***

Determinar el tiempo límite de consumo de agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada de la empresa FATICA S.A.C.

### ***Objetivos Específicos***

- Determinar los parámetros de producción de agua de mesa ozonizada en la embotelladora FATICA S.A.C. que influyen en el tiempo límite de su consumo.
- Actualizar el diseño del diagrama de flujo del proceso de producción de agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada de la empresa FATICA S.A.C.

## **1.4. HIPÓTESIS**

### ***Hipótesis General***

El tiempo límite de consumo de agua de mesa ozonizada utilizando bolsa aluminizada, condiciones de almacenamiento y contando con un diagrama de flujo del proceso actualizado, se amplía en 3 meses adicionales a lo establecido por la empresa embotelladora FATICA S.A.C.

### ***Hipótesis Específicos***

- Los parámetros de producción de agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada de la FATICA S.A.C. definen la calidad y condiciones de su almacenamiento.
- La elaboración e implementación de un diagrama de flujo del proceso actualizado de producción de agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada de la empresa FATICA S.A.C. extiende el tiempo límite de su consumo en 6 meses adicionales de lo establecido.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

La producción de agua de mesa ozonizada toma importancia por presentar múltiples beneficios, por lo que actualmente el mercado nacional es más exigente con la calidad de tratamiento de desinfección y envasado de aguas, como en la conservación en cada presentación o empaque que la contiene.

Salvador (2021) en su investigación “Obtención de agua ozonizada a nivel piloto en la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”, determina la concentración de ozono en la obtención del agua ozonizada para su limpieza.

Caro (2019) estudia el impacto del agua ozonizada en la reducción de *Escherichia coli* en hortalizas en Huaral. La investigación evalúa cómo diferentes concentraciones y tiempos de contacto del agua ozonizada afectan la reducción microbiana de *E. coli* en hortalizas. Para ello, se recolectaron e identificaron muestras de hortalizas del mercado Modelo de Huaral, determinando el recuento de *E. coli* en todas las muestras. Se seleccionó la muestra crítica, aquella con el mayor recuento de UFC/g, y se aplicaron nueve tratamientos combinando tres concentraciones de ozono (0,1; 0,5 y 1,0 mg/L) con tres tiempos de inmersión (30, 150 y 300 segundos), utilizando un diseño factorial  $3^2$  para probar la hipótesis.

Ricaurte (2006), en su investigación “Ozonoterapia, una opción para el sector agropecuario”, explica que el tratamiento del agua con ozono genera átomos de oxígeno

inestables y de corta vida. Según la FDA (Organismo regulador de alimentos de EE.UU.), el ozono elimina el 99,9% de todos los patógenos conocidos cuando se insufla en el agua.

Dirié (2019) en su “Proyecto de inversión de una planta purificadora y envasadora de agua Universidad Nacional de San Martín”; analiza una planta purificadora y envasadora de agua purificada envasada en bidones de 10 y 20 litros; y concluye que el proyecto es rentable.

Apaza (2015) en la investigación titulada “Obtención de agua ozonizada envasada por laboratorios La Cooper”, valida la calidad de agua ozonizada controlando los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de materia prima, material de acondicionamiento y producto terminado. “A partir del método Iodométrico, absorción de radiación UV y amperométrico, concluye que el agua ozonizada es una operación y no un proceso, ya que el agua potable utilizada no es transformada en otro producto, sino más bien sufre un tratamiento y mejoramiento del agua para su posterior consumo” (p.24).

## 2.2. EL AGUA Y SU DISPONIBILIDAD

El agua es un líquido compuesto por dos volúmenes de hidrógeno y uno de oxígeno, siendo el elemento más abundante en la superficie de la Tierra (Platea, 2022). Es la única sustancia que se encuentra en los tres estados de la materia (sólido, líquido y gas) a temperaturas normales (Tabla 1).

**Tabla 1**

*Estados del agua*

| <b>Sólido</b>        | <b>Líquido</b> | <b>Gaseoso</b> |
|----------------------|----------------|----------------|
| En los Polos         | Lluvia         | Niebla         |
| Glaciares            | Rocío          | Nube           |
| Hielo en superficies | En lagos       |                |
| de agua en invierno  | En ríos        |                |
| Nieve                | Mares          |                |
| Granizo y escarcha   | Océanos        |                |

*Nota.* Conacyt.com, 2020.

El agua posee propiedades físicas, químicas y microbiológicas. Físicamente, es un líquido inodoro e insípido que aparece azul cuando se encuentra en grandes cantidades

(Platea, 2020). A una presión atmosférica de 760 mm Hg, el agua pura se congela a 0 °C y hierve a 100 °C. Cristaliza en un sistema hexagonal, conocido como nieve o hielo, dependiendo de si es esponjosa o compacta. Al congelarse, el agua se expande, aumentando su volumen, lo que hace que el hielo tenga una densidad menor que el agua líquida y por eso flota. La densidad máxima del agua se alcanza a 4 °C, siendo 1 g/mL.

El agua es el compuesto químico más conocido y abundante para los humanos, siendo esencial para sus vidas. Su importancia química radica en que la mayoría de los procesos químicos en la naturaleza, tanto en organismos vivos como en la superficie terrestre, así como en laboratorios e industrias, ocurren en soluciones acuosas (Cova, 2018). Se le llama el disolvente universal porque casi todas las sustancias son solubles en ella. El agua no tiene propiedades ácidas ni básicas, puede formar hidratos con ciertas sales, reacciona con óxidos metálicos para formar ácidos y actúa como catalizador en muchas reacciones.

El tercer aspecto se refiere a la calidad del agua, que puede contener bacterias coliformes totales y fecales, enterococos fecales, *Clostridium perfringens* y microorganismos viables a 37 °C y 22 °C. Estos controles son esenciales para descartar posibles contaminaciones fecales en el agua, y deben realizarse periódicamente en la explotación cunícola (Rodríguez, 2012).

La orografía del país define tres grandes sistemas hídricos, conocidos como vertientes hidrográficas: Pacífico, Amazonas y Titicaca. Estas vertientes comprenden un total de 159 cuencas o unidades hidrográficas (UH) con características específicas (Tabla 2).

**Tabla 2**

*Disponibilidad de la masa anual de recursos hídricos en el Perú, según vertiente hidrográfica*

| Vertiente    | N°<br>UH | Superficie      |      | Población | Disponibilidad hídrica (hm <sup>3</sup> ) |       |                 |                 |       |
|--------------|----------|-----------------|------|-----------|-------------------------------------------|-------|-----------------|-----------------|-------|
|              |          | Miles           |      |           | Superficial                               |       | Subterránea     | Total           |       |
|              |          | km <sup>2</sup> | %    |           | hm <sup>3</sup>                           | %     | hm <sup>3</sup> | hm <sup>3</sup> | %     |
| Pacífico     | 62       | 279,7           | 21,7 | 65,98     | 35,632                                    | 2,02  | 2,849           | 38,481          | 2,18  |
| Atlántico    | 84       | 958,5           | 74,6 | 30,76     | 1719,814                                  | 97,42 | -               | 1'719,814       | 97,26 |
| Titicaca     | 13       | 47,0            | 3,8  | 3,26      | 9,877                                     | 0,56  | -               | 9,877           | 0,56  |
| <b>TOTAL</b> | 159      | 1 285,2         | 100  | 100       | 1765,323                                  | 100   | 2,849           | 1768,172        | 100   |

*Nota.* ANA, Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos, 2012

Existen esfuerzos continuos de parte de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) para caracterizar y cuantificar los recursos hídricos del país, y reconocer las principales fuentes de agua (Tabla 3).

**Tabla 3**

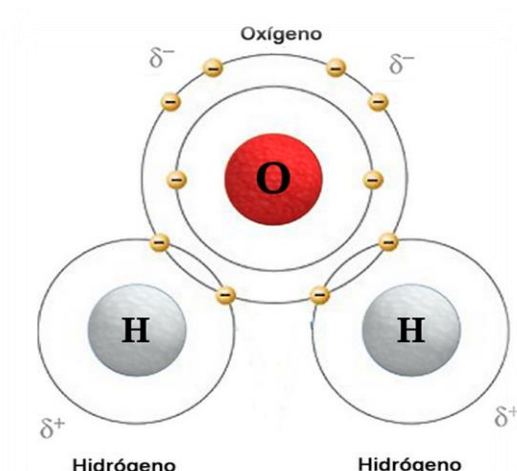
*Fuentes de agua según tipo*

| Tipo de fuente  | Cuantificación                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Glaciar         | 2,679 glaciares que cubren 1 298,59 km <sup>2</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pacífico: 974 (511,75 km<sup>2</sup>)</li> <li>• Amazonas: 1,657 (759,04 km<sup>2</sup>)</li> <li>• Titicaca: 48 (27,8 km<sup>2</sup>)</li> </ul> |
| Lagos y lagunas | 8,355 inventariadas + 3,246 no inventariadas = 11,601 lagunas <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pacífico: 3,315</li> <li>• Amazonas: 8,006</li> <li>• Titicaca: 280</li> </ul>                                                          |
| Río             | 1,007                                                                                                                                                                                                                                          |
| Acuífero        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiente del Pacífico: 2,849 hm<sup>3</sup> (reserva explotable).</li> <li>• Vertientes del Atlántico y Titicaca no están determinados.</li> </ul>                                                   |

*Nota.* ANA, Inventario Nacional de Glaciares y Lagunas, 2014.

### 2.3. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA

A nivel molecular, el agua libre y aislada está compuesta por un átomo de oxígeno unido a dos átomos de hidrógeno, formando una estructura triangular. El ángulo entre los enlaces H-O-H es de 104,5 grados y la distancia de enlace O-H es de 0,96 Å. Este enlace es principalmente covalente, aunque presenta cierta característica iónica debido a la diferencia de electronegatividad entre los átomos (Zaragoza, 2022).

**Figura 1***Molécula de agua**Nota.* Ciencias, 2024.

Entre las características físicas del agua se encuentran los sólidos disueltos, que se refieren a la materia suspendida o disuelta en un medio acuoso. La medición de los sólidos disueltos totales determina específicamente el total de residuos sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos) a través de una membrana con poros de 2,0  $\mu\text{m}$  o menores. Los sólidos disueltos pueden afectar negativamente la calidad del agua o de un efluente de diversas maneras. El agua destinada al consumo humano con un alto contenido de sólidos disueltos suele ser desagradable y puede causar reacciones fisiológicas adversas en los consumidores.

El promedio de sólidos disueltos totales en los ríos del mundo se estima en aproximadamente 120 ppm, según Livingston (1963) citado por Martínez (2006). En los lagos, los valores de sólidos disueltos varían considerablemente. Según Rawson y Hooper (1951), las concentraciones de sólidos disueltos totales están positivamente correlacionadas con la productividad de los lagos. Además, los sólidos disueltos influyen en la penetración de la luz en la columna de agua y en la absorción selectiva de las diferentes longitudes de onda del espectro visible (Figueroa, 2017).

Otra característica química del agua es el potencial de hidrógeno (pH). Aunque el pH no afecta directamente a los consumidores, es uno de los parámetros más importantes para la calidad del agua, ya que ciertos procesos químicos solo ocurren a un pH específico. Para que la desinfección con cloro sea efectiva, el pH debe estar entre 6,5 y 8,0. Por lo tanto, es crucial controlar el pH en todas las etapas del tratamiento del

agua para asegurar una clarificación y desinfección adecuadas. Además, el pH debe ser monitoreado durante la distribución del agua para evitar corrosión e incrustaciones en las tuberías (OMS, 2011).

El cloro residual es un químico relativamente económico y ampliamente disponible que, cuando se disuelve en agua limpia en cantidades adecuadas, elimina la mayoría de los organismos patógenos sin poner en riesgo a las personas. Sin embargo, el cloro se consume a medida que destruye los organismos. Si se añade suficiente cloro, una pequeña cantidad permanecerá en el agua después de eliminar todos los organismos, conocido como cloro libre, que se pierde en el ambiente o se usa para contrarrestar una nueva contaminación (OMS, 2011).

## **2.4. OZONIZACIÓN EN EL TRATAMIENTO DEL AGUA**

La ozonización se utiliza en el tratamiento de aguas, tanto potables como residuales, permitiendo la eliminación de compuestos orgánicos e inorgánicos, reduciendo el carbono orgánico total (TOC), el olor, color, sabor y turbidez del agua, así como compuestos refractarios (sustancias tóxicas y compuestos farmacéuticos). Aunque requiere generación “in situ” mediante “descargas eléctricas silenciosas” y tiene un costo inicial alto, es un potente desinfectante debido a su alta reactividad y capacidad de oxidación.

El método para generar ozono en el tratamiento de aguas, conocido como descargas en corona o “descargas eléctricas silenciosas”, consiste en pasar oxígeno gaseoso a través de dos electrodos separados por un dieléctrico y un hueco de descarga. Al aplicar voltaje a los electrodos, los electrones fluyen a través del hueco de descarga, proporcionando la energía necesaria para disociar las moléculas de oxígeno y formar ozono.

Las principales aplicaciones de la ozonización en el tratamiento de aguas son: (iii) Además, se utiliza para eliminar contaminantes emergentes como compuestos farmacéuticos, contaminantes orgánicos persistentes (POPs), sustancias tóxicas persistentes (PTBs) y productos farmacéuticos y de cuidado personal (PPCP), entre otros. El tratamiento de agua mediante ozonización presenta tanto ventajas como desventajas (ver Tabla 4).

**Tabla 4***Ventajas y desventajas del tratamiento de agua por ozonización*

| <b>Ventajas</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Desventajas</b>                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilidad de producción de ozono desde el aire u oxígeno por descargas eléctricas.</li> <li>• Facilidad de reacción con compuestos orgánicos e inorgánicos debido a su alta reactividad y potencial de reducción.</li> <li>• El ozono reduce el TOC, color, olor y turbidez del agua tratada.</li> <li>• El ozono oxida hierro, manganeso y sulfuros.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• El ozono es altamente corrosivo y tóxico.</li> <li>• El costo inicial del equipamiento es alto, y los generadores requiere mucha energía.</li> <li>• El ozono debe ser generado “in situ” por problemas en el almacenamiento y transporte.</li> </ul> |

---

*Nota.* Ozone-Europe, 2008.

## **2.5. AGUA DE MESA**

El agua potable tratada, con o sin la adición Según la OMS (2011), estas aguas no deben estar contaminadas más allá de su microbismo normal por bacterias, parásitos u otros microorganismos patógenos, ni por sustancias químicas. Deben contener al menos 1,000 mg de sales disueltas o 250 mg/L de CO<sub>2</sub> libre por kilogramo (mineralización baja) y tener propiedades saludables. No se consideran aguas de mesa aquellas gaseadas artificialmente, como el agua de Seltz o el agua de soda.

Las características importantes del agua incluyen ser baja en sales, limpia, pura, fresca y con un sabor agradable, libre de contaminantes químicos. En cuanto a impurezas, se considera que cualquier cosa en el agua que no sea agua es un contaminante o impureza, ya que se afirma que ninguna sustancia química es completamente pura, ya sea en su estado natural o preparada por el hombre. Estas impurezas se clasifican en:

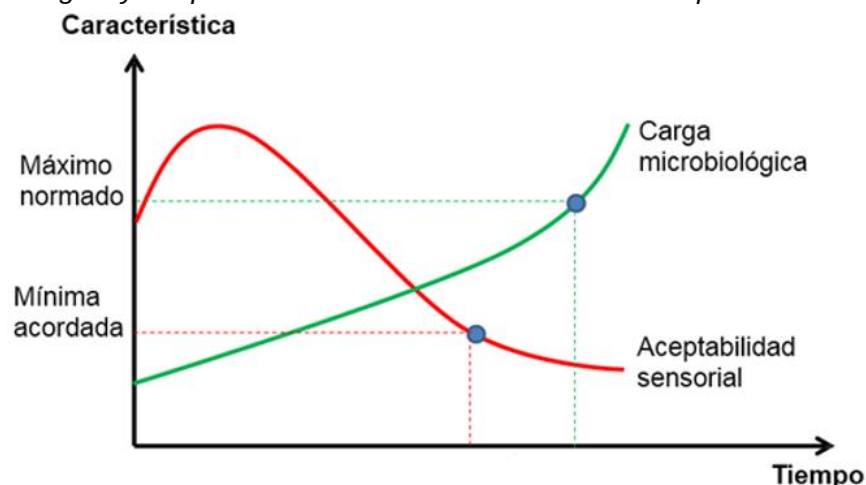
- Aguas de mesa sin carbonatar.
- Agua de mesa carbonatada (adicionada con gas carbónico CO<sub>2</sub>).
- Agua de mesa saborizada (adicionada con saborizantes o colorantes).

El tiempo límite de consumo del agua de mesas, se refiere al tiempo, después del cual el alimento pierde sus características a tal punto de que los consumidores habituales perciben un cambio suficiente que optan por rechazarlo; o también, en el que el alimento

puede causar un daño a la salud. También llamada vida útil en estantería o vida en anaquel. El cambio de una característica en el tiempo suele tener una tendencia, la cual puede graficarse y modelarse a través de una función matemática (cinéticas).

**Figura 2**

*Carga microbiológica y aceptabilidad sensorial en función del tiempo*



*Nota.* Barreara (2011).

En tanto el tiempo límite de consumo está determinada matemáticamente en un valor exacto y basado en principios técnicos. Las características del tiempo límite de consumo son:

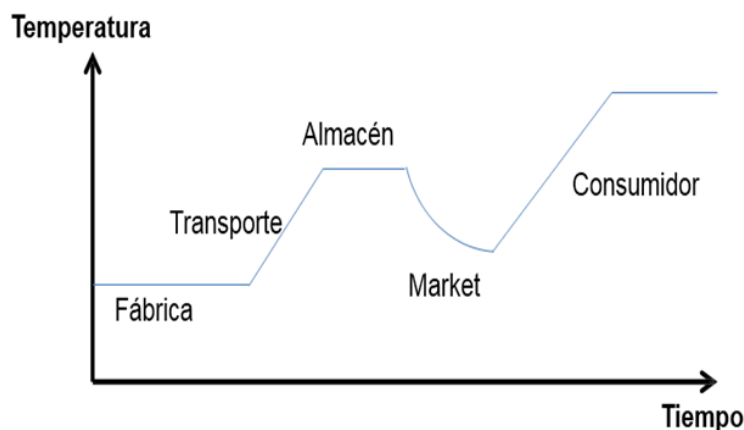
- Microbiológica (Norma MINSA)
- Fisicoquímica (NTP INACAL)
- Sensorial (Estadística)
- Tecno - funcional (Protocolos)
- Nutricional (Recomendaciones)

El tiempo límite de consumo comercial es establecida por el fabricante, usada para fijar la fecha de vencimiento, basada en la experiencia, legalmente la declaración del tiempo límite de consumo representa el “contrato” entre el comerciante y el consumidor. El tiempo límite del consumo de alimentos, depende de factores intrínsecos y extrínsecos; el primero posee carga microbiana inicial, pH, actividad de agua, composición, etc. Se puede regular con el empaque, y las condiciones de transporte, manipuleo y almacenamiento. El segundo tiene temperatura, humedad relativa, nivel de iluminación, presión parcial de oxígeno, vibración, etc. Se puede regular con el empaque, y las condiciones de transporte, manipuleo y almacenamiento. La vida útil se determina bajo

condiciones constantes de todos factores: carga inicial dada, temperatura dada, humedad relativa, entre otros; como se detalla en la figura 3.

**Figura 3**

*Etapas de distribución y temperatura en función del tiempo*



*Nota.* Baggini (2014).

La importancia de determinar el tiempo límite de consumo en alimentos está relacionado con el requisito para fines de registro sanitario; necesario para establecer la fecha de vencimiento. Los principales métodos para determinar el tiempo límite de consumo de agua de mesa se muestran en tabla 5.

**Tabla 5**

*Métodos para determinar el tiempo límite de consumo de agua de mesa*

| Pruebas en tiempo real        | Pruebas aceleradas            | Predicción                |
|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Experimental                  | Experimental                  | Computacional             |
| Confiable                     | Menos confiable               | Menos confiable           |
| Usado en productos perecibles | Usado en productos perecibles | Limitaciones de data      |
| Menos costoso                 | Limitaciones técnicas         | Requerimiento de software |
|                               | Más costoso                   |                           |

*Nota.* UNALM (2008).

## 2.7. Variables e indicadores

En la tabla 6 se muestra las variables y los indicadores.

**Tabla 6***Métodos para determinar el tiempo límite de consumo de agua de mesa*

| Variables                                                                                                     | Indicadores                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Variable 1</b><br>X: Agua de mesa ozonizada<br><b>Variable 2</b><br>Y: Bolsa aluminizada                   | X1: Tipo de agua<br>X2: Concentración de ozono, pH, concentración de coliformes<br>X3: Intervalos de tiempo de agua ozonizada<br>Y1: Tipo de bolsa<br>Y2: Capacidad de bolsa aluminizada<br>Y3: Especificaciones de calidad (según normas establecidas) |
| <b>Variable 1</b><br>X: Parámetros de producción<br><b>Variable 2</b><br>Y: Agua de mesa ozonizada            | X1: Parámetros físicos<br>X2: Parámetros químicos<br>X3: Características de molécula<br>Y1: Sólidos disueltos<br>Y2: Color y sabor<br>Y3: Temperatura<br>Y4: pH<br>Y5: Alcalinidad<br>Y6: Dureza y color residual<br>Y7: Bacterias y coliformes totales |
| <b>Variable 1</b><br>X: Diagrama de flujo de producción<br><b>Variable 2</b><br>Y: Producción de agua de mesa | X1: Filtro manga<br>X2: Sala de cloración<br>X3: Tanque de almacén<br>X4: Tanque ozonizador<br>X5: Hidroneumático<br>Y1: Etapas de producción<br>Y2: Tiempo de producción                                                                               |

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIAL Y MÉTODOS**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación es de tipo experimental, en la cual los datos se obtienen por observación de hechos condicionados por el investigador y se manipula una variable y se espera la respuesta de la otra variable participante (Álvarez, 2003).

#### **3.2. MUESTRA**

Volúmenes de agua subterránea captada en la empresa FATICA S.A.C., Huacho. Estas fueron analizadas por la empresa NSF INASSA S.A.C. La toma de muestras protocolizada se muestra en el anexo 2.

