

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



**“USO DE IONES DE PLATA Y OZONO EN EL TRATAMIENTO DE
AGUA PARA CONSUMO HUMANO”**

Presentado por:

JHONATHAN ROY CÁCERES BARRIENTOS

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Lima - Perú

2018

La UNALM es la titular de los derechos patrimoniales de la presente tesis (Art. 24. Reglamento de Propiedad Intelectual de la UNALM)

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**“USO DE IONES DE PLATA Y OZONO EN EL TRATAMIENTO
DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO”**

**Presentado por:
JHONATHAN ROY CÁCERES BARRIENTOS**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

**Dr. Marcial I. Silva Jaimes
PRESIDENTE**

**Dra. Patricia Glorio Paulet
MIEMBRO**

**Dr. Víctor Meza Contreras
MIEMBRO**

**Mg. Sc. Diana M. Nolazco Cama
ASESOR**

**Mg. Sc. Christian R. Encina Zelada
CO-ASESOR**

Lima - Perú

2018

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

| | |
|--|----------|
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 3 |
| 2.1. AGUA PARA CONSUMO HUMANO | 3 |
| 2.1.1. DEFINICIÓN | 3 |
| 2.1.2. CARACTERÍSTICAS | 3 |
| 2.2. PROPIEDADES NATURALES | 4 |
| 2.3. UTILIZACIÓN..... | 5 |
| 2.3.1. UTILIZACIÓN DEL AGUA TRATADA PARA CONSUMO HUMANO..... | 5 |
| 2.4. PROCESOS DE TRATAMIENTO DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO. | 5 |
| 2.4.1. MATERIA PRIMA | 5 |
| 2.4.2. PROCESO DE PURIFICACIÓN | 6 |
| 2.5. USOS DEL OZONO EN EL TRATAMIENTO DE AGUA | 9 |
| 2.5.1. HISTORIA DEL USO DEL OZONO EN DESINFECCIÓN DE AGUA | 9 |
| 2.5.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DEL OZONO..... | 9 |
| 2.5.3. PROPIEDADES DEL OZONO | 11 |
| 2.5.4. GENERACIÓN DE OZONO | 12 |
| 2.5.5. EFECTO CORONA | 13 |
| 2.5.6. ACCIÓN MICROBICIDA DEL OZONO | 13 |
| 2.6. USO DE LOS IONES DE PLATA EN EL TRATAMIENTO DEL AGUA..... | 14 |
| 2.6.1. GENERALIDADES | 14 |
| 2.6.2. PROPIEDADES DEL IONIZADO..... | 16 |
| 2.6.3. PROCESO DE IONIZADO CON PLATA | 16 |
| 2.6.4. ACCIÓN MICROBICIDA DEL ION DE PLATA..... | 18 |
| 2.7. MICROORGANISMOS INDICADORES EN EL AGUA PARA CONSUMO HUMANO..... | 20 |
| 2.7.1. BACTERIAS HETEROTRÓFICAS..... | 20 |
| 2.7.2. COLIFORMES TOTALES | 25 |
| 2.7.3. PSEUDOMONAS | 29 |
| 2.8. MÉTODOS DE CONTEO MICROBIOLÓGICO | 32 |