#### **3.3. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para determinar los parámetros de producción del agua de mesa ozonizada en la embotelladora FATICA S.A.C. que influyen en el tiempo de su consumo se consideraron los parámetros y valores consolidados en el Decreto Supremo N° 015-2015- MINAM y en el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano DS N°031-2010 SA (tablas 7 y 8).

**Tabla 7***Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos*

| Parámetro                                      | Unidad de medida     | Límite máximo permisible |
|------------------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| Bacterias Coliformes Totales                   | UFC /100 mL a 35 °C  | 0 (*)                    |
| E. Coli                                        | UFC/100 mL a 45,5 °C | 0 (*)                    |
| Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales | UFC/100 mL a 45,5 °C | 0 (*)                    |
| Bacterias Heterotróficas                       | UFC/ 100 mL a 35 °C  | 500                      |

UFC = Unidad Formadora de Colonias

(\*) en caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = &lt;1,8 /100 mL

*Nota.* Decreto Supremo N°031-2010- SA, Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

**Tabla 8***Límites máximos permisibles de parámetros fisicoquímicos o calidad organoléptica*

| Parámetro                 | Unidad de medida                                 | Límite máximo permisible |
|---------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------|
| Olor                      | ....                                             | Aceptable                |
| Sabor                     | ....                                             | Aceptable                |
| Color                     | UCV escala Pt/Co                                 | 15                       |
| Turbiedad                 | UNT                                              | 5                        |
| pH                        | Valor de pH                                      | 6,5 a 8,5                |
| Conductividad (25 °C)     | µmho/cm                                          | 1500                     |
| Sólidos totales disueltos | mg L <sup>-1</sup>                               | 1000                     |
| Cloruros                  | mg Cl <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>               | 250                      |
| Sulfatos                  | mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> L <sup>-1</sup> | 250                      |
| Dureza total              | mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>             | 500                      |
| Amoníaco                  | mg N L <sup>-1</sup>                             | 1,5                      |
| Hierro                    | mg Fe L <sup>-1</sup>                            | 0,3                      |
| Manganeso                 | mg Mn L <sup>-1</sup>                            | 0,4                      |
| Aluminio                  | mg Al L <sup>-1</sup>                            | 0,2                      |
| Cobre                     | mg Cu L <sup>-1</sup>                            | 2                        |
| Zinc                      | mg Zn L <sup>-1</sup>                            | 3                        |
| Sodio                     | mg Na L <sup>-1</sup>                            | 200                      |

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

*Nota.* Decreto Supremo N°031-2010- SA, Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

Para la actualización del diagrama de flujo del proceso se consideró el diagrama de flujo del proceso actual de la empresa FATICA S.A.C. que utilizan para el proceso de tratamiento de agua de mesa. La actualización del diagrama de flujo del proceso se elaboró teniendo en cuenta las ecuaciones de tiempo de muestreo del agua de mesa:

- Recomendable, mínimo 6 meses
- Intervalos de tiempos iguales (0, 3, 6, hasta 21 días)
- Intervalos de tiempos desiguales (0, 3, 6, 8, 10, 11, 12 meses)
- Criterios de frecuencia

$$f_2 = f_1(Q_{10})^{\frac{\Delta T}{10}}$$

$T_1$ : temperatura alta

$T_2$ : temperatura baja

$f_1$ : frecuencia a  $T_1$

$Q_{10}$ : velocidad de deterioro de un alimento

$f_2$ : frecuencia a  $T_2$

Como ejemplo se toma los resultados microbiológicos de las muestras que se realizó cada dos meses.

**Tabla 9**

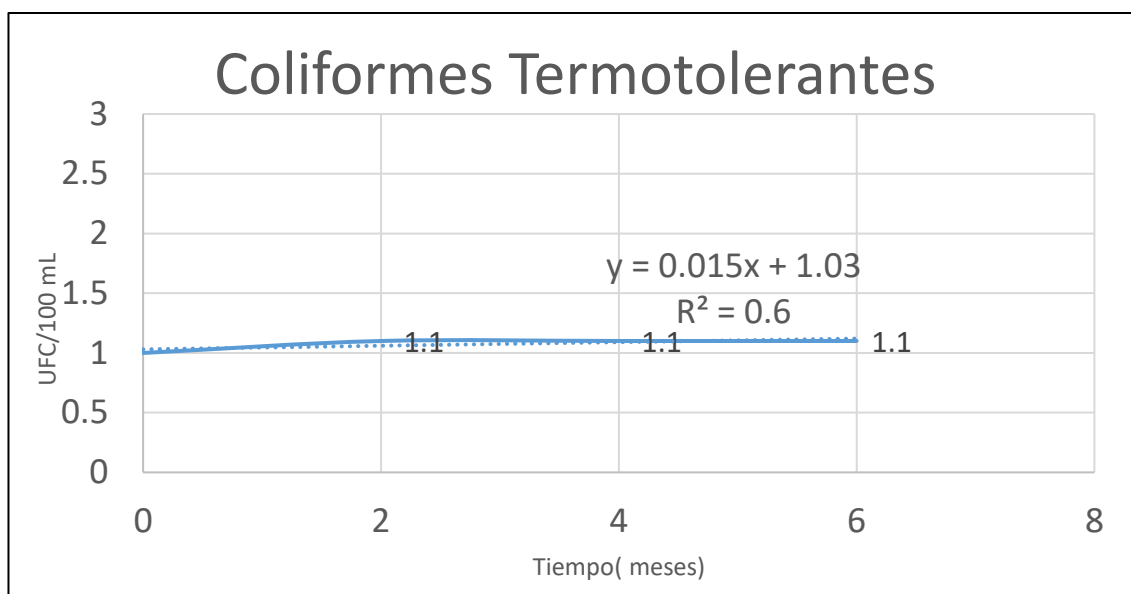
*Datos que se utilizara para realizar la gráfica y obtener la cinética de reacción*

| Muestra N° | Tiempo (meses) | Colif. Term.(UFC) |
|------------|----------------|-------------------|
| <b>1</b>   | 0              | 1                 |
| <b>2</b>   | 2              | 1,1               |
| <b>3</b>   | 4              | 1,1               |
| <b>4</b>   | 6              | 1,1               |

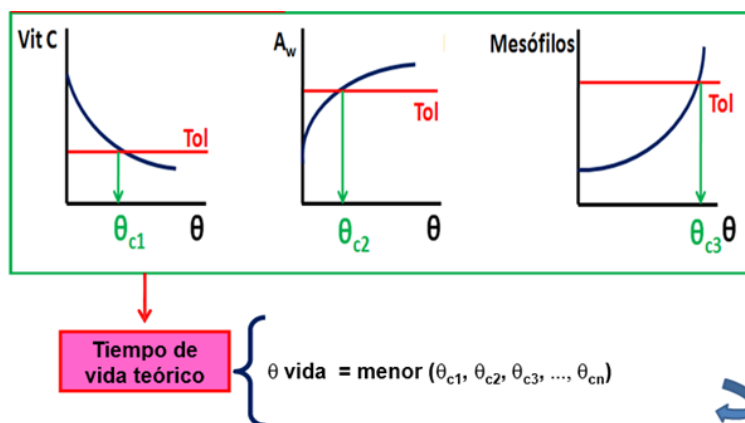
En la figura 4 se representa la gráfica los datos desde la muestra 0 que es la toma de muestra inicial recién envasada, muestras 2 del segundo mes, muestra 4 del cuarto mes y la muestra 6 del sexto mes, que emite el laboratorio en coliformes termotolerantes debido a que solo en este parámetro se observó un ligero incremento. Esta grafica nos muestra la constante de cinética de reacción para poder determinar el tiempo límite de consumo de agua de mesa ozonizada.

**Figura 4**

Gráfica donde se determina la constante de cinética de reacción

**Figura 5**

Cinética de reacción de cambio y tiempos críticos de acuerdo a los parámetros establecidos



Nota. Vargas (2018).

$$\frac{dA}{dt} = \pm kA^n$$

Donde:

A: atributo

t: tiempo

k: constante de cinética de reacción

n: orden de reacción (0,1)

Cinética de reacción

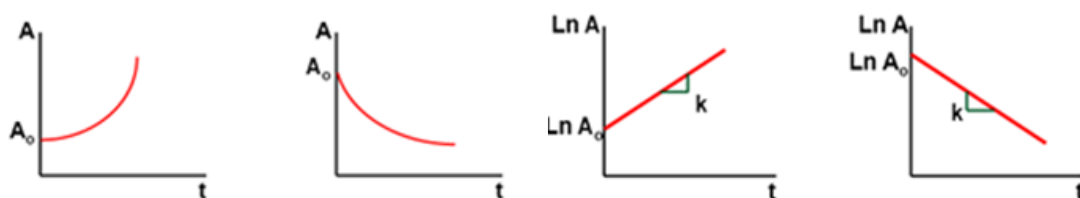
$$A = A_0 e^{\pm kt} \text{ (Tendencia exponencial)}$$

$$\ln A = A_0 \pm kt \text{ (Forma linealizada)}$$

Orden uno (n=1):

### Figura 6

*Cinética de reacción*



Nota. Vargas (2018),AW

### 3.4. METODOLOGÍA

El tiempo límite de consumo de agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada en la empresa FATICA S.A.C. se determinó utilizando la siguiente fórmula.

$$A = A_0 \pm kt \text{ (Tendencia lineal)}$$

Donde:

A: atributo

t: tiempo

k: constante de cinética de reacción

Se tiene de datos y de la figura 4 la ecuación  $y = 0.015x + 1.03$  los valores de:

$$A_0 = 1$$

$$k = 0.015$$

$$A = 1.1$$

Por lo tanto, reemplazando se obtiene:

$$1.1 = 1 + 0.0015t$$

$$t = 6.67 \text{ meses}$$

### 3.5. BOLSA ALUMINIZADA (“BAG IN BOX”)

El sistema de envasado “bag in box” consiste en colocar un producto líquido dentro de una bolsa cerrada con una válvula para su dosificación, que luego se introduce en una caja cerrada. Los “bag in box” se fabrican en diversos materiales, tamaños y modelos de surtidores para satisfacer las necesidades de productos como agua, aceite, vino, pulpa de fruta, envasado aséptico, convencional, entre otros.

**Tabla 10**

*Ficha técnica de la bolsa aluminizada (“bag in box”)*

| Bag   | Dimensión<br>unidad | Tolerancia | Capacidad | Tipo                              | Peso     |
|-------|---------------------|------------|-----------|-----------------------------------|----------|
| Largo | 640                 | + - 8      | 20 litros | Bilaminado<br>PA15 /<br>VMPET12 / | 0,112 kg |
| Ancho | 490                 | + - 8      |           | PE35 + Co-<br>extruded<br>film120 |          |

*Nota.* Flexbag-empaques.com

**Tabla 11**

*Características del bag*

| Bag                                                                                                       | Lámina interna                   | Lámina externa |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------|
| Material                                                                                                  | PE35+Co-extruded<br>film120/PA15 | VMPET12        |
| Espesor (en $\mu\text{m}$ )                                                                               | 70                               | 2*45           |
| Color                                                                                                     | Transparente                     | Metalizado     |
| Permeabilidad $\text{O}_2$ a 23 °C y<br>75 % HR (cc/m <sup>2</sup> /24h/Atm<br>under 100 % $\text{O}_2$ ) | 2                                | ---            |

*Nota.* Flexbag-empaques.com

Los bags fabricados, químicos conocidos por causar trastornos hormonales. Estos bags vacíos se almacenan a temperatura ambiente, en un área seca, limpia y libre de polvo, empaquetados en su caja original cerrada.

El tiempo límite de consumo de agua de mesa ozonizada se calculó utilizando la siguiente fórmula propuesta por Bard y Gonzáles (2017).

$$TLC = \frac{100}{C * T * E * P}$$

Donde:

- TLC es el tiempo límite de consumo (en días)
- C es la concentración de ozono en el agua (en mg/L)
- T es la temperatura del agua (en °C)
- E es el efecto de la exposición a la luz (1 para exposición a la luz, 0 para ausencia de exposición a la luz)
- P es el efecto de la presencia de otros contaminantes en el agua (1 para presencia de contaminantes, 0 para ausencia de contaminantes)

### 3.6. Análisis de laboratorio

Los análisis se realizaron en el laboratorio NSF INASSA SAC, un laboratorio de ensayo que ha sido acreditado por el organismo peruano de acreditación INACAL, con el número de registro LE-001. A continuación, se describen los procedimientos que se siguieron para la toma de muestras:

Las muestras que se recolectaron para el análisis fueron representativas, lo que permitió determinar su calidad microbiológica. Para su recolección, se utilizaron frascos esterilizados y se recolectaron volúmenes de entre 500 y 1000 mL. En todos los casos, los envases se llenaron completamente para excluir el aire.

El análisis comenzó antes de que hubieran transcurrido 6 horas desde el momento de la toma de muestras. Sin embargo, en circunstancias excepcionales, las muestras se conservaron a una temperatura de 4 °C durante un periodo máximo de 24 horas antes de su análisis.

La metodología de análisis fue:

- Numeración de coliformes totales (NMP)
- Recuento de heterótrofos en placas (HPC)
- Pseudomonas aeruginosas (detección)

### 3.7. FUNDAMENTACIÓN TÉCNICA DEL FLUJOGRAMA

En la etapa 2 del diagrama de flujo del proceso actualizado, se decidió incorporar el filtro cartucho de 1micra debido a que, en el producto terminado de agua de mesa ozonizada, se tenía presencia de partículas y en los resultados de análisis fisicoquímicos y microbiológicos, se incumplían algunos parámetros como la turbiedad, STD y otros. Principalmente, el tiempo límite de consumo era menor al que se tiene actualmente. Debido a la incorporación de este filtro cartucho de 1 micra de diámetro y al respectivo post análisis, se obtuvieron resultados favorables, como es el de mayor tiempo límite de consumo, siendo los beneficiarios el producto, la empresa y el consumidor. El filtro cartucho de 1 micra de diámetro cumple la función de retener partículas y sólidos en suspensión con diámetros mayores a una micra. Estas son estructuras microscópicas formadas por comunidades de microorganismos que se adhieren al agua. Las características que presentan son pequeñas, con un diámetro de entre 1 y 100 micrómetros. Están formadas por una comunidad de microorganismos, que pueden ser bacterias, hongos, protozoos o microalgas. Se adhieren a una superficie y se protegen con una matriz extracelular mejorando así el proceso de producción del agua.

Otra finalidad del filtro en la etapa 2 fue evitar las partículas biofilms que pueden tener un impacto significativo en la calidad del agua de mesa, debido a que pueden contaminar el agua con bacterias, virus, hongos y otros microorganismos. Pero también disminuir la capacidad de disolución del agua. Asimismo, provocar la turbidez y liberar compuestos tóxicos al agua.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En el presente capítulo, se presentan dos apartados, el primero vinculado a los parámetros microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales de producción de agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada y sus condiciones de almacenamiento y en el segundo se presenta el diagrama de flujo del proceso de producción del agua de mesa que influye en el tiempo de su consumo.

#### **4.1. PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN DE AGUA DE MESA OZONIZADA**

Se presenta los parámetros que condicionan el tiempo límite de consumo de agua de mesa ozonizada de 20 litros ("bag in box" de 20 L), en este periodo el producto mantuvo niveles de calidad aceptables para su consumo, sin embargo, sujeto a su formulación, al procesamiento sometido, al empaque utilizado y a las condiciones de almacenamiento.

##### **4.1.1. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS**

Los parámetros microbiológicos analizados en la producción de agua de mesa ozonizada fueron: número de coliformes totales, coliformes termo tolerantes, E. coli,

heterótrofos y pseudomonas. Estos análisis se desarrollaron en cuatro diferentes tiempos durante 6 meses.

En las cuatro muestras los coliformes totales, coliformes termotolerantes y E. coli tuvieron un valor  $< 1$  por NMP/100 mL. Los heterótrofos  $< 1$  NMP/100 mL. Las pseudomonas estuvieron ausentes por NMP/100 mL, como se muestra en la tabla 12.

Estos resultados estuvieron dentro de los límites establecidos para la producción de agua de mesa ozonizada según los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano establecido en la norma sanitaria NTS N° 071- MINSA/DIGESA.

**Tabla 12**

*Resultados de la muestra de parámetros microbiológicos en la producción de agua de mesa ozonizada*

| Parametro                  | Unidad     | Muestra |         |         |         | Lím. máx. perm. | Estado   |
|----------------------------|------------|---------|---------|---------|---------|-----------------|----------|
|                            |            | 0       | 2       | 4       | 6       |                 |          |
| Coliformes totales         | UFC/100 mL | $< 1$   | $< 1$   | $< 1$   | $< 1$   | $< 1,1/100$ mL  | Estimado |
| Coliformes Termotolerantes | UFC/100 mL | $< 1$   | $< 1,1$ | $< 1,1$ | $< 1,1$ | $< 1,1/100$ mL  | Estimado |
| E.coli                     | UFC/100 mL | $< 1$   | $< 1$   | $< 1$   | $< 1$   | $< 1,1 /100$ mL | Estimado |
| Heterótrofos               | UFC/ mL    | $< 1$   | $< 1$   | $< 1$   | $< 1$   | 10              | Estimado |
| Pseudomonas                | UFC/100 mL | 0       | 0       | 0       | 0       | Ausencia/100 mL | Estimado |

*Nota.* Laboratorio NSF INASSA SAC.

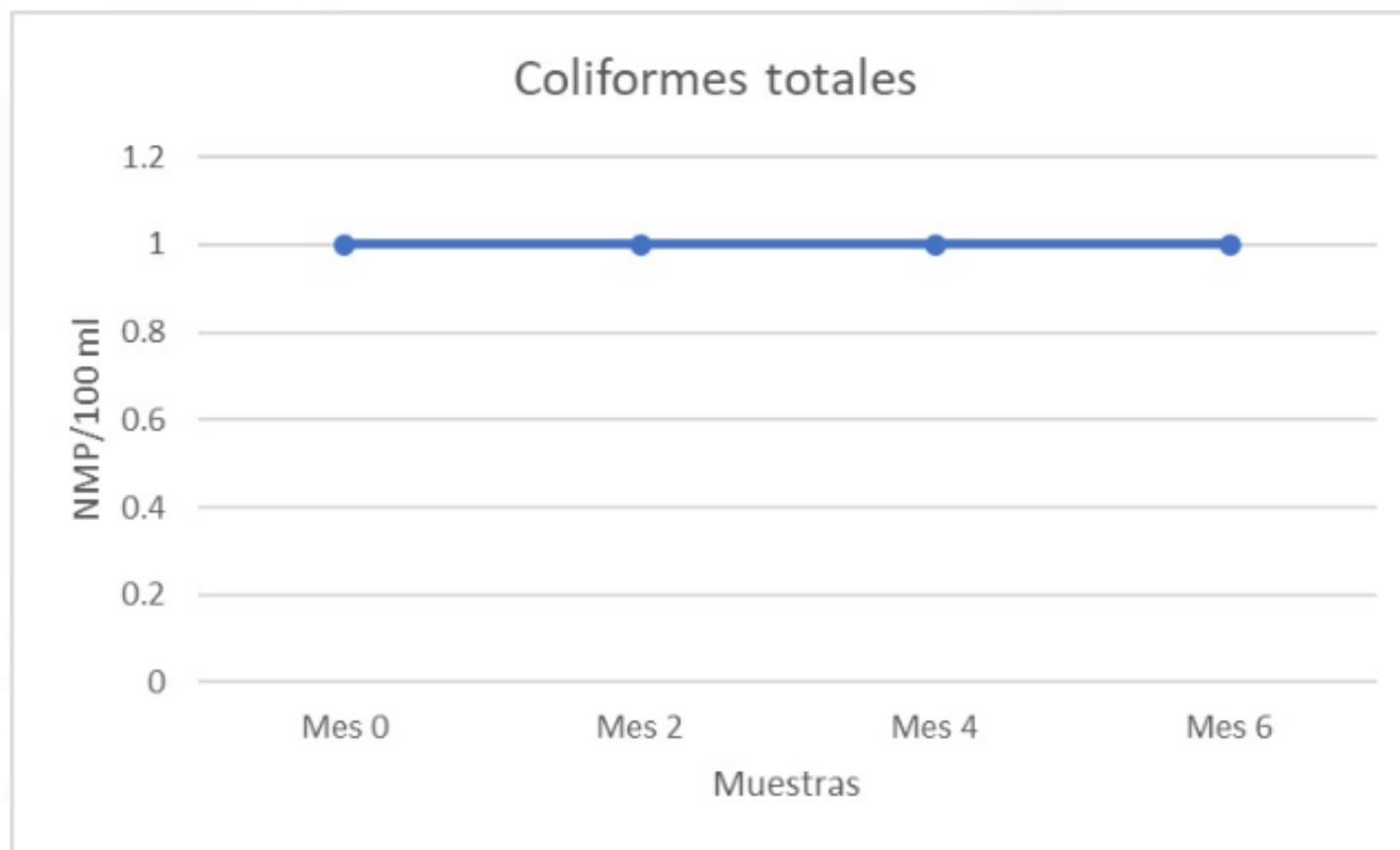
En el análisis de coliformes totales se obtuvo  $< 1$  NMP/100 mL, la que establece como límite máximo permitido la presencia de  $< 1,1/100$  mL, este resultado permite sustentar como adecuado el sistema de inocuidad de producción; sin embargo tal como indica Song et al., (2023) las bacterias resistentes a los antibióticos se pueden inactivar de manera efectiva si se inhibe significativamente la producción de productos intermedios tóxicos que contienen cloro y subproductos de la desinfección; por ello es necesario garantizar en los procesos de la producción de agua la calidad con análisis continuos que permita una alta eficiencia, durabilidad, resistencia a los coliformes totales. En caso

contrario a pesar de tener agua de fuente de grifo o potabilizada sin un seguimiento minucioso de análisis de laboratorio pueden estar expuestos a contaminantes microbiológicos y químicos tal como demuestra el estudio de Cohen, (2022) que las muestras de agua de grifo se detectaron coliformes totales en 44,4 % de los hogares.

En la figura 7 se presenta gráficamente los datos obtenidos de las 4 muestras en diferentes meses del agua utilizado para la producción de agua de mesa ozonizada, obteniendo como estimado, es decir dentro de los establecido.

**Figura 7**

*Resultado de coliformes totales en muestras de agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada*



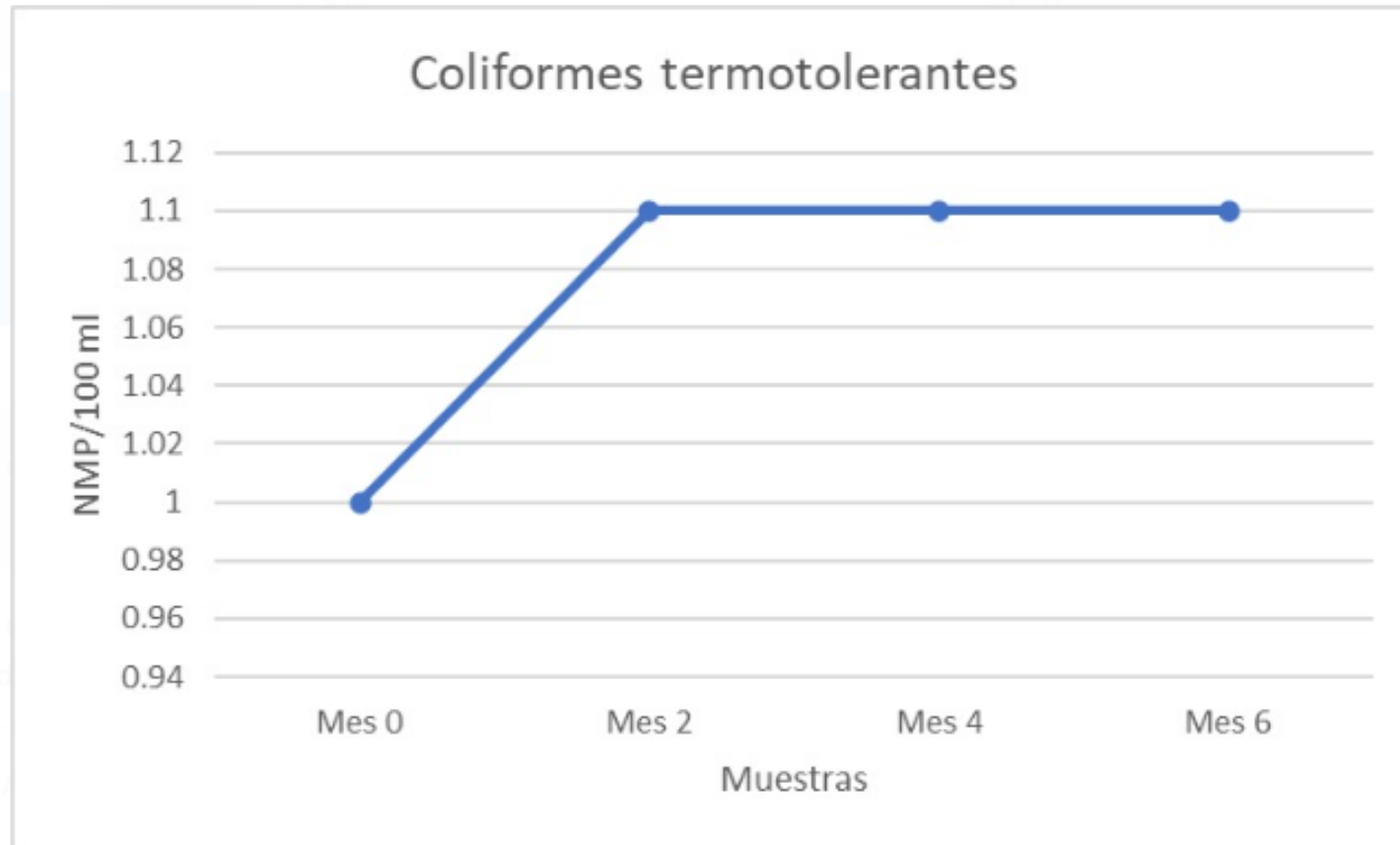
En el análisis de coliformes termotolerantes las 4 muestras realizadas se encontró dentro de los parámetros establecidos siendo  $<1,1/100$  mL (Figura 8). Este resultado favorece la producción de agua de mesa en condiciones acorde a lo establecido por MINSA/DIGESA. Para Al-Sayara et al. (2022) es necesario considerar las estaciones del año, porque en temporadas de escasas hídrica el nivel de contaminación de microorganismos puede estar entre 20 y 100 unidades (UFC/100 mL), siendo necesario maximizar esfuerzos en la medición con altos estándares de rigurosidad. También Al-Sayara et al., (2022) inciden que se debe identificar ríos que reciben descarga de aguas residuales sin ningún tratamiento para su debido tratamiento adecuado de los coliformes termotolerantes.

Los coliformes termotolerantes en una planta de tratamiento de agua deben tener frecuencia de análisis del agua proveniente del subterráneo, puesto que soportan temperaturas hasta 45 °C, principalmente son los microorganismos *Citrobacter freundii* y *Klebsiella pneumoniae* (Carrillo & Lozanp, 2008). Asimismo, para Narváez et al., (2008) se considera importante realizar controles de la calidad del agua en el estuario o depósito, teniendo en cuenta que constituye una fuente potencial de contaminación con agente externo que puede llegar a estos espacios donde se guarda agua.

En el análisis tampoco presentó *E. coli* en las 4 muestras en diversos periodos. Encontrándose todas las muestras con parámetros dentro lo establecidos siendo NMP/100 mL (Figura 9).

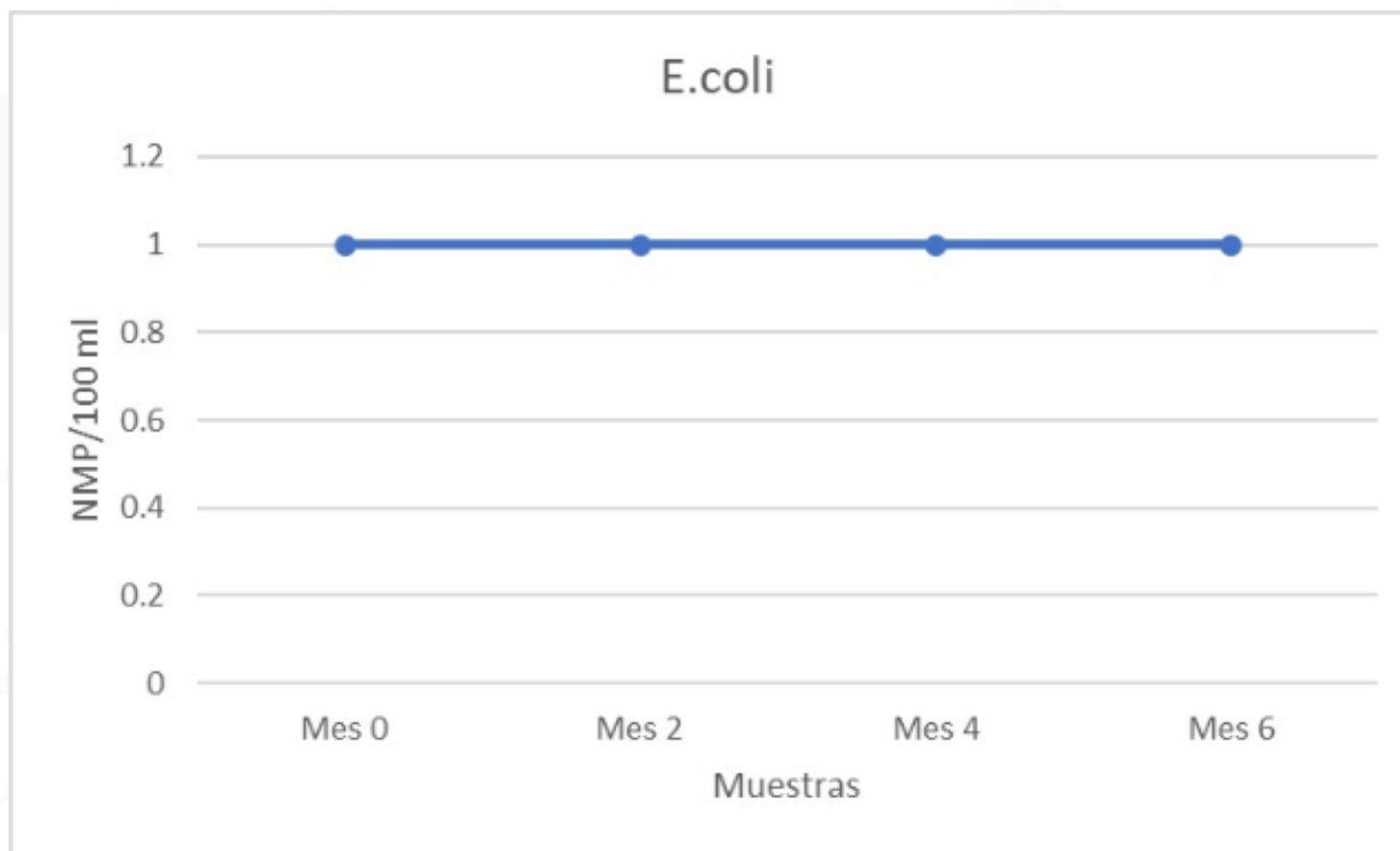
**Figura 8**

*Resultado de coliformes termotolerantes en muestras de agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada.*



**Figura 9**

*Resultado de E. coli en muestras de agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada*



La presencia de *E. coli* se puede relacionar con inadecuados procesos de producción y a la intermitencia del suministro del agua utilizada como materia prima para la producción de agua de mesa (Vidal et al., 2009). En el análisis de las muestras los valores se encuentran dentro de lo establecido en la norma nacional para la producción de agua garantizando el normal funcionamiento de la cadena de suministro.

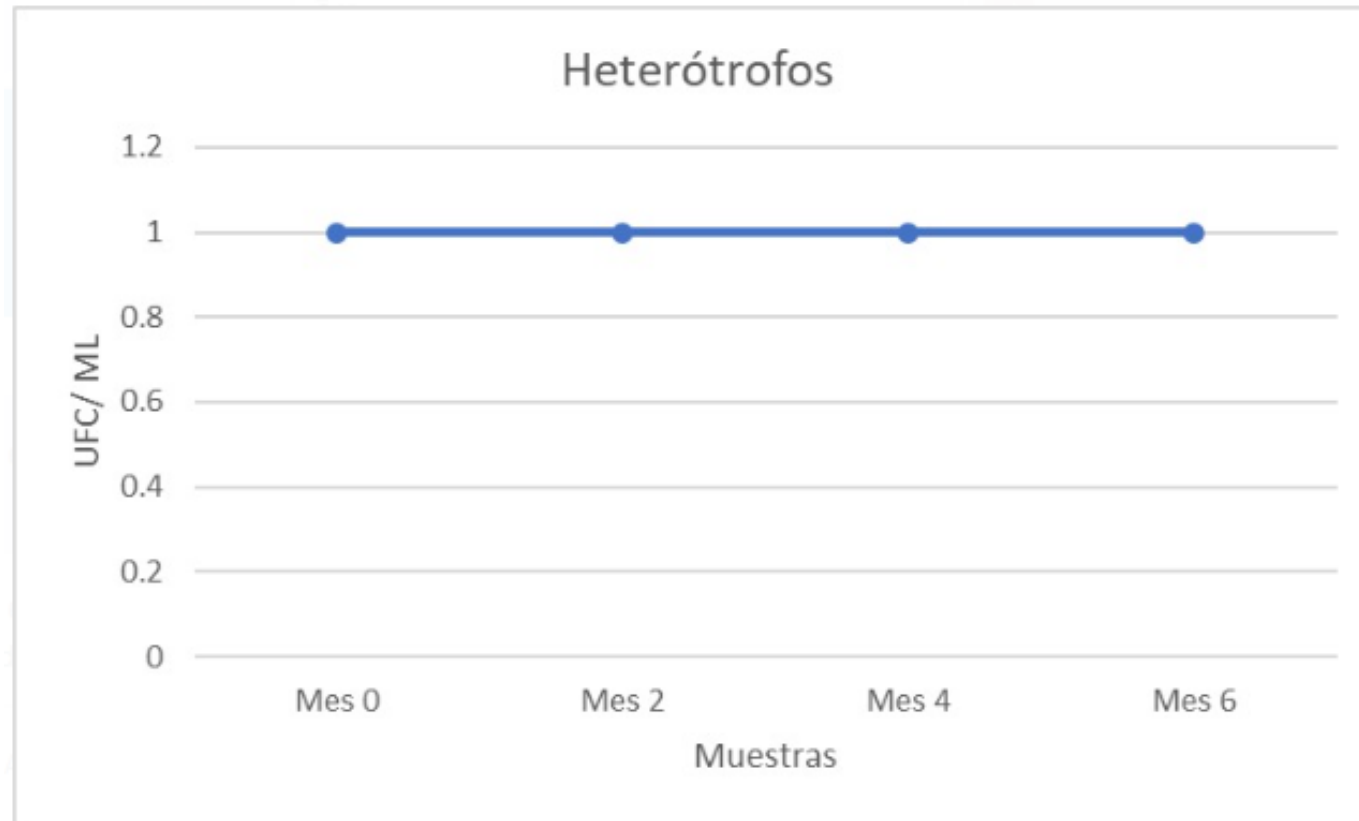
En los análisis de heterótrofos, las 4 muestras realizadas en diferentes tiempos dieron como resultado 1 UFC/ mL, este resultado se encuentra dentro de los parámetros establecidos para la producción de agua mesa (Figura 10).

Para Mena y Gerba (2009). Justamente las embotelladoras utilizan el agua dulce que puede estar contaminado con estos microorganismos. Por ello es necesario las prácticas de potabilización en el agua para consumo humano. Asimismo, para Castillo (2018) la presencia de bacterias heterotróficas puede ser detectado con mayor precisión usando la técnica de membrana filtrante, así evitando tener mayor control la presencia de microorganismos que puede afectar el proceso de producción del agua de mesa.

En los análisis de *Pseudomonas* las 4 muestras realizadas en diferentes tiempos dieron como resultado 1 NMP/100 mL, este resultado se encuentra dentro de los parámetros establecidos para la producción de agua mesa, figura 11.

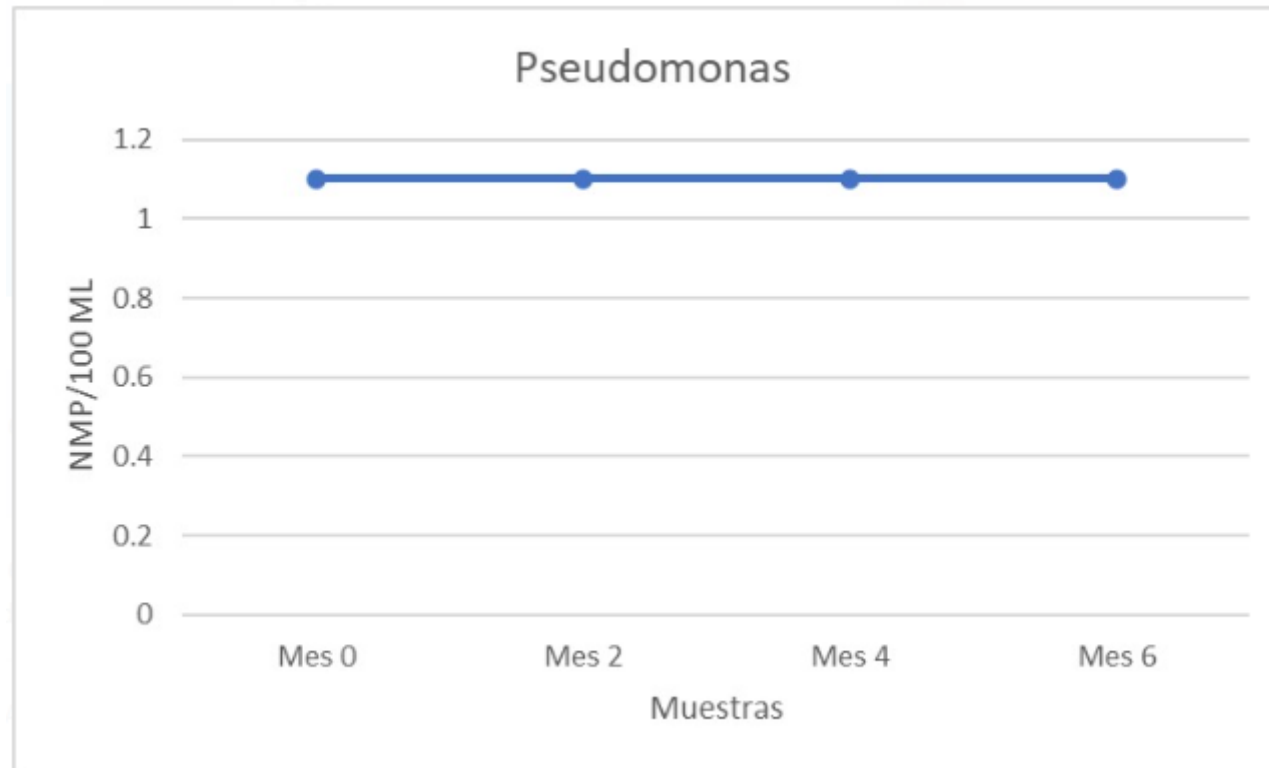
**Figura 10**

*Resultado de Heterótrofos en muestras de agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada*



**Figura 11**

*Resultado de Pseudomonas en muestras de agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada*



Tal como sostiene Edvin (2020), el agua contiene en su composición materia orgánica en diferentes concentraciones donde puede estar la flora bacteriana como *Pseudomonas*, *Coliformes*, *Enterococcus*, entre otros. esta presencia bacteriana en el agua altera la calidad de los recursos hídricos, por ello es necesario el proceso de potabilización para la eliminación de los patógenos y reducir. Sin embargo, en el proceso de envasado puede generar a la multiplicación bacteriana durante el período de almacenamiento, llegando así al consumidor. Existe evidencias de que microorganismos patógenos como *Escherichia coli*, *Pseudomonas* y *Salmonella* sobreviven y se multiplican en el agua embotellada.

#### 4.1.2. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

Los parámetros fisicoquímicos en la producción de agua de mesa ozonizada que se han determinado fueron: pH, dureza total (DT), sólidos disueltos totales (STD), cloro residual ( $\text{Cl}_2$ ), concentración de ozono ( $\text{O}_3$ ) y porcentaje de ozono. En las 4 muestras analizadas en diferentes tiempos durante un periodo de 6 meses se evidenció el comportamiento de cada parámetro fisicoquímico dentro de lo establecido en la norma nacional (tabla 13).

**Tabla 13**

*Resultado de los parámetros físico químicos en la producción de agua de mesa ozonizada*

| Parámetro                   | Rango     | Muestra 0 | Muestra 2 | Muestra 4 | Muestra 6 |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| pH                          | 7,0 - 8,0 | 7,2       | 7,1       | 7,6       | 7,3       |
| DT, ppm                     | 150 - 300 | 160       | 170       | 155       | 180       |
| STD, ppm                    | 200 - 350 | 230       | 220       | 239       | 241       |
| $\text{Cl}_2$ , ppm         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| $\text{O}_3$ , ppm          | 0,2 - 0,4 | 0,2       | 0,2       | 0,3       | 0,2       |
| % de ozono,<br>ppm (t = 1h) | <0,1      | 0         | 0         | 0         | 0         |

*Nota.* Laboratorio NSF INASSA SAC.

El análisis descriptivo de los elementos se muestra en la tabla 14, estos resultados permiten caracterizar por cada parámetro físico químicos en gráficas de correlación y barras o *boxplot* que permite fijar los estándares.

**Tabla 14***Análisis descriptivo de los parámetros físico químicos*

|                     | pH    | DT, ppm | STD, ppm | Cl <sub>2</sub> , ppm | O <sub>3</sub> , ppm | Ozono % |
|---------------------|-------|---------|----------|-----------------------|----------------------|---------|
| Número              | 4     | 4       | 4        | 4                     | 4                    | 4       |
| Perdidos            | 0     | 0       | 0        | 0                     | 0                    | 0       |
| Media               | 7,30  | 166     | 233      | 0,00                  | 0,225                | 0,00    |
| Mediana             | 7,25  | 165     | 235      | 0,00                  | 0,200                | 0,00    |
| Desviación Estándar | 0,216 | 11,1    | 9,61     | 0,00                  | 0,0500               | 0,00    |
| Mínimo              | 7,10  | 155     | 220      | 0                     | 0,200                | 0       |
| Máximo              | 7,60  | 180     | 241      | 0                     | 0,300                | 0       |

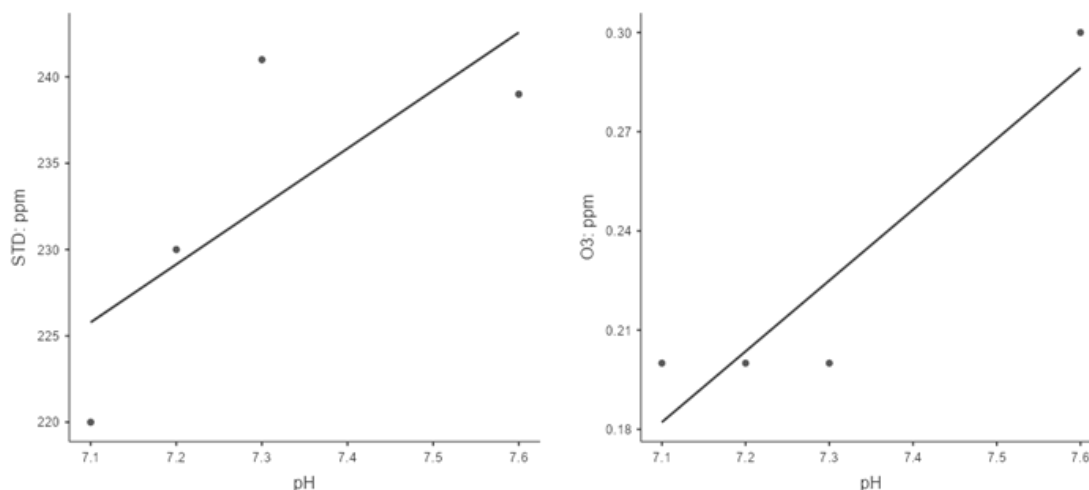
Nota. pH=potencial de hidrogeno, DT= dureza total, STD= solidos totales disueltos, Cl<sub>2</sub>= cloro residual, O<sub>3</sub> = ozono y porcentaje de ozono.