| | |
|---|-----------|
| 2.8.1. MÉTODO POR RECONTEO DE PLACA VERTIDA | 32 |
| 2.8.2. MÉTODO DEL NÚMERO MÁS PROBABLE..... | 33 |
| 2.9. EVIDENCIA DE MICROORGANISMOS EN EL AGUA DE CONSUMO HUMANO | 34 |
| 2.9.1. EVIDENCIA DE INDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO EN LIMA METROPOLITANA..... | 34 |
| 2.10. ESTUDIO DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA EMBOTELLADA COMERCIALIZADA EN LA CIUDAD DE TACNA..... | 37 |
| 2.11. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS Y EVALUACIÓN DEL TRATAMIENTO DE IONES DE PLATA Y OZONO EN LA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL S.A.C | 40 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS | 43 |
| 3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN | 43 |
| 3.2. MATERIALES | 43 |
| 3.2.1. MATERIAS PRIMAS Y ENVASES | 43 |
| 3.2.2. MAQUINAS E EQUIPOS | 43 |
| 3.2.3. DESINFECTANTES DURANTE PRODUCCIÓN..... | 44 |
| 3.2.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS | 45 |
| 3.3. METODOLOGIA EXPERIMENTAL | 45 |
| 3.3.1. DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE AGUA TRATADA PARA CONSUMO HUMANO | 45 |
| 3.3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA TRATAMIENTO DE AGUA TRATADA ENVASADA PARA CONSUMO HUMANO CON IONES DE PLATA Y OZONO | 48 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 53 |
| 4.1. RESULTADOS MICROBIOLÓGICO DEL AGUA POTABLE EN LA CISTERNA DE LA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL S.A.C | 53 |
| 4.2. RESULTADOS DE CONTEO MICROBIOLÓGICO DEL AGUA TRATADA PARA CONSUMO HUMANO CON DIFERENTES TRATAMIENTOS DE IONES DE PLATA Y OZONO | 55 |
| 4.2.1. EVALUACIÓN DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS CON IONES DE PLATA Y OZONO EN LAS BACTERIAS HETEROTRÓFICAS EN EL AGUA TRATADA ENVASADA. | 59 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2.2. ANÁLISIS DE GRÁFICAS ESTADÍSTICAS DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS CON IONES DE PLATA Y OZONO PARA BACTERIAS HETEROTRÓFICAS | 63 |
| 4.2.4. EVALUACIÓN DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS CON IONES DE PLATA Y OZONO EN <i>PSEUDOMONAS AERUGINOSA</i> EN EL AGUA TRATADA ENVASADA. | 70 |
| 4.2.5. ANÁLISIS DE GRÁFICAS ESTADÍSTICAS DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS CON IONES DE PLATA Y OZONO PARA COLIFORMES TOTALES Y <i>PSEUDOMONAS AERUGINOSA</i> | 72 |
| 4.3. ANÁLISIS RESIDUAL DE LOS IONES DE PLATA | 72 |
| V. CONCLUSIONES..... | 74 |
| VI. RECOMENDACIONES..... | 75 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 76 |
| VIII. ANEXOS..... | 83 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----------|
| Cuadro 1: Normas sanitarias de microbiológicas de calidad e inocuidad para bebidas | 4 |
| Cuadro 2: comparación de las propiedades del ozono y oxígeno molecular..... | 10 |
| Cuadro 3: tiempo de vida media del ozono a efectos de la temperatura..... | 11 |
| Cuadro 4: Resultados microbiológicos de 11 marcas de agua embotellada y comercializada en la ciudad de Tacna | 39 |
| Cuadro 5: resultados bacteriológicos del agua potable en la cisterna | 53 |
| Cuadro 6: Resultados de tratamientos con iones de plata y ozono para minimizar el contenido de bacterias heterotróficas, coliformes totales y <i>pseudomonas aeruginosa</i> del agua tratada envasada para consumo humano (promedio de las tres repeticiones)... | 56 |
| Cuadro 7: Tratamiento ideal con iones de plata y ozono..... | 66 |
| Cuadro 8: Resultados heterotróficos con tratamientos de iones de plata 0.7825 y con ozono 5.03728 SCFH | 68 |
| Cuadro 9: Resultados de tratamientos con iones de plata y ozono para el conteo de coliformes totales | 69 |
| Cuadro 10: Resultados de tratamientos con ozono e iones de plata para el conteo de <i>pseudomonas aeruginosa</i> | 70 |
| Cuadro 11: Resultados residual de los iones de plata | 72 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|-----------|
| Figura 1: Proceso de purificación. | 6 |
| Figura 2: Formación de la molécula de ozono. | 12 |
| Figura 3: Lámpara de efecto corona. | 13 |
| Figura 4: Equipo ionizador de plata. | 17 |
| Figura 5: Funcionamiento en los iones de plata en las bacterias. | 19 |
| Figura 6: Bacterias <i>Rhizobium</i>. | 23 |
| Figura 7: Bacteria Actinobacterias en su forma filiforme. | 25 |
| Figura 8: <i>Escherichia coli</i>. | 26 |
| Figura 9: <i>Salmonella typhimurium</i>. | 27 |
| Figura 10: <i>Shigella dysenteriae</i> | 28 |
| Figura 11: <i>Vibrion cholerae</i>. | 28 |
| Figura 12: <i>Pseudomonas</i>. | 30 |
| Figura 13: Método por conteo de placa vertida. | 33 |
| Figura 14: Número más probable para contabilizar <i>E. coli</i>. | 34 |
| Figura 15: Calidad microbiológica del agua proveniente de la red pública de los distritos de Rímac, San Martín de Porres, Cercado, Lince, La Victoria, Miraflores y Surco. | 35 |
| Figura 16: Calidad microbiológica del agua en inmuebles de los distritos de Rímac, San Martín de Porres, Cercado, Lince, La Victoria, Miraflores y Surco. | 36 |
| Figura 17: Microorganismos indicadores de calidad en los distritos de Rímac, San Martín de Porres, Cercado, Lince, La Victoria, Miraflores y Surco. | 36 |
| Figura 18: <i>Pseudomonas aeruginosa</i> en muestras de agua de inmuebles de los distritos de Rímac, San Martín de Porres, Cercado, Lince, La Victoria, Miraflores y Surco. . | 37 |
| Figura 19: Recuento de Bacterias Heterotróficas por semana de Distribuidora de agua Natural SAC. | 41 |
| Figura 20: Flujograma de procesamiento de agua tratada para el consumo humano | 46 |
| Figura 21: Pre-proceso | 49 |
| Figura 22: Proceso | 50 |
| Figura 23: Diseño experimental en el uso de iones de plata y ozono en el tratamiento de agua para consumo humano. | 51 |