Además, se estableció a partir de los resultados del análisis descriptivo la correlación del pH con los otros cuatro parámetros físico químicos, en tanto esto permite considerar que si existe una relación positiva o negativa.

En la figura 12, se presenta la relación de dos parámetros, el pH con sólidos totales disueltos y el pH con el ozono. En el primero del pH con sólidos totales existe una relación positiva, pero también entre el pH y el ozono. En ambos casos el coeficiente de correlación entre las dos variables es de tendencia positiva, esta relación de las dos variables significa que en las 4 muestras si la tendencia es positiva el agua está óptimo para la producción de agua de mesa. Para Zhou et al., (2023) la condición de pH de las aguas sin regulación puede influir en el rendimiento de filtración de membrana del sistema de biorreactor del proceso de producción del agua embotellada. En tanto Ogarekpe et al., (2023) menciona que la variabilidad de las características fisicoquímicas y los metales pesados de agua subterránea como pH, sólidos disueltos totales, temperatura, conductividad eléctrica, zinc, cromo y hierro deben estar con el estándar de la OMS.

**Figura 12**

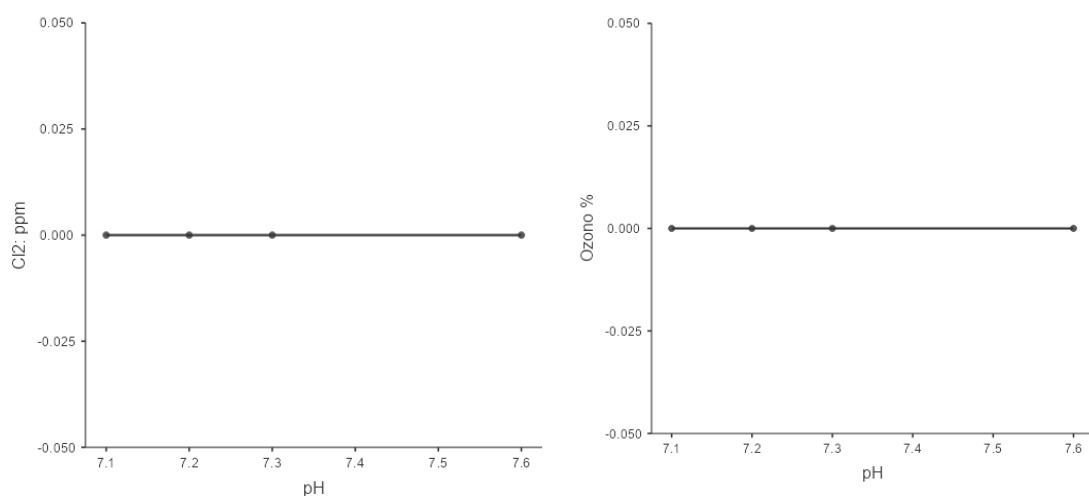
*Correlación de las variables de pH, STD y O<sub>3</sub> del agua para producción de agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada*



En la figura 13, se presenta la relación de pH en función al cloro y el pH con el porcentaje de ozono. En el primero no existe ninguna relación, asimismo el pH con el porcentaje de cloro, en ambos casos sus resultados en las 4 muestras han tenido el mismo valor, esto en el análisis descriptiva no genera una línea de dispersión positiva o negativa estadísticamente.

**Figura 13**

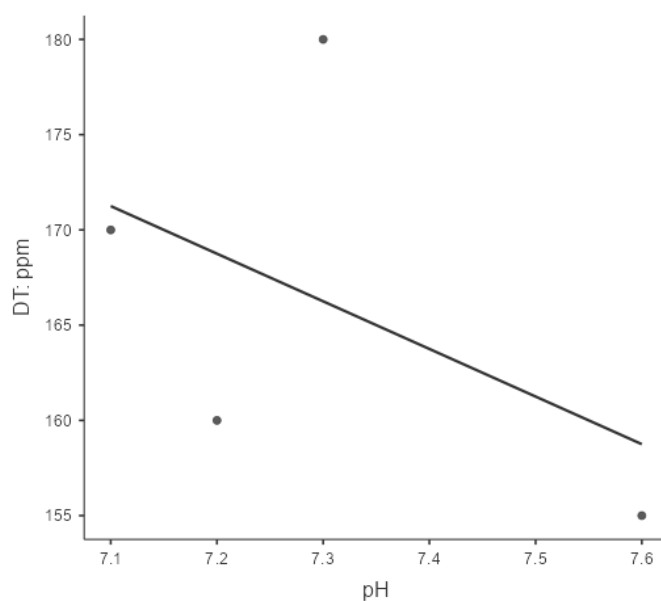
*Correlación de las variables de pH, cloro (Cl<sub>2</sub>) y porcentaje de ozono del agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada.*



En la figura 14, se presenta la relación del pH con dureza total, donde se muestra una línea de dispersión negativa, esto implica que no existe la relación puesto que los valores de estas variables son diferentes.

**Figura 14**

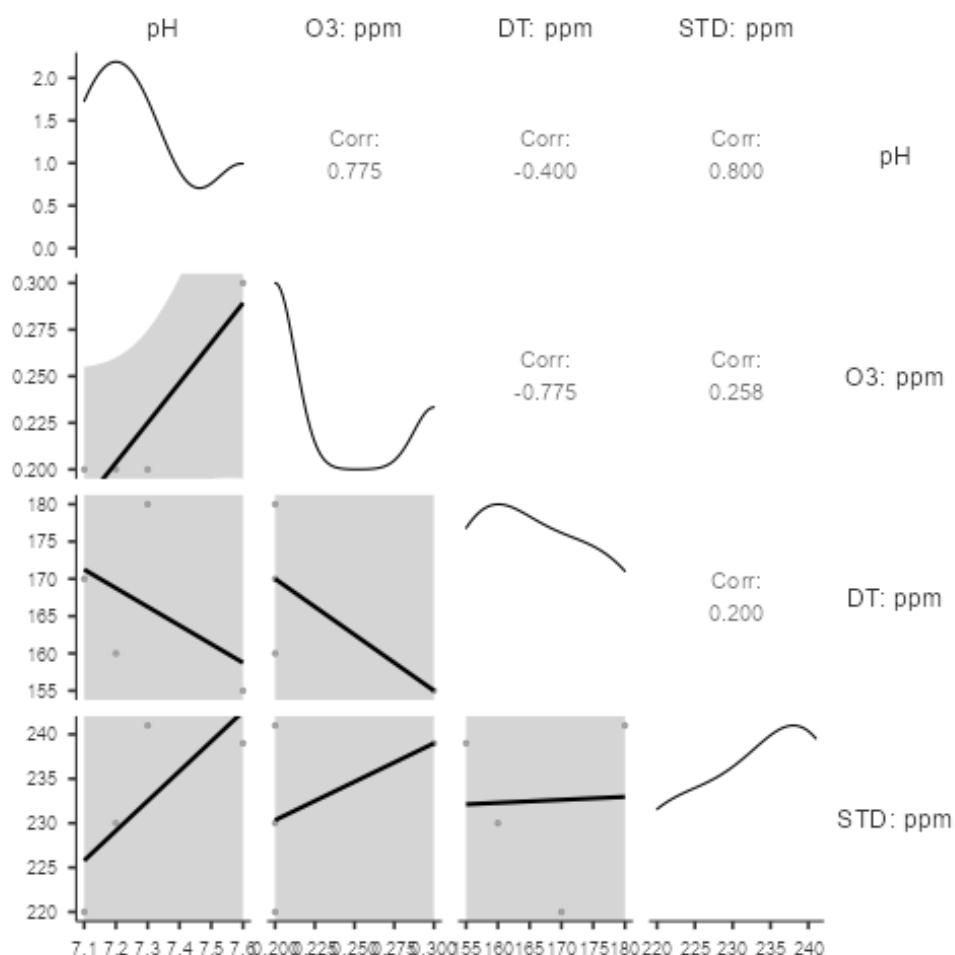
*Correlación de las variables de pH con dureza total del agua para producción de agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada*



El resumen del grado de correlación de las variables que han tenido una relación positiva o negativa se muestra en la figura 15. Teniendo mayor correlación el pH y sólidos totales disueltos con 0,800 que es cercano a 1, en tanto el pH con el ozono fue de 0,775. Sin embargo, las otras variables tienen muy poca correlación. Esto implica que el para el procesamiento de agua de mesa es necesario considerar la correlación cercana a 1 entre pH y sólidos totales disueltos.

**Figura 15**

*Resumen del grado de correlación de las variables de pH, O<sub>3</sub>, DT y STD del agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada*



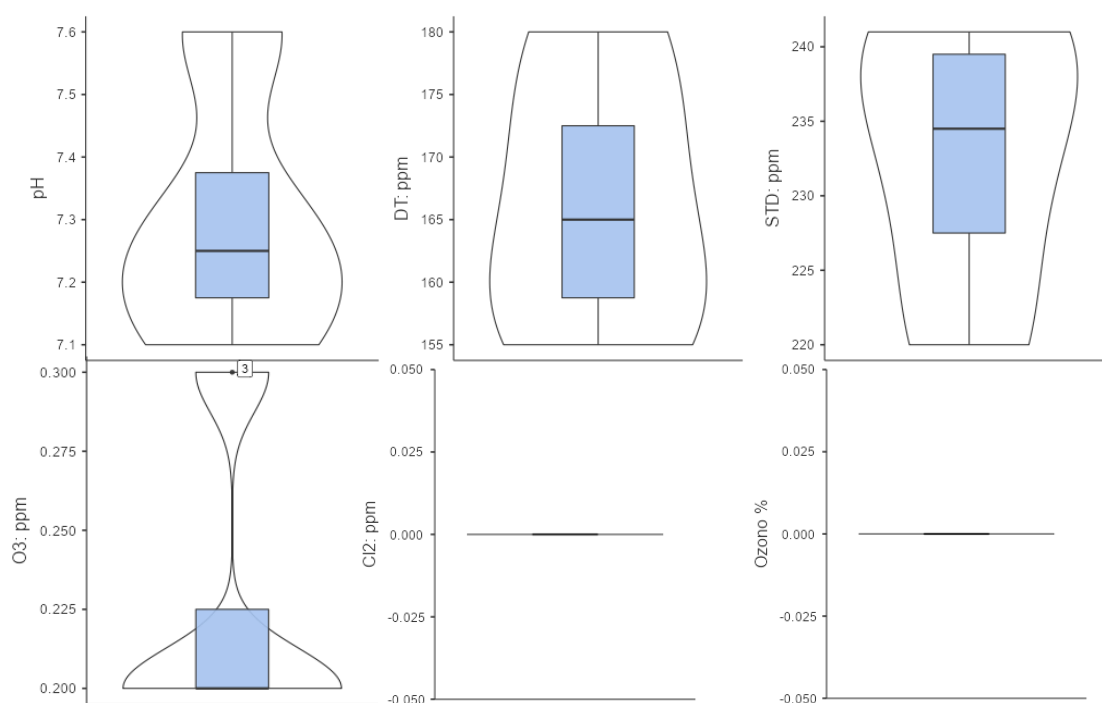
Los parámetros analizados en una gráfica de barras se muestran con diversas densidades de probabilidad, figura 16. Para el caso de pH la densidad se concentra en la parte inferior, esto se debe a que los valores obtenidos de las 4 muestras tienen una media de 7,30, mediana 7,25 con desviación de 0,21, siendo los rangos mínimos 7,10 y máximo 7,60.

En dureza total la repartición de la densidad es más uniforme, esto se debe a que los valores obtenidos de las 4 muestras tienen una media de 166, mediana 165 con desviación de 11,1, siendo los rangos mínimos 155 y máximo 180. Estos resultados hacen que la gráfica sea reactivamente uniforme.

En el ozono la repartición de la densidad se concentra en la parte muy inferior, esto se debe a que los valores obtenidos de las 4 muestras tienen una media de 0,225, la mediana 0,300 con desviación estándar de 0,050, siendo los rangos mínimos 0,20 y máximo 0,30. En cloro y el porcentaje de ozono la repartición de la densidad es nulo, puesto que los valores obtenidos en las 4 muestras es 0.

**Figura 16**

*Parámetros de densidades de probabilidad del pH, DT, SDT, O<sub>3</sub>, CL<sub>2</sub>, %O<sub>3</sub> del agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada*



#### 4.1.3. Parámetros sensoriales u organolépticos

Los parámetros sensoriales olor, sabor y color, se realizaron en las 4 muestras durante la evaluación, con la apreciación de 5 panelistas. Estas fueron realizadas el primer mes, el tercer, el quinto y sexto. Se tomó en cuenta los parámetros establecidos en el D.S. 031-2010- SA calidad sanitaria del agua para consumo humano.

En el primer mes donde se realizó la evaluación de la muestra 0. Los resultados de los 5 panelistas coincidieron que son aceptables tanto en el olor, sabor y color. En la tabla 15 se muestra los resultados.

**Tabla 15**

*Apreciación de panelistas en parámetros sensoriales de la muestra 0 en el mes 1*

| Ensayo | Panelista |           |           |           |           | D.S. 031-2010-SA |
|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|        | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         |                  |
| Olor   | Aceptable | Aceptable | Aceptable | Aceptable | Aceptable | Aceptable        |
| Sabor  | Aceptable | Aceptable | Aceptable | Aceptable | Aceptable | Aceptable        |
| Color  | Aceptable | Aceptable | Aceptable | Aceptable | Aceptable | Aceptable        |

En el mes 3 donde se realizó la evaluación de la muestra 2. Los resultados de los 5 panelistas coincidieron que son aceptables tanto en el olor, sabor y color. En la tabla 16 se muestra los resultados.

**Tabla 16**

*Apreciación de panelistas en parámetros sensoriales de la muestra 2 en el mes 3*

| Ensayos | Panelistas |           |           |           |           | D.S. 031-2010-SA |
|---------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|         | 1          | 2         | 3         | 4         | 5         |                  |
| Olor    | Aceptable  | Aceptable | Aceptable | Aceptable | Aceptable | Aceptable        |
| Sabor   | Aceptable  | Aceptable | Aceptable | Aceptable | Aceptable | Aceptable        |
| Color   | Aceptable  | Aceptable | Aceptable | Aceptable | Aceptable | Aceptable        |

En el mes 4 donde se realizó la evaluación de la muestra 3. Los resultados de los 5 panelistas coincidieron que son aceptables tanto en el olor, sabor y color. En la tabla 17 se muestra los resultados.

**Tabla 17**

*Apreciación de panelistas en parámetros sensoriales de la muestra 4 en el mes 4*

| Ensayos | Panelistas |           |           |           |           | D.S. 031-2010-SA |
|---------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|         | 1          | 2         | 3         | 4         | 5         |                  |
| Olor    | Aceptable  | Aceptable | Aceptable | Aceptable | Aceptable | Aceptable        |
| Sabor   | Aceptable  | Aceptable | Aceptable | Aceptable | Aceptable | Aceptable        |
| Color   | Aceptable  | Aceptable | Aceptable | Aceptable | Aceptable | Aceptable        |

En el mes 6 donde se realizó la evaluación de la muestra 4. Los resultados de los 5 panelistas coincidieron que son aceptables tanto en el olor, sabor y color. En la tabla 18 se muestra los resultados.

**Tabla 18**

*Apreciación de panelistas en parámetros sensoriales de la muestra 4 en el mes 6.*

| Ensayos | Panelistas |           |           |           |           | D.S. 031-2010-SA |
|---------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|         | 1          | 2         | 3         | 4         | 5         |                  |
| Olor    | Aceptable  | Aceptable | Aceptable | Aceptable | Aceptable | Aceptable        |
| Sabor   | Aceptable  | Aceptable | Aceptable | Aceptable | Aceptable | Aceptable        |
| Color   | Aceptable  | Aceptable | Aceptable | Aceptable | Aceptable | Aceptable        |

#### **4.2. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL AGUA DE MESA OZONIZADA.**

El diagrama de flujo del proceso de producción del agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada de la empresa FATICA S.A.C tiene 3 etapas. Para optimizar su proceso de producción de agua de mesa ozonizada en relación con el tiempo límite de consumo se actualizó el diagrama de flujo del agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada.

##### **4.2.1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO INICIAL**

En la primera etapa de producción de agua de mesa ozonizada, se ubica el pozo fuente, filtro manga, almacenamiento en cisterna principal de 20 m<sup>3</sup>, sala de cloración y bombeo, almacenamiento en tanque pulmón. El pozo fuente se encuentra en el subterráneo que recibe agua a través de tuberías de 3 pulgadas en cuya línea se encuentra instalada un equipo de acero inoxidable desde el inicio de la captación. El filtro manga es la bolsa de 5 micras de porosidad que tiene como fin realizar un pre - filtrado y retener los sólidos en suspensión y arenillas que arrastra consigo el agua, figura 17.

El almacenamiento en la cisterna principal es donde se encuentra el agua pre-filtrada y clorada, la que permanece aproximadamente 2 horas para luego ingresar a la etapa de tratamiento fisicoquímico. En la sala de cloración y bombeo, se adiciona dióxido de cloro en un rango de concentración de 3 a 5 ppm como desinfectante. El almacenamiento en tanque pulmón es donde el agua permanece en reposo hasta ser transportada mediante una electro - bomba hacia la siguiente etapa.

En la segunda etapa el agua ingresa al filtro multimedia, luego al filtro de carbón activado, ablandadores, filtración por filtro de manga de 1 micra de porosidad y proceso

de osmosis inversa.

En la tercera etapa se ubica la desinfección por radiación UV, el tanque de almacenamiento, el proceso de ozonización, el ozonizado en el tanque de contacto y el Manifold de agua ozonizada. La desinfección por radiación UV es la etapa donde se genera radiación UV a través de lámparas dispuestas internamente en cámaras tubulares, por donde atraviesa el agua tratada y osmotizada; esta radiación UV a intensidad determinada, destruyen la estructura molecular de microorganismos que puedan existir en el flujo; de modo que en esta etapa se garantiza con más exigencia la calidad microbiológica del agua tratada. El tanque de almacenamiento es donde se encuentra el agua ultra - filtrada y desinfectada por radiación UV que ingresa en contracorriente al tanque de contacto de ozono, donde recircula para facilitar el contacto y adsorción de ozono; llegando a obtener una concentración de ozono residual entre 0,2 – 0,4 ppm controlado automáticamente por un selector regulado según el flujo de agua. El Manifold es el tanque donde esta almacenada el agua de mesa ozonizada como producto terminado proveniente del tanque de ozono, luego de este proceso se distribuye a cada línea de envasado de los 3 formatos que se produce (Línea de Cajas, Pet y Bidones).

Para Bard (2023), el proceso de producción del agua de mesa ozonizada se divide en las siguientes etapas: recuperación de agua desde una fuente, como un pozo o un río. Filtración donde el agua se filtra para eliminar partículas, sedimentos y otras impurezas. Ozonización donde el agua se ozona para desinfectarla y eliminar contaminantes. Envasado, en ella se envasa en botellas o bidones para su distribución. Las ventajas del agua de mesa ozonizada se reflejan en mayor seguridad, puesto que el ozono es un potente agente desinfectante que elimina una amplia gama de bacterias, virus y otros contaminantes. Mejor sabor, porque el ozono elimina los sabores y olores desagradables del agua. Mayor duración, por el mismo hecho de que el ozono ayuda a conservar la frescura del agua. Por tal motivo el proceso de producción del agua de mesa ozonizada es muy complejo que requiere una serie de pasos para garantizar la calidad y la seguridad del producto. El ozono es un componente clave de este proceso, ya que ayuda a desinfectar el agua y eliminar contaminantes.

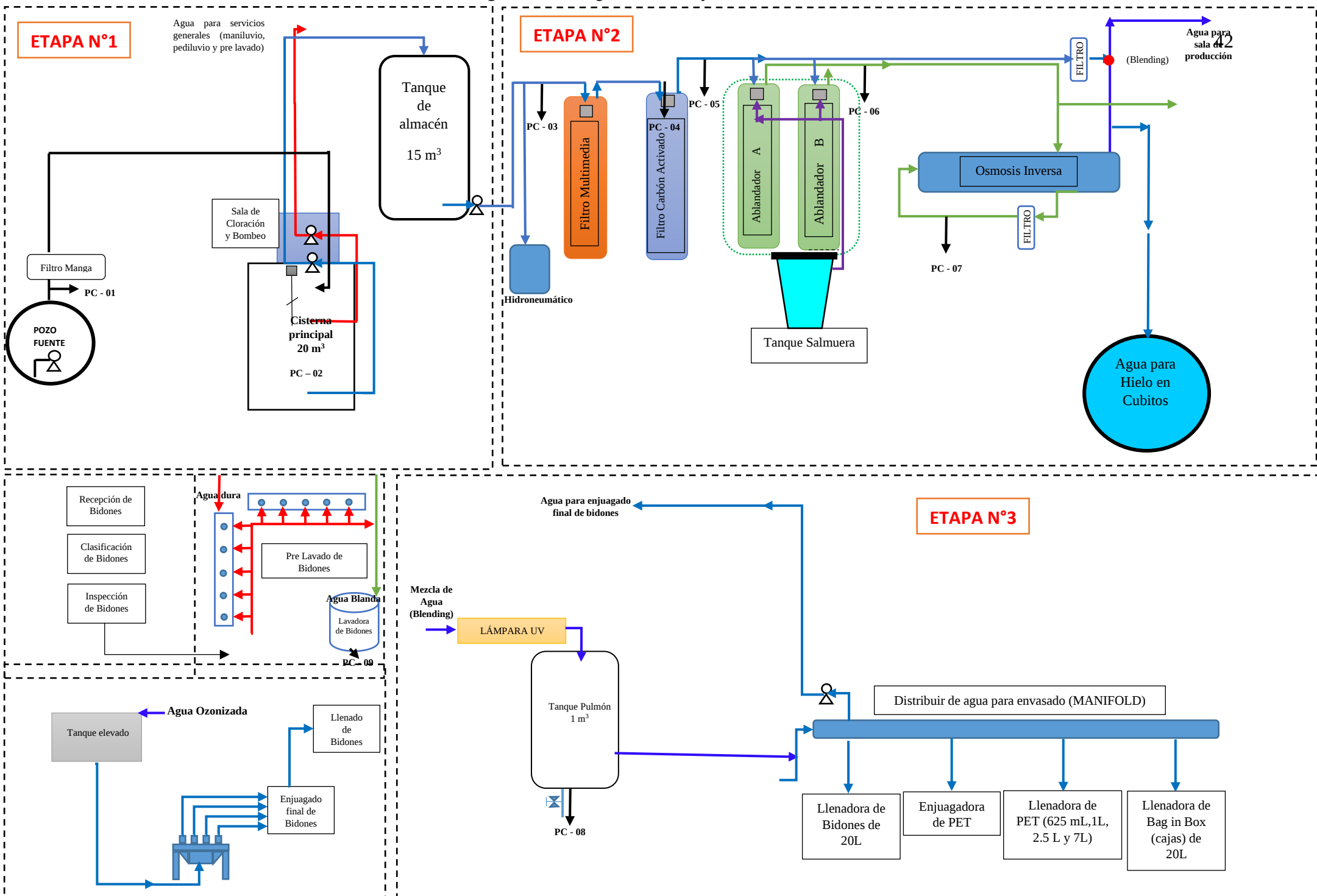
El estudio de Barrios et al., (2015) en un estudio comparativo de la calidad bacteriológica del agua de mesa ozonizada y del agua de grifo, muestran que el agua de mesa ozonizada presentó una menor concentración de bacterias que el agua de grifo. Es

decir, el agua de mesa ozonizada presentó una mejor calidad bacteriológica que el agua de grifo. Esto evidencia con la investigación realizada que el agua de mesa ozonizada al presentar mejor calidad permite ampliar el tiempo límite de consumo. Sin embargo, en el proceso de producción del agua de mesa ozonizada no se considera el filtro entre el ablandador B y la ósmosis inversa, por tal motivo se restringe el tiempo límite de consumo.

La investigación de Chávez y Aguilar (2016) menciona que el efecto del ozono en la estabilidad microbiológica del agua de mesa envasada redujo la concentración de bacterias en el agua de mesa; es decir el ozono es un eficaz agente bactericida que puede utilizarse para mejorar la estabilidad microbiológica del agua de mesa envasada. Para tal efecto el proceso de producción del agua de mesa envasada debe considerar concentraciones de ozono en alguna etapa para su optimización en el tiempo límite de consumo.

Asimismo, para Gonzales et al., (2017) indica que la calidad microbiológica del agua de mesa ozonizada envasada presenta una baja concentración de bacterias. Esto permite la calidad del agua de mesa, pero también contribuye a mejorar el tiempo límite.

**Figura 17: Diagrama de flujo inicial**



#### 4.2.2. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO ACTUALIZADO

En el diagrama del flujo del proceso de producción actualizado de agua de mesa ozonizada, se incorporó en la etapa 2 el filtro que se ubica entre el ablandador B y la ósmosis inversa. También se incluyó en la etapa 3 el balón de oxígeno, generador de ozono y el tanque ozonizador.

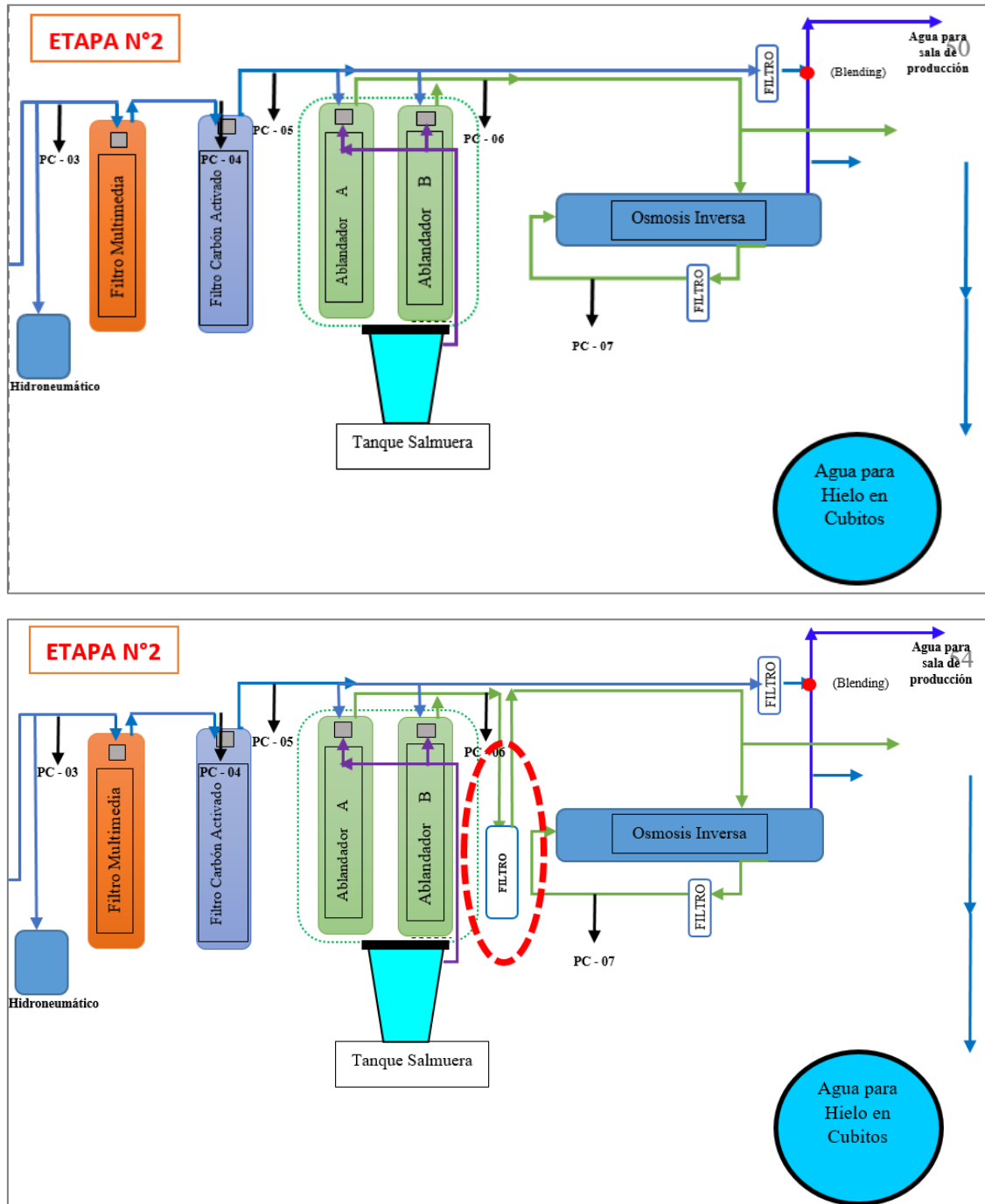
En la etapa 2 del flujo actualizado el filtro cumple la función de retener partículas biofilms y sólidos en suspensión con diámetros mayores a una micra estas son estructuras microscópicas formadas por comunidades de microorganismos que se adhieren al agua. Las características que presenta son pequeñas, con un diámetro de entre 1 y 100 micrómetros. Están formadas por una comunidad de microorganismos, que pueden ser bacterias, hongos, protozoos o microalgas. se adhieren a una superficie y se protegen con una matriz extracelular (Bard, 2015 y Gonzales et al., 2017), mejorando así el proceso de producción del agua. Otra finalidad del filtro en la etapa 2 es evitar las partículas biofilms que puede tener un impacto significativo en la calidad del agua de mesa, debido a que pueda contaminar el agua con bacterias, virus, hongos y otros microorganismos. Pero también disminuir la capacidad de disolución del agua. Asimismo, provocar la turbidez y liberar compuestos tóxicos al agua.

Tal como menciona Bard et al., (2017) estas partículas pueden afectar los parámetros en la calidad del agua como la conductividad eléctrica (CE) que es una medida de la cantidad de iones presentes en el agua. Las partículas biofilms pueden aumentar la CE del agua al liberar iones.

La incorporación del filtro entre el ablandador B y la ósmosis inversa se muestra en la figura 18 tanto del diagrama de flujo del proceso inicial y actualizado.

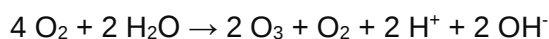
Figura 18

Diagrama de flujo del proceso inicial y actualizado con filtro en el proceso de producción del agua de mesa ozonizada



En la etapa 3 del diagrama de flujo del proceso actualizado se incorporó el balón de oxígeno, cuya función es generar ozono para asegurar la inocuidad del agua de mesa durante el envasado. Sin este proceso existe el riesgo de contaminación del agua dentro del envase.

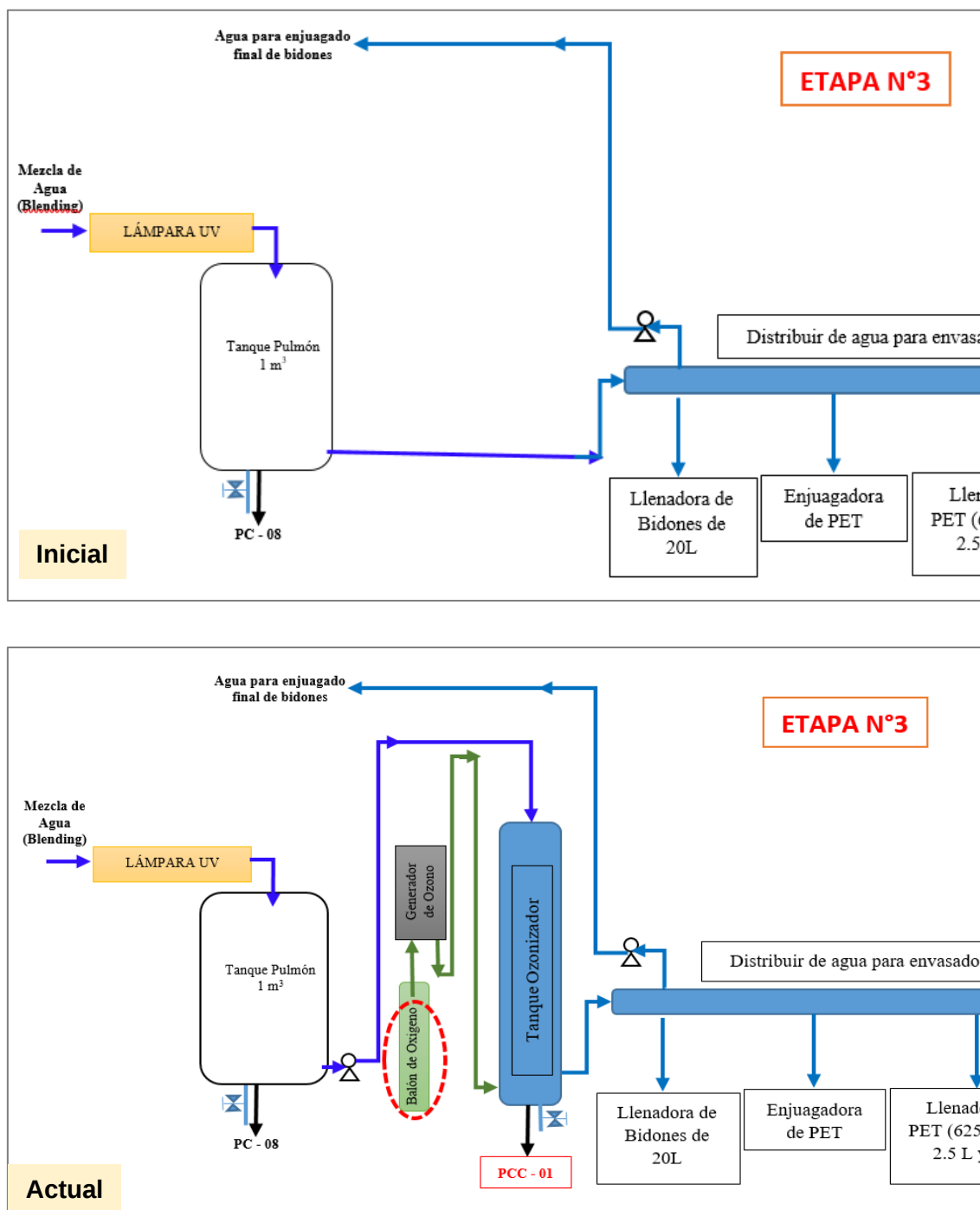
La función del balón de oxígeno es generar ozono a partir de oxígeno molecular ( $O_2$ ). El oxígeno molecular se introduce en el balón a través de un compresor. El balón contiene un electrodo que produce una descarga eléctrica que convierte el oxígeno molecular en ozono ( $O_3$ ). Tal como señala Bard et al., (2017) el ozono es un gas altamente oxidante que puede descomponer los microorganismos y otros contaminantes del agua que reacciona con los microorganismos y otros contaminantes destruyéndolos o convirtiéndolos en compuestos inofensivos. La ecuación para asegurar la inocuidad del agua se representa como el ozono ( $O_3$ ) se produce a partir del oxígeno molecular ( $O_2$ ) y el agua ( $H_2O$ ).



La incorporación del balón de oxígeno se ubica entre el tanque pulmón y el tanque ozonizador como se muestra en la figura 19 en el diagrama de flujo inicial y actual de la etapa 3.

**Figura 19**

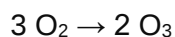
*Diagrama de flujo de proceso inicial y actualizado con balón de oxígeno en el proceso de producción del agua de mesa ozonizada*



En la etapa 3 del diagrama de flujo de proceso actualizado se incorporó el generador de ozono, cuya función es generar ozono a partir de oxígeno molecular. El oxígeno molecular se introduce en el generador a través de un compresor. El generador contiene

un electrodo que produce una descarga eléctrica que convierte el oxígeno molecular en ozono ( $O_3$ ). El ozono generado por el generador se introduce en el agua a través de una boquilla. El ozono reacciona descomponiendo los microorganismos y otros contaminantes del agua. Tal como menciona Bard y Gonzales (2027) el generador de ozono utiliza un proceso llamado ozonización para transformar el oxígeno molecular en ozono. La ozonización se produce cuando el oxígeno molecular se expone a una descarga eléctrica. Esta descarga eléctrica rompe los enlaces moleculares del oxígeno molecular, formando ozono.

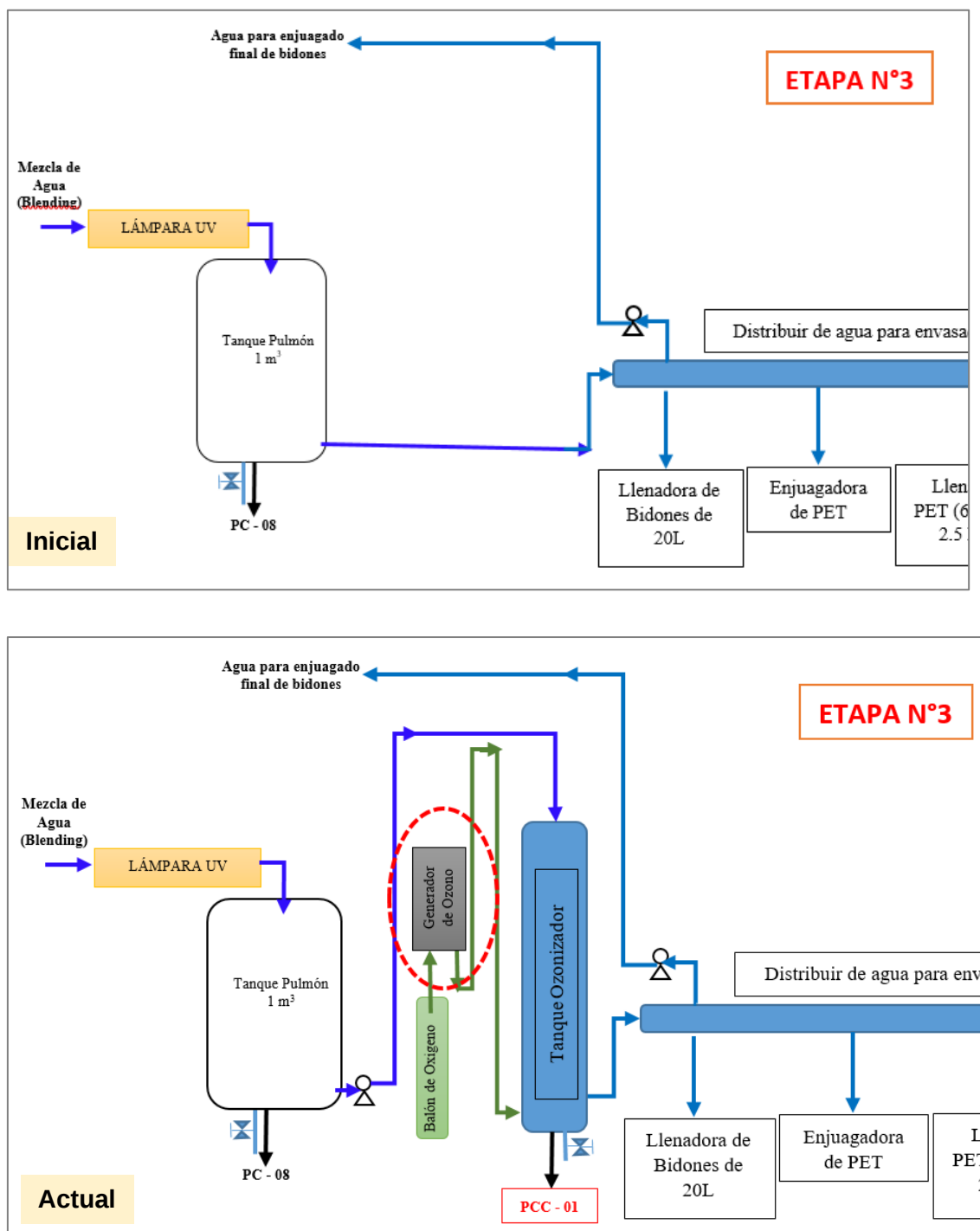
La ecuación química del generador de ozono en transformar el oxígeno en ozono para agua de mesa es el oxígeno molecular ( $O_2$ ) se convierte en ozono ( $O_3$ ).



La incorporación del generador de ozono se ubica entre el tanque pulmón y el distribuidor de agua para envasado, se muestra en la figura 19 en el diagrama de flujo de proceso inicial y actualizado de la etapa 3.

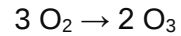
Figura 20

Diagrama de flujo del proceso inicial y actualizado con generador de ozono en el proceso de producción del agua de mesa ozonizada.

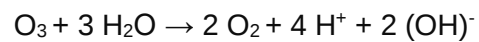


En la etapa 3 del diagrama de flujo de proceso actualizado se incorporó el tanque ozonizador, es aquí donde se realiza la mezcla y/u ozoniza el agua tratada. Este proceso tal como señala Bard y Gonzales (2017) ayuda a garantizar que el agua sea segura para

el consumo humano, pero también garantiza y maximiza el tiempo límite de consumo. La ecuación química del tanque ozonizador en generar ozono y mezclarlo con el agua es donde el oxígeno molecular ( $O_2$ ) se convierte en ozono ( $O_3$ ).



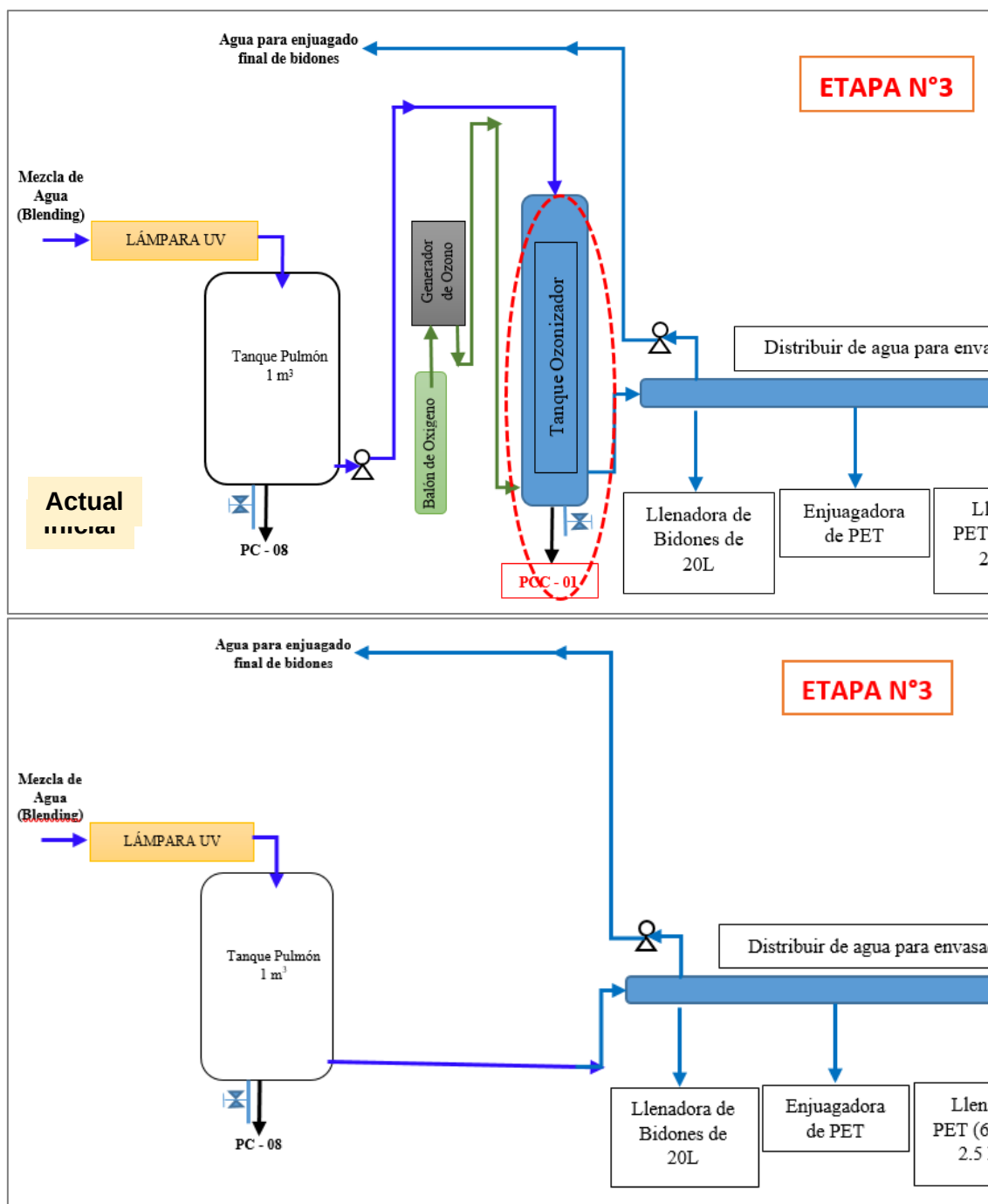
Además, en este proceso el ozono ( $O_3$ ) reacciona con el agua ( $H_2O$ ) para formar oxígeno ( $O_2$ ), iones hidrógeno ( $H^+$ ) e iones hidroxilo ( $OH^-$ ).



La incorporación del tanque ozonizador se ubica entre el tanque pulmón y el distribuidor de agua para envasado, se muestra en la figura 21 en el diagrama de flujo de proceso inicial y actualizado de la etapa 3.

**Figura 21**

*Diagrama de flujo de proceso inicial y actualizado con tanque ozonizador en el proceso de producción del agua de mesa ozonizada*

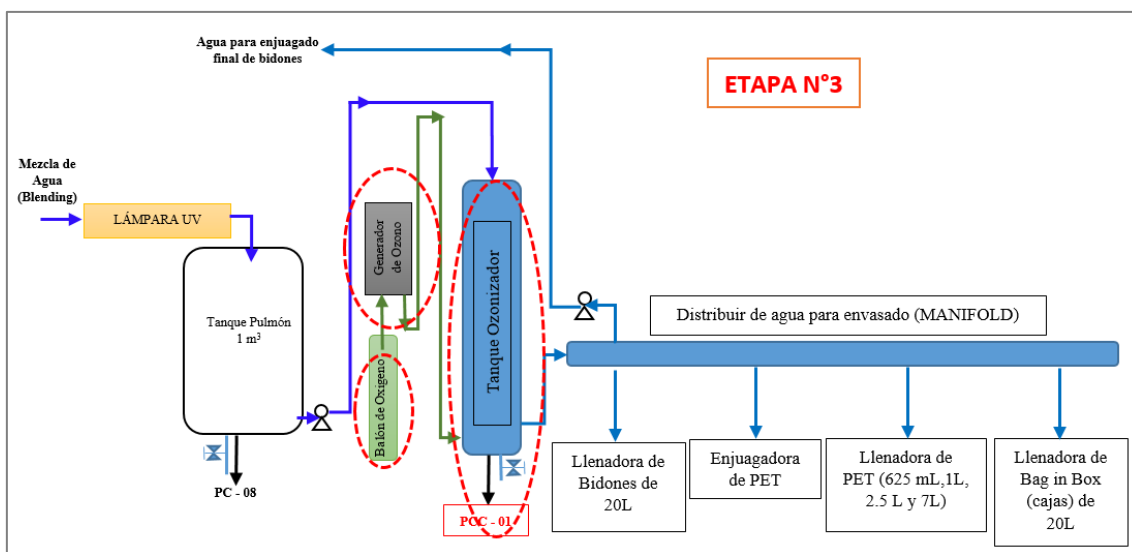


Para generar ozono es necesario en la etapa 3 la incorporación tanto del balón de oxígeno, así como generador de ozono y tanque ozonizador. Para Bard y Gonzales (2017) estos dispositivos son eficaces para purificar el agua y eliminar los microorganismos y otros contaminantes. El ozono es un gas altamente oxidante que

puede reaccionar con una amplia gama de compuestos, lo que lo hace ideal para el tratamiento del agua mesa y también ampliando el tiempo límite de consumo. En la figura 22 se muestra la incorporación del balón de oxígeno, generador de ozono y tanque ozonizador.

**Figura 22**

*Dispositivos incorporados en la etapa 3 del diagrama de flujo de proceso actualizado del proceso de producción del agua de mesa ozonizada*



A partir de la incorporación del filtro en la etapa 2; en la etapa 3 el balón de oxígeno, generador de ozono y tanque ozonizador se tuvo como resultado:

- C: 0,1 (concentración de ozono residual en el agua mg/L)
- T: 11 (temperatura del agua °C)
- E: 1 (efecto de la exposición a la luz, 1 para exposición a la luz, 0 para ausencia de exposición a la luz)
- P: 0 (efecto de la presencia de otros contaminantes en el agua. 0 para presencia de contaminantes, 1 para ausencia de contaminantes)

El tiempo límite de consumo de agua de mesa ozonizada se calculó considerando los resultados concentración de ozono residual en el agua mg/L (C); temperatura del agua °C (T); efecto de la exposición a la luz (E) y efecto de la presencia de otros contaminantes en el agua (P).

$$TLC = \frac{100}{C * T * E * P}$$

$$TLC = \frac{100}{0,05 * 11 * 1 * 1}$$

$$TLC = \frac{100}{1,1}$$

$$TLC = 181,8 \text{ días}$$

Por lo tanto, el agua de mesa ozonizada con una concentración de 0,1 mg/L de ozono, una temperatura de 11 °C y sin exposición a la luz ni presencia de otros contaminantes, sería segura para el consumo durante 90,91 días o un promedio de 3 meses.

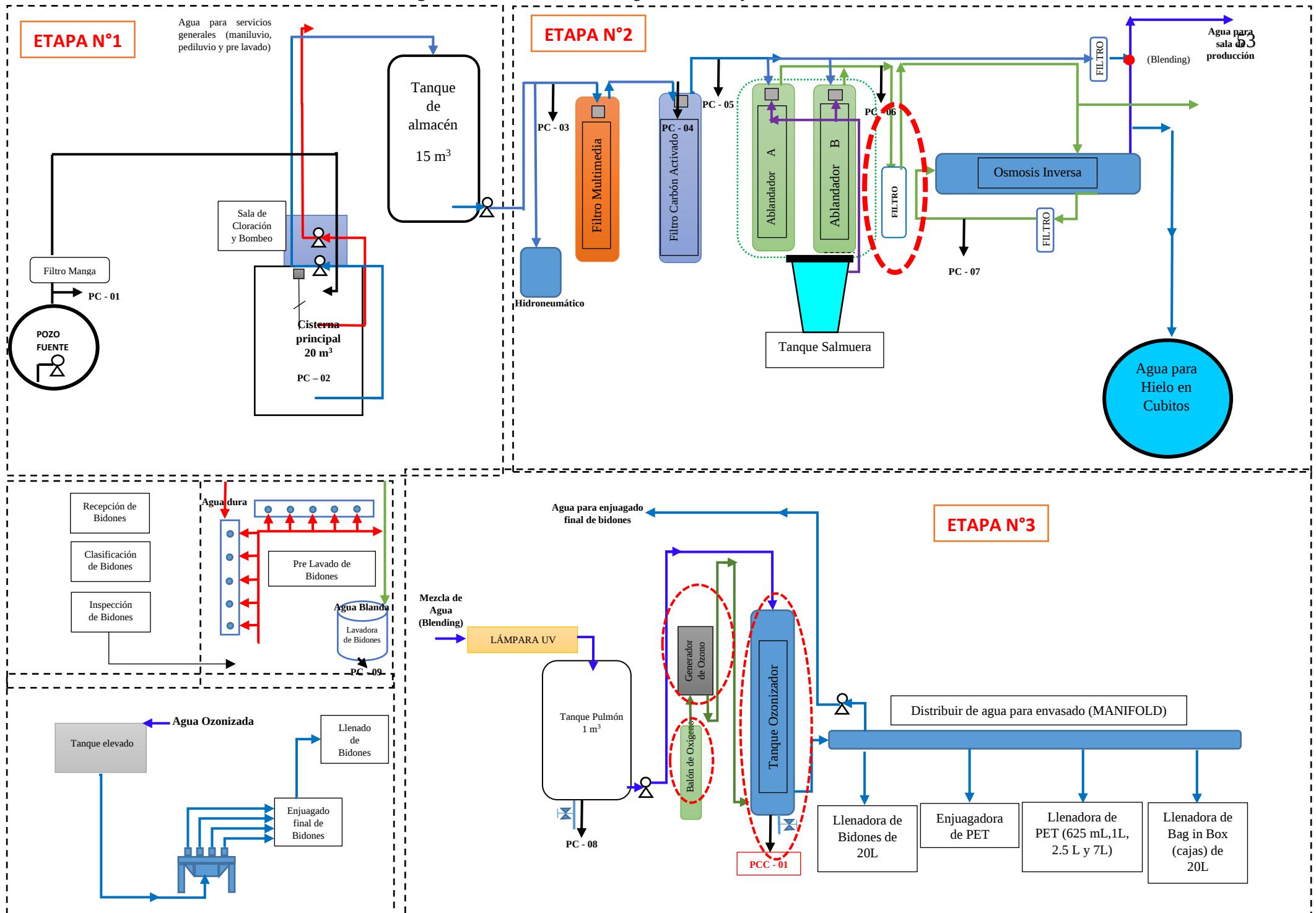
La concentración de ozono es el factor más importante que afecta al tiempo límite de consumo. Una concentración más alta de ozono significa que el agua estará más limpia durante más tiempo. En este caso, la concentración de ozono es de 0,1 mg/L, que es una concentración relativamente baja. Por lo tanto, el tiempo límite de consumo es relativamente corto.

La temperatura del agua también afecta al tiempo límite de consumo. El ozono se descompone más rápidamente en agua caliente que en agua fría. En este caso, la temperatura del agua es de 11 °C, que es una temperatura relativamente fría. Por lo tanto, el tiempo límite de consumo es relativamente largo.

La exposición a la luz acelera la descomposición del ozono. En este caso, la exposición a la luz está presente, lo que significa que el tiempo límite de consumo será menor que si la exposición a la luz estuviera ausente.

La presencia de otros contaminantes en el agua puede reaccionar con el ozono y reducir su eficacia. En este caso, no hay presencia de otros contaminantes, por lo que el tiempo límite de consumo no se ve afectado. La figura 22 representa la síntesis del diagrama de flujo actualizado, en ella se muestra todos los procesos de cambio que se hizo.

**Figura 23. Síntesis del diagrama de flujo actualizado**



Se presenta algunos estudios que coinciden con esta investigación y sustentan el proceso de producción en la ampliación del tiempo límite de consumo de agua de mesa ozonizada. Para Martínez y Hernández (2018) el análisis físico-químico y microbiológico del agua de mesa ozonizada en condiciones adecuadas permite ampliar el tiempo límite de consumo, sin embargo, también es necesario la concentración de ciertas cantidades de ozono para minimizar la contaminación y evitar acortar el tiempo límite de consumo del agua.

Para Romero y García (2019) la determinación del tiempo límite de consumo del agua de mesa ozonizada envasada depende de la carga microbiológica de muestras de agua de mesa envasada a diferentes tiempos de almacenamiento. Se puede lograr que el tiempo límite de consumo del agua de mesa ozonizada envasada puede llegar hasta 12 meses a partir de la fecha de envasado.

Mientras Vázquez y Barrios (2020) afirma que la estabilidad microbiológica del agua de mesa ozonizada envasada a diferentes temperaturas presenta una mayor concentración de bacterias que el agua almacenada a temperatura refrigerada. Por ello es necesario que el agua de mesa ozonizada envasada debe almacenarse a temperatura refrigerada para garantizar su estabilidad microbiológica y alargar el tiempo límite de consumo de agua.

También García et al., (2021) menciona que el efecto de la temperatura y la luz sobre la estabilidad microbiológica del agua de mesa ozonizada envasada dependiendo el escenario pueden reducir la estabilidad microbiológica del agua de mesa ozonizada envasada. Es decir, a mayor exposición a la temperatura y la luz el tiempo límite será menor, mientras a menor exposición será mayor. Pero también para esto se debe garantizar con otras condiciones que posibilitan ampliar el tiempo límite.

## CONCLUSIONES

El tiempo límite de consumo de agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada por la empresa embotelladora, FATICA S.A.C., se ha extendido en tres meses adicionales a los tres meses establecidos inicialmente. Por lo que se recomienda que la empresa pueda fijar seis meses como tiempo límite de consumo. Este resultado se obtuvo por el cumplimiento riguroso de los parámetros microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales, así como; a la actualización del diagrama de flujo del proceso de producción de agua de mesa ozonizada.

Los parámetros que determinaron la extensión del tiempo límite de consumo del agua de mesa ozonizada producida por la empresa FATICA S.A.C., los mismos que incluyen aspectos microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales. Los análisis microbiológicos tales como, el número de coliformes totales, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*, heterótrofos y *pseudomonas*, se mantuvieron en los límites de la norma sanitaria NTS N° 071- MINSA/DIGESA., los parámetros fisicoquímicos, como el pH, DT, STD, Cl<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> e igualmente el porcentaje de gas ozono cumplieron con la normatividad nacional. En referencia a los parámetros sensoriales u organolépticos, tales como olor, sabor y color fueron considerados aceptables según el D.S. 031-2010- SA sobre la Calidad Sanitaria del Agua para Consumo Humano.

El diagrama de flujo del proceso de producción de agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada de la empresa FATICA S.A.C., se actualizó incorporando el filtro cartucho de 1 micra de diámetro en la etapa 2 del proceso y un sistema de ozonización en la etapa 3.

## RECOMENDACIONES

1. A pesar de la extensión exitosa del tiempo límite de consumo, se sugiere que FATICA S.A.C. continúe evaluando y mejorando su proceso de producción. Esto podría incluir investigar nuevas tecnologías de filtración y ozonización, así como explorar alternativas de envases que mantengan la calidad del agua durante períodos aún más prolongados.
2. Realizar una investigación cualitativa para comprender la percepción de los consumidores sobre el agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada. Esto podría incluir encuestas, grupos focales o entrevistas individuales. Comprender las preferencias y expectativas de los consumidores ayudará a adaptar aún más el producto y su comercialización.
3. Considerar el impacto ambiental de los envases utilizados. Si bien la bolsa aluminizada es efectiva para mantener la calidad del agua, también es importante evaluar su huella ecológica. Investigar alternativas más sostenibles, como envases reciclables o biodegradables, podría ser un área de interés para futuras investigaciones.

## REFERENCIAS

- Abengoa, A. (2022). *¿Cómo está distribuida el agua del planeta?*  
<http://www.laenergiadelcambio.com/como-esta-distribuida-el-agua-del-planeta/>
- Apaéstegui, J., & Fluquer, P. (2017). *Disponibilidad de agua.*  
[http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2009/cf-izquierdo\\_eg/html/index-frames.html](http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2009/cf-izquierdo_eg/html/index-frames.html)
- Apaza, C. (2015). Informe tecnico obtencion de agua ozonizada envasada por laboratorios La Cooper. In *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.*  
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/200>
- Bard, J. (2015). Particles from biofilms: A review. *Biofouling*, 31(1), 1-10.  
 doi:10.1080/08927014.2014.979276
- Bard, J., & Gonzalez-Martinez, P. (2017). Impact of particle-associated biofilms on water quality. *Water Research*, 113, 201-212. doi: 10.1016/j.watres.2017.02.027
- Bard, J., & Gonzalez-Martinez, P. (2017). Ozonation for water purification: A review of its efficiency and applications. *Water Research*, 113, 180-189. doi: 10.1016/j.watres.2017.02.027
- Bard. (2023, 25 de septiembre). Diagrama de flujo del proceso de producción del agua de mesa ozonizada. Recuperado de <https://www.google.com/>
- Barrenechea, A. (2014). *Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua.*  
<http://www.ingenieroambiental.com/4014/uno.pdf>
- Barrios-Morales, M., González-González, A., & Vázquez-López, M. (2015). Estudio comparativo de la calidad bacteriológica del agua de mesa ozonizada y del agua de grifo. *Revista de Salud Pública*, 17(2), 174-181.
- Cáceres, J. (2018). *Uso de iones de plata y ozono en el tratamiento de agua para consumo humano.*  
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3229/P10-C334-T.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Caro, E. (2019). Efecto del agua ozonizada sobre la reducción microbiana de *Escherichia coli* presente en hortalizas minimamente procesadas en el mercado modelo de Huaral. *Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.*  
<http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/2399>
- Carrillo, E., & Lozano, M. (2008). *Validación del método de detección de coliformes totales y fecales en agua potable utilizando Agar Chromocult.*

- <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8205/tesis203.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
- Castillo, H. (2018). Calidad bacteriológica del agua embotellada (bidon 20l), producida y comercializada en el distrito de Castilla - Piura. *Universidad Nacional de Piura / UNP*. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1763>
- Chávez-López, J., & Aguilar-Hernández, M. (2016). Efecto del ozono en la estabilidad microbiológica del agua de mesa envasada. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 15(4), 1039-1048.
- Cova, V. (2018). Físico-química biológica. [http://www.unl.edu.ar/ingreso/cursos/medicina/wp-content/uploads/sites/8/2017/10/Quimica\\_05.pdf](http://www.unl.edu.ar/ingreso/cursos/medicina/wp-content/uploads/sites/8/2017/10/Quimica_05.pdf)
- CYTED. (2017). Agua potable para comunidades rurales, reuso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas. *Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración Del Agua*.
- de Sousa, C., & Colmenares, M. (2010). Corrosión e incrustaciones en los sistemas de distribución de agua potable: Revisión de las estrategias de control. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 50(2), 187–196. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1690-46482010000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-46482010000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Dirie, J. (2019). *Proyecto de Planta Purificadora y Envasadora de Agua Desarrollo del Plan de Negocios* [Universidad Nacional de San Martín]. <https://ri.unsam.edu.ar/bitstream/123456789/1114/1/TFPP%20EEYN%202019%20DJS.pdf>
- Edvin, E. (2020). *Construcción del objeto de investigación pseudomonas aeruginosa como contaminante del agua de mesa envasada en la ciudad de Corrientes, Argentina*. <http://repositorio.unne.edu.ar/xmlui/handle/123456789/48579>
- Figuerola, A. (2017). *Fisicoquímica y cambios espacio temporales en el espejo de agua para la laguna de Sonso*.
- González-Hernández, A., Jiménez-Hernández, M., & López-García, M. (2017). Evaluación de la calidad microbiológica del agua de mesa ozonizada envasada. *Revista de Ingeniería y Ciencia*, 13(2), 133-140.
- Gonzalez-Martinez, P., Bard, J., & Fernandez-Lopez, J. (2017). Particles from biofilms: A review of their formation, transport and impact. *Water Research*, 113, 176-189. doi: 10.1016/j.watres.2017.02.026

- Gonzalez-Martinez, P., Bard, J., & Fernandez-Lopez, J. (2020). Ozonation of biofilms in water: A review of its mechanisms and applications. *Environmental Science & Technology*, 54(1), 519-532. doi: 10.1021/acs.est.9b02861
- Kantar. (2022). *Hogares peruanos se orientan hacia consumo saludable*. <https://www.kantar.com/latin-america/inspiracion/consumidor/etiquetado>
- Marchand, E. (2015). *Microorganismos indicadores de la calidad de agua de consumo humano en Lima Metropolitana\_ante*. [https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/basic/marchand\\_p\\_e/anteced.htm](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/basic/marchand_p_e/anteced.htm)
- Martínez, O. (2006). *Determinación de la calidad fisicoquímica del agua del Canal de Chiquimulilla en la Reserva Natural de Usos Múltiples, Monterrico*.
- Martínez-Sánchez, M., & Hernández-García, J. (2018). Caracterización físico-química y microbiológica del agua de mesa ozonizada envasada. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 59(3), 296-304.
- Mena, K., & Gerba, C. (2009). Risk assessment of *Pseudomonas aeruginosa* in water. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 201, 71–115. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0032-6\\_3](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0032-6_3)
- Minsa. (2011). *Reglamento de la calidad del agua para consumo humano*. [http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/reglamento\\_calidad\\_agua.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/reglamento_calidad_agua.pdf)
- Narváez, S., Gómez, M., Acosta, J., & Marino, B. (2008). Coliformes termotolerantes en aguas de las poblaciones costeras. *Acta Biol. Colomb*, 13(3), 113–122. <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n3/v13n3a9.pdf>
- Ogarekpe, N., Nnaji, C., Oyebode, O., Ekpenyong, M., Ofem, O., Tenebe, I., & Asitok, A. (2023). Groundwater quality index and potential human health risk assessment of heavy metals in water: A case study of Calabar metropolis, Nigeria. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 19(2), 34–42. <https://doi.org/10.1016/J.ENMM.2023.100780>
- OMS. (2011). *Guías para la calidad del agua de consumo humano*. <http://apps.who.int/>
- Platea.(2022). Propiedades del agua. [http://platea.pntic.mec.es/~aabadias/webs0506/mundoagua/propiedades\\_del\\_agua.htm](http://platea.pntic.mec.es/~aabadias/webs0506/mundoagua/propiedades_del_agua.htm)
- Quenta, C. (2019). *Evaluación de la calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial del agua de mesa embotellada que se expenden en la ciudad de Tacna*. In Universidad

- Nacional Jorge Basadre Grohmann.  
<http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/3592>
- Rawson, & Hooper. (1951). *Impactos en la calidad del agua - Evaluación de la composición de los lodos generados en el pro.* <https://1library.co/article/impactos-calidad-agua-evaluacion-composicion-lodos-generados-pro.yngvd91z>.
- Ricaurte, S. (2006). ¡Ozonoterapia, una opción para el sector agropecuario! *REDVET*, 7(10), 1–16. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617167005.pdf>
- Rodríguez, D. (2012). Distribución de Enterococos como indicadores de contaminación fecal en aguas de la Bahía de Tumaco, Pacífico colombiano. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 50(2), 136–148.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-30032012000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032012000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Romero-Hernández, M., & García-Hernández, J. (2019). Determinación del tiempo límite de consumo del agua de mesa ozonizada envasada. *Revista de Ingeniería y Tecnología*, 20(1), 11-19.
- Salvador, J. (2021). *Obtención de agua ozonizada a nivel piloto en la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.* <https://www.google.com/search?q=Obtenci%C3%B3n+de+agua+ozonizada+a+nivel+piloto+en+la+Facultad+de+Ingenieria+Qu%C3%ADmica+y+Metal%C3%BArgica&oq=Obtenci%C3%B3n+de+agua+ozonizada+a+nivel+piloto+en+la+Facultad+de+Ingenieria+Qu%C3%ADmica+y+Metal%C3%BArgica&aqs=chrome...69i57.335j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
- UNAS. (2015). *calidad del agua que brindan los sistemas de abastecimiento del área periurbano.* [https://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades\\_academicas/PPP-FINAL%20CD.pdf](https://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/PPP-FINAL%20CD.pdf)
- UNESCO. (2021). *Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2021: el valor del agua; datos y cifras.* [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375751\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375751_spa)
- Vázquez-López, M., & Barrios-Morales, M. (2020). Evaluación de la estabilidad microbiológica del agua de mesa ozonizada envasada a diferentes temperaturas. *Revista de Salud Pública*, 22(2), 207-215.

- ZARAGOZA. (2022). *La estructura química de las moléculas y su importancia para el estudio de los procesos biológicos – Otro sitio más de Blog FES Zaragoza Sites*. <https://blogceta.zaragoza.unam.mx/biomoleculas/>
- Zhou, X., Bi, X., Huang, S., & Ng, H. (2023). Effect of mixing iron-containing sludge to domestic wastewater on wastewater characteristics under different conditions: types of domestic wastewater, varying pH and mixing ratios. *Environmental Research*, 220(2), 25–38. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.115241>.

## ANEXOS

## ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

| TITULO DEL PLAN DE TESIS: TIEMPO LÍMITE DE CONSUMO DE AGUA DE MESA OZONIZADA ENVASADA EN BOLSA ALUMINIZADA DE LA EMPRESA FATICA S.A.C. – LIMA.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | AUTOR: Bachiller Orly Viviana LAGOS RODRÍGUEZ                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PROBLEMAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | OBJETIVOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | HIPÓTESIS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | VARIABLES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | DISEÑO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>1) Problema Principal</b><br>¿Cuál es el tiempo límite de agua de mesa ozonizada en bolsa aluminizada de la empresa FATICA SAC?<br><b>2) Problemas secundarios</b><br>a. ¿Cuáles son los parámetros de producción de agua de mesa ozonizada en bolsa Aluminizada de la empresa FATICA SAC?<br>b. Cómo es el diagrama de flujo del proceso de producción del agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada de la empresa FATICA S.A.C. | <b>1) Objetivo General</b><br>Determinar el tiempo límite de consumo de agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada de la empresa FATICA S.A.C.<br><b>2) Objetivos Específicos</b><br>a. Determinar los parámetros de producción de agua de mesa ozonizada de la empresa FATICA S.A.C. que influyen en el tiempo de su consumo<br>b. Actualizar el diagrama de flujo del proceso de producción del agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada de la empresa FATICA S.A.C.2.5. Marco teórico | <b>1) Hipótesis General</b><br>El tiempo límite de consumo de agua de mesa ozonizada con los parámetros establecidos de la bolsa, condiciones de almacenamiento y el diagrama de flujo actualizado, amplía 6 meses más de lo establecido en la empresa FATICA S.A.C.<br><b>2) Hipótesis específicas</b><br>a. Los parámetros de producción de agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada de la empresa FATICA S.A.C. son la calidad de la bolsa y sus condiciones de almacenamiento.<br>b. El diseño de un diagrama de flujo actualizado del proceso de producción del agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada de la empresa FATICA S.A.C. prolonga el tiempo límite de consumo hasta 6 meses de lo establecido. | <b>1) V. Independiente</b><br>Agua de meza ozonizada envasada en bolsa aluminizada<br><b>Indicadores</b><br>• parámetros de calidad de acuerdo a normas establecidas<br><b>2) Variable dependiente</b><br>Tiempo límite de consumo<br><b>Indicadores</b><br>• concentración de ozono<br>• pH<br>• concentración de coliformes | <b>1) Tipo de Investigación</b><br>▪ Tecnológico<br><b>2) Nivel de Investigación</b><br>▪ Experimental<br><b>3) Método</b><br>▪ Analítico.<br><b>4) Diseño</b><br>▪ Experimental<br><b>5) Técnicas</b><br>▪ Observación.<br>▪ Ensayos<br>▪ Diseño.<br><b>6) Instrumentos</b><br>▪ Ficha de recolección de datos.<br>▪ Ensayos<br>▪ Normas técnicas. |

## ANEXO 2: TOMA DE MUESTRAS PROTOCOLIZADA

|                                                                                   |                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
|  | SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN           |
|                                                                                   | ESTIMACION DE VIDA UTIL – AGUA DE MESA |

## A. INFORME ENSAYO A 6 MESES PRODUCTO CAJA 20L

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                   |                                                                                     |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>NSF INASSA S.A.C.</b><br>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO<br>POR EL ORGANISMO PERUANO DE<br>ACREDITACION INACAL – DA<br>CON REGISTRO N° LE-001 |  |                  |
| Informe de Ensayo N° 143489                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                   |                                                                                     |                  |
| <b>DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                   |                                                                                     |                  |
| <b>Solicitante</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | FABRICA DE HIELO TIO CARAMELO S.A.C.                                                                                                              |                                                                                     |                  |
| <b>Dirección legal</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | AV. PERALVILLO NRO. 3150 (COSTADO DE FABRICA INCA HOLA) LIMA - HUAYURA - SANTA MARIA                                                              |                                                                                     |                  |
| <b>Contacto</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | GEOVANA GARCIA                                                                                                                                    |                                                                                     |                  |
| <b>Dirección de entrega</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | AV. PERALVILLO NRO. 3150 (COSTADO DE FABRICA INCA HOLA) LIMA - HUAYURA - SANTA MARIA                                                              |                                                                                     |                  |
| <b>Producto</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | AGUA DE MESA CAJA 20L                                                                                                                             |                                                                                     |                  |
| <b>Procedencia</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Muestra proporcionada por el Cliente                                                                                                              |                                                                                     |                  |
| <b>Identificación</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Cantidad</b>                                                                                                                                   | <b>Descripción - Presentación</b>                                                   |                  |
| CÓDIGO: 079<br>LOTE: 1059071 /<br>AGUA DE MESA CAJA 20L                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 20L                                                                                                                                               | 01 Caja de cartón sellado e identificado                                            |                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                   | Procedencia: <i>Envasar. Vida útil 6 meses</i><br><i>Caja 20L</i>                   |                  |
| <b>INFORMACIÓN DEL SERVICIO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                   |                                                                                     |                  |
| <b>Ensayos realizados en</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Av. La Marina 3035-3059 San Miguel - Lima                                                                                                         |                                                                                     |                  |
| <b>Fecha de recepción</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2019.10.16                                                                                                                                        |                                                                                     |                  |
| <b>Fecha inicio Análisis</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2019.10.16                                                                                                                                        |                                                                                     |                  |
| <b>Fecha Término Análisis</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2019.10.22                                                                                                                                        |                                                                                     |                  |
| <b>Referencia</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | I-00042968                                                                                                                                        |                                                                                     |                  |
| <b>Identificación de laboratorio</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ME-225442                                                                                                                                         |                                                                                     |                  |
| <b>RESULTADOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                   |                                                                                     |                  |
| <b>Identificación</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Análisis</b>                                                                                                                                   | <b>Unidad</b>                                                                       | <b>Resultado</b> |
| CÓDIGO: 079                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Numeración de Coliformes Totales (NMP)</b>                                                                                                     | NMP/100mL                                                                           | <1.1(*)          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Recuento de Heterótrofos en placa</b>                                                                                                          | CFU/mL                                                                              | <1               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Pseudomonas aeruginosa (Detección)</b>                                                                                                         | 100 mL                                                                              | AUSENIA(*)       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Olor</b>                                                                                                                                       | -                                                                                   | ACCEPTABLE(*)    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Sabor</b>                                                                                                                                      | -                                                                                   | ACCEPTABLE(*)    |
| (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL – DA.<br>Los ensayos acreditados del presente informe al estar en el marco de la acreditación del INACAL – DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAC y ILAC.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                   |                                                                                     |                  |
| <b>Métodos</b><br>Numeración de Coliformes Totales (NMP): SNEWW APHA/AMWA WET Pot 9221, 8, 12nd Ed. 2017 Multiple Tube Fermentation Technique for Members of the coliform group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.<br>Recuento de Heterótrofos en placa: SMENW-APHA/AMWA WET Pot 9215-D, 23rd Ed. 2017 Heterotrophic Plate Count – Membrane Filter Method.<br>Pseudomonas aeruginosa (Detección): Standard Methods for the examination of Water and Wastewaters, 23rd Ed. 2017. Swimming pools. Test for Pseudomonas aeruginosa.<br>Olor (organoléptico)<br>Sabor (Organoléptico) |                                                                                                                                                   |                                                                                     |                  |
| El presente informe es parte de la acreditación del laboratorio de ensayo de NSF INASSA S.A.C.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                   |                                                                                     |                  |
| Av. La Marina 3035-3059 San Miguel - Lima 37 Perú<br>Tel: (011) 616-5200 Email: inassa@nsf.org Web: www.inassa.pe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                   |                                                                                     |                  |

|                                                                                   |                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|  | <b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>           |
|                                                                                   | <b>ESTIMACION DE VIDA UTIL – AGUA DE MESA</b> |

## B. INFORME ENSAYO A 6 MESES BIDON, PET 7L

|                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                     |                                                                                     |           |              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------|----|
|                                                                                                                                                                                                 | <b>NSF INASSA S.A.C.</b><br>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO<br>POR EL ORGANISMO PERUANO DE<br>ACREDITACION INACAL – DA<br>CON REGISTRO N° LE – 001 |  |           |              |    |
| <b>Informe de Ensayo N° 164016</b>                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                     |                                                                                     |           |              |    |
| <b>DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE</b>                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                     |                                                                                     |           |              |    |
| Solicitante                                                                                                                                                                                                                                                                      | FABRICA DE HIELO TIO CARAMELO S.A.C.                                                                                                                |                                                                                     |           |              |    |
| Domicilio legal                                                                                                                                                                                                                                                                  | AV. PERALVILLO NRO. 3180 (COSTADO DE FABRICA INCA KOLA) LIMA - HUACURA - SANTA MARIA                                                                |                                                                                     |           |              |    |
| Contacto                                                                                                                                                                                                                                                                         | GIOVANNA GARCIA                                                                                                                                     |                                                                                     |           |              |    |
| Dirección de entrega                                                                                                                                                                                                                                                             | AV. PERALVILLO NRO. 3180 (COSTADO DE FABRICA INCA KOLA) LIMA - HUACURA - SANTA MARIA                                                                |                                                                                     |           |              |    |
| Producto                                                                                                                                                                                                                                                                         | Agua Mesa Bidón 20L // Agua de Mesa Pet 7L                                                                                                          |                                                                                     |           |              |    |
| Procedencia                                                                                                                                                                                                                                                                      | Muestra proporcionada por el Cliente                                                                                                                |                                                                                     |           |              |    |
| <i>Vida útil de 6 meses</i>                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                     |                                                                                     |           |              |    |
| Identificación                                                                                                                                                                                                                                                                   | Cantidad                                                                                                                                            | Descripción - Presentación                                                          | Precinto  | PV           | FP |
| CÓDIGO 089                                                                                                                                                                                                                                                                       | 20L                                                                                                                                                 | 01 Bidón de plástico sellado e identificado                                         | —         | —            | —  |
| Agua Mesa Bidón 20L / 106980T1                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                     |                                                                                     |           |              |    |
| CÓDIGO 090                                                                                                                                                                                                                                                                       | 7L                                                                                                                                                  | 01 Frasco pet sellado e identificado                                                | —         | —            | —  |
| Agua de Mesa Pet 7L / 106987T1                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                     |                                                                                     |           |              |    |
| <b>INFORMACIÓN DEL SERVICIO</b>                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                     |                                                                                     |           |              |    |
| Ensayos realizados en                                                                                                                                                                                                                                                            | Av. La Marina 3035-3059 San Miguel - Lima                                                                                                           |                                                                                     |           |              |    |
| Fecha de recepción                                                                                                                                                                                                                                                               | 2019.10.29                                                                                                                                          |                                                                                     |           |              |    |
| Fecha Inicio Análisis                                                                                                                                                                                                                                                            | 2019.10.29                                                                                                                                          |                                                                                     |           |              |    |
| Fecha Término Análisis                                                                                                                                                                                                                                                           | 2019.11.04                                                                                                                                          |                                                                                     |           |              |    |
| Referencia                                                                                                                                                                                                                                                                       | COT 93644                                                                                                                                           |                                                                                     |           |              |    |
| Identificación de Laboratorio                                                                                                                                                                                                                                                    | M-225990                                                                                                                                            |                                                                                     |           |              |    |
| <b>RESULTADOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                     |                                                                                     |           |              |    |
| Identificación                                                                                                                                                                                                                                                                   | → <i>BIDON 20L</i>                                                                                                                                  | Análisis                                                                            | Unidad    | Resultado    |    |
| CÓDIGO 089                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                     | Numeración de Coliformes Totales (NMP)                                              | NMP/100mL | <1.1         |    |
| CÓDIGO 089                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                     | Recuento de Heterótrofos en placa                                                   | UFC/mL    | <1           |    |
| CÓDIGO 089                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                     | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (Detección)                                           | 100 mL    | AUSENCIA(*)  |    |
| CÓDIGO 089                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                     | Olor                                                                                | -         | ACEPTABLE(*) |    |
| CÓDIGO 089                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                     | Sabor                                                                               | -         | ACEPTABLE(*) |    |
| CÓDIGO 090                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                     | Numeración de Coliformes Totales (NMP)                                              | NMP/300mL | <1.1         |    |
| CÓDIGO 090                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                     | Recuento de Heterótrofos en placa                                                   | UFC/mL    | <1           |    |
| CÓDIGO 090                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                     | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (Detección)                                           | 100 mL    | AUSENCIA(*)  |    |
| CÓDIGO 090                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                     | Olor                                                                                | -         | ACEPTABLE(*) |    |
| CÓDIGO 090                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                     | Sabor                                                                               | -         | ACEPTABLE(*) |    |
| (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL – DA.<br>"Los ensayos acreditados del presente informe al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC". |                                                                                                                                                     |                                                                                     |           |              |    |
| → <i>PET 7L</i><br>F. Producción: 16/04/20                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                     |                                                                                     |           |              |    |
| Av. La Marina 3035-3059 San Miguel - Lima 32 Perú<br>Tel: (511) 615-5200 Email: inassa@nsf.org Web: www.nsfinsa.pe                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                     |                                                                                     |           |              |    |

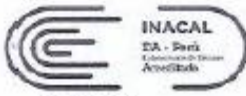
|                                                                                   |                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|  | <b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>           |
|                                                                                   | <b>ESTIMACION DE VIDA UTIL – AGUA DE MESA</b> |

**C. ENSAYO A 5 MESES PET 7L, CAJA BIDON**

|                                                                                   |                                                                                                                                                     |                                                                                     |                  |            |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|-----------|
|  | <b>NSF INASSA S.A.C.</b><br>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO<br>POR EL ORGANISMO PERUANO DE<br>ACREDITACION INACAL – DA<br>CON REGISTRO N° LE – 001 |  |                  |            |           |
| <b>Informe de Ensayo N° 162700</b>                                                |                                                                                                                                                     |                                                                                     |                  |            |           |
| <b>DATOS PROPORCIONADOS POR EL CUENTE</b>                                         |                                                                                                                                                     |                                                                                     |                  |            |           |
| <b>Solicitante</b>                                                                | FABRICA DE HELADO CARAMELO S.A.C.                                                                                                                   |                                                                                     |                  |            |           |
| <b>Domicilio legal</b>                                                            | AV. PERALVILLO MDO. 3360 (COSTADO DE FABRICA INCA COLA) LIMA - HUAYRA - SANTA MARINA                                                                |                                                                                     |                  |            |           |
| <b>Contacto</b>                                                                   | GIOVANNA GARCIA                                                                                                                                     |                                                                                     |                  |            |           |
| <b>Dirección de entrega</b>                                                       | AV. PERALVILLO MDO. 3360 (COSTADO DE FABRICA INCA COLA) LIMA - HUAYRA - SANTA MARINA                                                                |                                                                                     |                  |            |           |
| <b>Producto</b>                                                                   | AGUA ENVASADA                                                                                                                                       |                                                                                     |                  |            |           |
| <b>Procedencia</b>                                                                | Muestra proporcionada por el Cliente                                                                                                                |                                                                                     |                  |            |           |
| <i>Evaluación<br/>Vida útil<br/>5 meses</i>                                       |                                                                                                                                                     |                                                                                     |                  |            |           |
| <b>Identificación</b>                                                             | <b>Cantidad</b>                                                                                                                                     | <b>Descripción - Presentación</b>                                                   | <b>Presinto</b>  | <b>FV</b>  | <b>PP</b> |
| LOTE: 1069771<br>AGUA DE MESA PET 7L<br>CÓDIGO: 071                               | 7L                                                                                                                                                  | 01 Frasco pet. sellado e identificado                                               | -                | 2019.10.13 | -         |
| LOTE: 1059071<br>AGUA DE MESA CAJA 20L<br>CÓDIGO: 072                             | 20L                                                                                                                                                 | 01 Caja de cartón sellado e identificado                                            | -                | 2019.10.17 | -         |
| LOTE: 10699071<br>AGUA DE MESA BIDON 20L<br>CÓDIGO: 073                           | 20L                                                                                                                                                 | 01 Bidon plástico sellado e identificado                                            | -                | 2019.10.15 | -         |
| <b>INFORMACIÓN DEL SERVICIO</b>                                                   |                                                                                                                                                     |                                                                                     |                  |            |           |
| Ensayos realizados en                                                             |                                                                                                                                                     | Av. La Marina 3035-3055 San Miguel - Lima                                           |                  |            |           |
| Fecha de recepción                                                                |                                                                                                                                                     | 2019.09.27                                                                          |                  |            |           |
| Fecha Inicio Análisis                                                             |                                                                                                                                                     | 2019.09.27                                                                          |                  |            |           |
| Fecha Término Análisis                                                            |                                                                                                                                                     | 2019.10.05                                                                          |                  |            |           |
| Referencia                                                                        |                                                                                                                                                     | J-00941515                                                                          |                  |            |           |
| Identificación de Laboratorio                                                     |                                                                                                                                                     | M-124632                                                                            |                  |            |           |
| <b>RESULTADOS</b>                                                                 |                                                                                                                                                     |                                                                                     |                  |            |           |
| <b>Identificación</b>                                                             | <b>Análisis</b>                                                                                                                                     | <b>Unidad</b>                                                                       | <b>Resultado</b> |            |           |
| LOTE: 1069771                                                                     | Recuento de Heterótrofos en placa                                                                                                                   | UFC/mL                                                                              | <5               |            |           |
|                                                                                   | Olor                                                                                                                                                | -                                                                                   | ACEPTABLE(*)     |            |           |
|                                                                                   | Sabor                                                                                                                                               | -                                                                                   | ACEPTABLE(*)     |            |           |
| LOTE: 1059071                                                                     | Recuento de Heterótrofos en placa                                                                                                                   | UFC/mL                                                                              | <5               |            |           |
|                                                                                   | Olor                                                                                                                                                | -                                                                                   | ACEPTABLE(*)     |            |           |
|                                                                                   | Sabor                                                                                                                                               | -                                                                                   | ACEPTABLE(*)     |            |           |
| LOTE: 10699071                                                                    | Recuento de Heterótrofos en placa                                                                                                                   | UFC/mL                                                                              | <5               |            |           |
|                                                                                   | Olor                                                                                                                                                | -                                                                                   | ACEPTABLE(*)     |            |           |
|                                                                                   | Sabor                                                                                                                                               | -                                                                                   | ACEPTABLE(*)     |            |           |
| (*) Los análisis indicados no han sido acreditados por el INACAL – DA.            |                                                                                                                                                     |                                                                                     |                  |            |           |

|                                                                                   |                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;"><b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ESTIMACION DE VIDA UTIL – AGUA DE MESA</b></p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### D. INFORME ENSAYO A 3 MESES PET 7L, CAJA BIDON

|                                                                                   |                                                                                                                                                                |                                                                                     |              |            |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------|----|
|  | <p><b>NSF INASSA S.A.C.</b><br/>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO<br/>POR EL ORGANISMO PERUANO DE<br/>ACREDITACION INACAL – DA<br/>CON REGISTRO N° LE – 001</p> |  |              |            |    |
| <p><b>Informe de Ensayo N° 159725-01</b></p>                                      |                                                                                                                                                                |                                                                                     |              |            |    |
| <p><b>DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE</b></p>                                 |                                                                                                                                                                |                                                                                     |              |            |    |
| Solicitante                                                                       | FABRICA DE HIELO TIO CARAMELO S.A.C.                                                                                                                           |                                                                                     |              |            |    |
| Domicilio legal                                                                   | AV. PERALVILLO NRO. 3100 (COSTADO DE FABRICA INCA KOLA) LIMA - HUAYURA - SANTA MARIA                                                                           |                                                                                     |              |            |    |
| Contacto                                                                          | GIOVANNA GARCIA                                                                                                                                                |                                                                                     |              |            |    |
| Dirección de entrega                                                              | AV. PERALVILLO NRO. 3100 (COSTADO DE FABRICA INCA KOLA) LIMA - HUAYURA - SANTA MARIA                                                                           |                                                                                     |              |            |    |
| Producto                                                                          | AGUA DE MESA VITALIA PET 7 L / AGUA DE MESA VITALIA CAJA 20 L / AGUA DE MESA 20 L                                                                              |                                                                                     |              |            |    |
| Procedencia                                                                       | Muestra proporcionada por el Cliente                                                                                                                           |                                                                                     |              |            |    |
| <i>Estudio de Vida útil</i>                                                       |                                                                                                                                                                |                                                                                     |              |            |    |
| Identificación                                                                    | Cantidad                                                                                                                                                       | Descripción - Presentación                                                          | Precinto     | IV         | FP |
| CODIGO 54 AGUA DE MESA VITALIA PET 7 L<br>LOTE 1069P7T1                           | 7L                                                                                                                                                             | Bidón de plástico sellado y etiquetado                                              | —            | 2019.10.13 | —  |
| CODIGO 55 AGUA DE MESA VITALIA CAJA 20 L<br>LOTE 1069C7T1                         | 20L                                                                                                                                                            | Caja de cartón sellada y etiquetada                                                 | —            | 2019.10.12 | —  |
| CODIGO 56 AGUA DE MESA 20 L<br>LOTE 1069D7T1                                      | 20L                                                                                                                                                            | Bidón de plástico sellado y etiquetado                                              | —            | 2019.10.13 | —  |
| <p><b>INFORMACIÓN DEL SERVICIO</b></p>                                            |                                                                                                                                                                |                                                                                     |              |            |    |
| Ensayos realizados en                                                             | Av. La Marina 3085-3090 San Miguel - Lima                                                                                                                      |                                                                                     |              |            |    |
| Fecha de recepción                                                                | 2019.07.18                                                                                                                                                     |                                                                                     |              |            |    |
| Fecha Inicio Análisis                                                             | 2019.07.18                                                                                                                                                     |                                                                                     |              |            |    |
| Fecha Término Análisis                                                            | 2019.07.24                                                                                                                                                     |                                                                                     |              |            |    |
| Referencia                                                                        | COT 90501                                                                                                                                                      |                                                                                     |              |            |    |
| Identificación de Laboratorio                                                     | M-221473                                                                                                                                                       |                                                                                     |              |            |    |
| <p><b>RESULTADOS</b></p>                                                          |                                                                                                                                                                |                                                                                     |              |            |    |
| Identificación                                                                    | Análisis                                                                                                                                                       | Unidad                                                                              | Resultado    |            |    |
| CODIGO 54                                                                         | Recuento de heterótrofos en placa                                                                                                                              | UFC/ml                                                                              | <1           |            |    |
|                                                                                   | Olor                                                                                                                                                           | —                                                                                   | ACEPTABLE(*) |            |    |
|                                                                                   | Sabor                                                                                                                                                          | —                                                                                   | ACEPTABLE(*) |            |    |
| CODIGO 55                                                                         | Recuento de heterótrofos en placa                                                                                                                              | UFC/ml                                                                              | 10           |            |    |
|                                                                                   | Olor                                                                                                                                                           | —                                                                                   | ACEPTABLE(*) |            |    |
|                                                                                   | Sabor                                                                                                                                                          | —                                                                                   | ACEPTABLE(*) |            |    |
| CODIGO 56                                                                         | Recuento de heterótrofos en placa                                                                                                                              | UFC/mL                                                                              | <1           |            |    |
|                                                                                   | Olor                                                                                                                                                           | —                                                                                   | ACEPTABLE(*) |            |    |
|                                                                                   | Sabor                                                                                                                                                          | —                                                                                   | ACEPTABLE(*) |            |    |

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL – DA.  
 \* Los ensayos acreditados del presente informe al estar en el marco de la acreditación del INACAL – DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IASAC e IASAC.

### ESTIMACION DE VIDA UTIL – AGUA DE MESA

## SGS



INACAL  
Till - Dort  
Industrie- und  
Anlagenbau

## Página 1 de 2

Fecha de Emisión: 22/04/2019

ISO 16296:2005 First edition. Water quality — Detection and enumeration of *Pseudomonas aeruginosa* — Method by membrane filtration

4256

Office Report is July 21/11

Ac. Draw. Paper 2006, Colln 1, p. 65, B. OCT 1900. [www.amsi.org](http://www.amsi.org)

September 2004

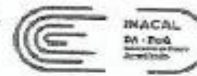


# SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN

## ESTIMACION DE VIDA UTIL - AGUA DE MESA



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



### INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL CO1903982

Página 1 de 2

**Análisis solicitado por:** FABRICA DE HIELO TIO CARAMELO S.A.C.  
AV. PORALVILLO NRO. 5160 (COSTADO DE FABRICA INCA HOLA), SANTA MARIA - LIMA

**Solicitud de Ensayo:** 221313-2

**Producto descrito como:** AGUA EMVASADA

**Procedencia:** FATICA - MUESTRA RECIBIDA

**Observaciones Recpt:** EN CAJAS DE CARTÓN

**Cantidad Muestras:** 1

**Fecha de Recepción:** 18/04/2019

**Fecha de Ensayo:** 19/04/2019

**Fecha de Emisión:** 22/04/2019

**Ensayo**

**Numeración de Coliformos Totales (NMP)**

**Numeración de Heterótrofos**

**Análisis sensorial**

**Detección y/o Enumeración de Pseudomonas aeruginosa**

**Método**

SMENW/APHA-AWWA-WEF Part 9221B, 23rd Ed., 2017. Multiple Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.

SMENW/APHA-AWWA-WEF Part 9215A, II, 33rd Ed., 2017. Heterotrophic plate count. Pour plate method.

ISO 4121: 2003 Sensory analysis. Guidelines for the use of quantitative response scales.

ISO 18288-2005 First edition. Water quality — Detection and enumeration of Pseudomonas aeruginosa — Method by membrane filtration.

| Resultados:                                       |      |      | ADICIONALES DEL CODIGO 041 |
|---------------------------------------------------|------|------|----------------------------|
| Modificación de la muestra                        |      |      |                            |
| Ensayo                                            | L.D. | L.C. |                            |
| Numeración de Coliformos totales (NMP/100ml)      | -    | -    | <5.1                       |
| Numeración de heterótrofos (a) (LPC/ml)           | -    | -    | 10                         |
| * Clor                                            | -    | -    | Característico (1)         |
| * Sabor                                           | -    | -    | Característico (1)         |
| * Detección de Pseudomonas aeruginosa (a) (100ml) | -    | -    | Ausente                    |

*Estudio de Vida útil  
1ª Emisión  
Agua Neoa Cijos*

(a) Temperatura y tiempo de incubación: 35°C x 48 hrs.  
Método de análisis: Plate Count Agar.  
L.D. = Límite de Detección.  
L.C. = Límite de Cuantificación.

(1) Los métodos indicados no han sido sensibilizados por el INACAL-DA.

CONSEJO TECNICO

(1) Criterio de aceptación: libre de heterótrofos.

Substrato: MUESTRAS.

Para el ensayo se utilizó el agua de bebida embotellada ARAUCARIA, 2017, marca 001.

Condiciones ambientales del laboratorio: Temperatura: 18°C Humedad relativa: 64%.

Este documento es emitido por la Empresa bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden consultarse en la página [www.sgs.com.pe](http://www.sgs.com.pe). Son documentos importantes las disposiciones sobre los servicios de acreditación. Se goza de los derechos de propiedad intelectual en el diseño, desarrollo y ejecución de los servicios. Se prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin el consentimiento escrito de SGS.

Los resultados de los ensayos son válidos para la(s) muestra(s) analizada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o con la calidad de los servicios de la empresa que los emite. La compañía no respalda ni respalda la calidad de los servicios de la empresa.

04/04/2019

003 del Perú S.A.C.

Av. Santa Rosa 2018 - Calle 1 y 51-517 1966

www.sgs.pe

Informe de Vida útil

**SGS**
**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL – DA CON REGISTRO N° LE – 002**


Registro N° LE - 002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
CO1903983**

Página 1 de 2

**Análisis solicitado por:** FABRICA DE HIELO TIO CARAMELO S.A.C.  
 AV. PERALVILLO NRO. 3160 (COSTADO DE FABRICA INCA KOLA), SANTA MARIA - LIMA

**Solicitud de Ensayo:** 221313-3  
**Producto descrito como:** AGUA ENVASADA  
**Procedencia:** FATICA - MUESTRA RECIBIDA  
**Observaciones Recep:** EN ENVASE PLÁSTICO

**Cantidad Muestras:** 1  
**Fecha de Recepción:** 19/04/2019  
**Fecha de Ensayo:** 19/04/2019  
**Fecha de Emisión:** 23/04/2019

| Ensayo                                                                    | Método                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Numaración de Coliformes Totales (NMP)                                    | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221B, 23rd Ed., 2017. Multiple Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.                                                      |
| Numaración de Heterótrofos                                                | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215A.5, 23rd Ed., 2017. Heterotrophic plate count. Pour plate method                                                                                                                               |
| Análisis sensorial<br>Detección y/o Enumeración de Pseudomonas aeruginosa | ISO 4121: 2008 Sensory analysis. Guidelines for the use of quantitative response scales<br>ISO 16266:2006 First edition. Water quality — Detection and enumeration of Pseudomonas aeruginosa — Method by membrane filtration |

**Resultados**  
**Identificación de la muestra**

| Ensayo                                           | L.D. |   | L.C. | AGUA MESA ODON DEL<br>- CO1903983 |
|--------------------------------------------------|------|---|------|-----------------------------------|
|                                                  |      |   |      |                                   |
| Numaración de Coliformes totales (NMP/100ml)     | -    | - | -    | <1,1                              |
| Numaración de heterótrofos (a) (UFC/ml)          | -    | - | -    | <1                                |
| * Olor                                           | +    | - | -    | Consistente (1)                   |
| * Sabor                                          | -    | - | -    | Consistente (1)                   |
| * Detección de Pseudomonas aeruginosa (en 100ml) | +    | + | +    | Ausencia                          |

*Estudio de Vida útil  
Agua de Mesa Borden  
1º Análisis*

 (a) Tiempo y T° incubación: 35°C x 48 hrs.  
 Medio de cultivo: Plate Count Agar.  
 L.D. = Límite de Detección  
 L.C. = Límite de Cuantificación

### ANEXO 3. FOTOGRAFÍAS

**Imagen N°01:** Planta de producción de agua de mesa de la empresa FATICA S.A.C.



**Imagen N° 02:** planta de proceso de producción de agua de mesa ozonizada.



**Imagen N°03:** Filtro cartucho incorporado al proceso de producción de agua de mesa ozonizada.



**Imagen N° 04:** Sala de envasado de agua de mesa ozonizada en bolsas aluminizada de 20 litros.



**Imagen N° 05:** Equipo de generador de ozono en sala de envasado de agua de mesa ozonizada (proceso de ozonización).

**Imagen N° 06:** Equipo llenador de agua de agua de mesa ozonizada.



**Imagen N° 07:** Proceso de armado y embolsado de cajas de 20 litros, donde se colocará las bolsas aluminizadas con agua de mesa ozonizada.



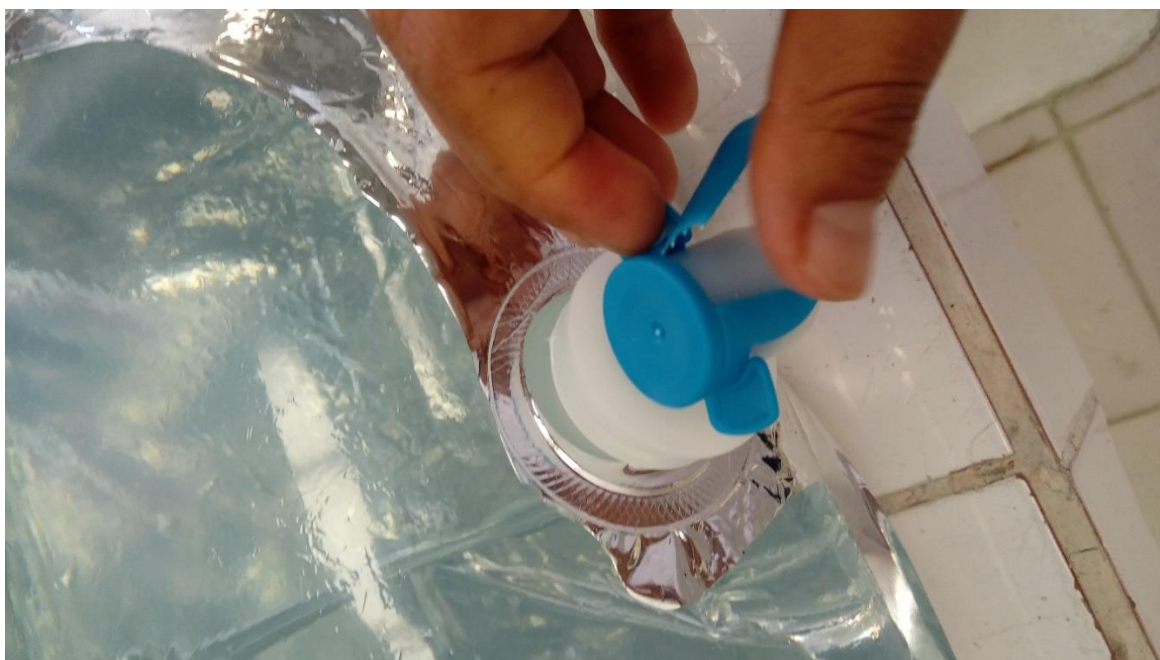
**Imagen N° 08:** Área de almacenamiento de agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada en caja de 20 litros de la empresa FATICA S.A.C.



**Imagen N° 09:** lote de cajas con bolsa aluminizadas de 20 lt con muestra de agua de mesa ozonizada, separada para la evaluación del tiempo límite de consumo.



**Imagen N° 10:** Toma de muestra de agua de mesa ozonizada para su evaluación.



**Imagen N°11:** laboratorio de análisis fisicoquímico del producto terminado en sus deferentes presentaciones.



**UNSCH**FACULTAD DE INGENIERÍA  
**QUÍMICA Y**  
METALURGIA**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS PRESENCIAL:****Tiempo límite de consumo de agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada de la empresa FATICA S.A.C.-Lima****Expositor: Orly Viviana Lagos Rodriguez  
Bachiller en Ingeniería Química****Expediente N° 2420497 Resolución Decanal N° 114-2024-UNSCH-FIQM/D Fecha: 12-06-20224**

En la Sala de Conferencia "Pedro Villena Hidalgo" de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, ubicada en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (H-121), siendo las diez de la mañana con cinco minutos del día viernes catorce de junio del año dos mil veinticuatro, se reunieron la Bachiller en Ingeniería Química **Orly Viviana Lagos Rodriguez**, los Docentes Miembros del Jurado de Sustentación Ingenieros: Mg. Tarcila ALCARRAZ ALFARO, Mg. Abrahán Fernando TREJO ESPINOZA y Mg. Aníbal Pablo GARCIA BENDEZU, bajo la Presidencia del Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA (Decano de la Facultad), MSc. Jorge Sotero GARCIA BLASQUEZ MOROTE (Docente Asesor de la Tesis), el Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE (Secretario-Docente).

Acto seguido, el Presidente del Jurado de Sustentación dispuso que el Secretario Docente dé lectura a los antecedentes tramitados para el presente Acto Público de Sustentación de la Tesis: **Tiempo límite de consumo de agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada de la empresa FATICA S.A.C.-Lima**, presentado por la Bachiller **Orly Viviana Lagos Rodriguez**. A continuación, el Secretario-Docente procedió a dar lectura a la Resolución Decanal N° 114-2024-UNSCH-FIQM/D.

Luego, el Presidente del Jurado invitó al Bachiller **Orly Viviana Lagos Rodriguez**, a pasar al estrado y exponer su trabajo de Tesis en un tiempo máximo de treintaicinco minutos.

Finalizado la exposición del Bachiller, el presidente invitó a los Señores Miembros del Jurado de Sustentación a que formulen sus preguntas y señalen sus observaciones, en el siguiente orden: Mg. Aníbal Pablo GARCIA BENDEZU, Mg. Abrahán Fernando TREJO ESPINOZA y Mg. Tarcila ALCARRAZ ALFARO. Luego el Presidente invitó al MSc. Jorge Sotero GARCIA BLASQUEZ MOROTE para que, en su condición de Docente Asesor, se sirva levantar las observaciones del Jurado y efectuar las aclaraciones que considere conveniente.

A continuación, el presidente del jurado invito al sustentante y al público para que se sirva abandonar la sala de conferencia con la finalidad de permitir al jurado de sustentación deliberar sobre la evaluación a otorgar. Se alcanzó el siguiente resultado. **APROBADA POR UNANIMIDAD PROMEDIO QUINCE (15).**

**UNSCH**FACULTAD DE INGENIERÍA  
**QUÍMICA Y**  
METALURGIA

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS PRESENCIAL:**  
**Tiempo límite de consumo de agua de mesa ozonizada envasada en bolsa**  
**aluminizada de la empresa FATICA S.A.C.-Lima**

**Expositor: Orly Viviana Lagos Rodriguez**  
**Bachiller en Ingeniería Química**

**Expediente N° 2420497    Resolución Decanal N° 114-2024-UNSCH-FIQM/D    Fecha: 12-06-20224**

---

Finalmente, el Presidente del Jurado dispuso que se invite al Sustentante y al público asistente a que se sirvan ingresar a la sala de conferencias y anunció que, la Bachiller **Orly Viviana Lagos Rodriguez**, ha resultado **APROBADA POR UNANIMIDAD**, y por lo tanto a partir de la fecha la Universidad y la Facultad cuenta con una flamante **INGENIERA QUÍMICA** y le augura éxitos en su desempeño profesional.

Siendo las doce del medio día con veinte minutos se dio por finalizado este acto académico de Sustentación de Tesis. En fe de lo cual firmamos:

  
.....  
Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA  
Presidente

  
.....  
Mg. Tarcila ALCARRAZ ALFARO  
Miembro

  
.....  
Mg. Abraham Fernando TREJO ESPINOZA  
Miembro

  
.....  
Mg. Aníbal Pablo GARCIA BENDEZU  
Miembro

  
.....  
Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE  
(Secretario Docente)



**UNSCH**

**FACULTAD DE  
INGENIERÍA QUÍMICA Y  
METALURGIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA QUÍMICA**

**CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD N° 034-2024-UNSCH-FIQM/EPIQ**

El que suscribe, Director de la **Escuela Profesional de Ingeniería Química** de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, emite la siguiente:

**CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD**

Que, habiendo recibido el requerimiento de Constancia de Originalidad por parte de la Bach.**Orly Viviana LAGOS RODRIGUEZ**, se procedió a la evaluación y regularización de originalidad del archivo adjunto con el **TURNITIN - UNSCH**, de acuerdo a los criterios establecidos en el **Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH**, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU; cuyos resultados son:

**TESIS: Tiempo límite de consumo de agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada de la empresa FATICA S.A.C. – Lima**

**Autor Bach. : Orly Viviana LAGOS RODRIGUEZ**  
**Identificado : 2450465394**  
**Fecha : 10 de setiembre de 2024**  
**Archivo : Tesis**

Se expide la presente constancia de originalidad, con reporte del **14 (catorce) % de ÍNDICE DE SIMILITUD** realizado con **Depósito de trabajos estándar**, a fin de proseguir con los trámites pertinentes; cabe señalar que, los documentos del procedimiento se archivan en el repositorio documental de la Escuela.

**Ayacucho, 10 de setiembre de 2024**

Adjunto **Reporte de Índice de Similitud**  
cc. archivo

  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
QUÍMICA** Av. Independencia S/N –  
Ayacucho Telf. 066-312510 Anexo. 152 Correo:  
**ep.quimica@unsch.edu.pe**

# Tiempo límite de consumo de agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada de la empresa FATICA S.A.C. – Lima

*por Orly Viviana Lagos Rodriguez*

---

**Fecha de entrega:** 10-sep-2024 05:40p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2450465394

**Nombre del archivo:** ORLY\_LAGOS\_TESIS\_FINAL\_TURNITIN\_2024.pdf (2.66M)

**Total de palabras:** 11255

**Total de caracteres:** 57067

# Tiempo límite de consumo de agua de mesa ozonizada envasada en bolsa aluminizada de la empresa FATICA S.A.C. – Lima

## INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

|   |                                                                                             |    |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | <a href="https://es.slideshare.net">es.slideshare.net</a><br>Fuente de Internet             | 2% |
| 2 | Submitted to Universidad Católica de Santa María<br>Trabajo del estudiante                  | 1% |
| 3 | <a href="https://repositorio.unsm.edu.pe">repositorio.unsm.edu.pe</a><br>Fuente de Internet | 1% |
| 4 | <a href="https://dicyt.uajms.edu.bo">dicyt.uajms.edu.bo</a><br>Fuente de Internet           | 1% |
| 5 | <a href="https://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a><br>Fuente de Internet       | 1% |
| 6 | <a href="https://1library.co">1library.co</a><br>Fuente de Internet                         | 1% |
| 7 | <a href="https://vsip.info">vsip.info</a><br>Fuente de Internet                             | 1% |
| 8 | <a href="https://mx.answers.yahoo.com">mx.answers.yahoo.com</a><br>Fuente de Internet       | 1% |

|    |                                                                                                |      |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 9  | <a href="http://repositorio.ug.edu.ec">repositorio.ug.edu.ec</a><br>Fuente de Internet         | 1 %  |
| 10 | <a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a><br>Fuente de Internet                       | <1 % |
| 11 | <a href="http://repositorio.unprg.edu.pe">repositorio.unprg.edu.pe</a><br>Fuente de Internet   | <1 % |
| 12 | <a href="http://www.cienciadelozono.es">www.cienciadelozono.es</a><br>Fuente de Internet       | <1 % |
| 13 | <a href="http://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a><br>Fuente de Internet     | <1 % |
| 14 | <a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a><br>Fuente de Internet                       | <1 % |
| 15 | Submitted to Universidad Santo Tomas<br>Trabajo del estudiante                                 | <1 % |
| 16 | <a href="http://idoc.pub">idoc.pub</a><br>Fuente de Internet                                   | <1 % |
| 17 | <a href="http://www.madrimasd.org">www.madrimasd.org</a><br>Fuente de Internet                 | <1 % |
| 18 | <a href="http://www.unas.edu.pe">www.unas.edu.pe</a><br>Fuente de Internet                     | <1 % |
| 19 | <a href="http://ri.ues.edu.sv">ri.ues.edu.sv</a><br>Fuente de Internet                         | <1 % |
| 20 | <a href="http://openjicareport.jica.go.jp">openjicareport.jica.go.jp</a><br>Fuente de Internet | <1 % |

21 repositorio.unas.edu.pe <1 %  
Fuente de Internet

---

22 Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru <1 %  
Trabajo del estudiante

---

23 Submitted to ISM International Academy <1 %  
Trabajo del estudiante

---

24 tesis.ucsm.edu.pe <1 %  
Fuente de Internet

---

---

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 30 words