| | |
|--|-----------|
| Figura 24: Comportamiento de los iones de plata y ozono en función al conteo heterotrófico vs tiempo..... | 58 |
| Figura 25: Diferentes tratamientos con iones de plata y ozono minimizar el contenido de bacterias heterotróficas..... | 60 |
| Figura 26: Efecto de altas descargas eléctricas de iones de plata y concentraciones altas de ozono. | 61 |
| Figura 27: Efectos principales para microorganismos heterotróficos con aplicaciones de iones de plata y ozono..... | 63 |
| Figura 28: Gráfica de superficie de respuesta estimada para el tratamiento ideal con iones de plata y ozono..... | 64 |
| Figura 29: Contornos de superficie respuesta estimada para conteo de microorganismos heterotrófico. | 65 |
| Figura 30: Tratamiento ideal con iones de plata y ozono para la reducción de microorganismos heterotróficos..... | 67 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|-----|
| ANEXO 1: ANÁLISIS DEL TRATAMIENTO IDEAL CON IONES DE PLATA 0.7825 A CON OZONO 5.03728 NÚMERO 1 | 83 |
| ANEXO 2: ANÁLISIS DEL TRATAMIENTO IDEAL CON IONES DE PLATA 0.7825 A CON OZONO 5.03728 NÚMERO 2 | 84 |
| ANEXO 3: ANÁLISIS DEL TRATAMIENTO IDEAL CON IONES DE PLATA 0.7825 A CON OZONO 5.03728 NUMERO 3 | 85 |
| ANEXO 4: ANÁLISIS DEL TRATAMIENTO IDEAL CON IONES DE PLATA 0.7825 A CON OZONO 5.03728 NUMERO 4 | 86 |
| ANEXO 5: INFORME DE ENSAYO DE AGUA POTABLE 1..... | 87 |
| ANEXO 6: INFORME DE ENSAYO DE AGUA POTABLE 2..... | 88 |
| ANEXO 7: INFORME DE ENSAYO DE AGUA DE MESA 1 | 89 |
| ANEXO 8: INFORME DE ENSAYO QUIMICO DE AGUA MESA 1 | 90 |
| ANEXO 9: INFORME DE ENSAYO DE AGUA MESA 2..... | 91 |
| ANEXO 10: INFORME DE ENSAYO DE AGUA MESA 3..... | 92 |
| ANEXO 11: INFORME DE ENSAYO QUIMICO DE AGUA MESA 2..... | 93 |
| ANEXO 12: INFORME DE ENSAYO DE AGUA MESA 4 | 94 |
| ANEXO 13: INFORME DE ENSAYO FISICO - QUIMICO DE AGUA MESA 1 | 95 |
| ANEXO 14: INFORME DE ENSAYO QUIMICO DE AGUA MESA 3 | 96 |
| ANEXO 15: INFORME DE ENSAYO FISICO - QUIMICO DE AGUA MESA 2..... | 97 |
| ANEXO 16: INFORME DE ENSAYO QUIMICO DE AGUA MESA 4..... | 98 |
| ANEXO 17: INFORME DE ENSAYO DE AGUA MESA 5..... | 99 |
| ANEXO 18: INFORME DE ENSAYO DE AGUA MESA 6..... | 101 |
| ANEXO 19: INFORME DE ENSAYO DE AGUA MESA 7..... | 102 |
| ANEXO 20: INFORME DE ENSAYO DE AGUA MESA 8..... | 103 |
| ANEXO 21: INFORME DE ENSAYO DE AGUA MESA 9..... | 104 |
| ANEXO 22: INFORME DE ENSAYO DE AGUA MESA 10..... | 106 |
| ANEXO 23: INFORME DE ENSAYO DE AGUA MESA 11..... | 107 |
| ANEXO 24: INFORME DE ENSAYO DE AGUA MESA 12..... | 108 |
| ANEXO 25: INFORME DE ENSAYO DE AGUA MESA 13..... | 109 |
| ANEXO 26: INFORME DE ENSAYO QUMICO DE AGUA TRATADA 5 | 110 |
| ANEXO 27: INFORME DE ENSAYO DE AGUA MESA 14..... | 111 |

| | |
|--|-----|
| ANEXO 28: INFORME DE ENSAYO DE AGUA MESA 15..... | 112 |
| ANEXO 29: RESULTADO MICROBIOLÓGICO A PRIMERA | 113 |
| ANEXO 30: RESULTADO MICROBIOLÓGICO A SEGUNDA SEMANA | 115 |
| ANEXO 31: RESULTADO MICROBIOLÓGICO A TERCERA SEMANA | 116 |
| ANEXO 32: RESULTADO MICROBIOLÓGICO A CUARTA Y QUINTA SEMANA..... | 118 |
| ANEXO 33: TRATAMIENTOS PARA LLEGAR AL TRATAMIENTO ÓPTIMO (PRIMERA REPETICIÓN) | 119 |
| ANEXO 34: TRATAMIENTOS PARA LLEGAR AL TRATAMIENTO ÓPTIMO (SEGUNDA REPETICIÓN)..... | 120 |
| ANEXO 35: TRATAMIENTOS PARA LLEGAR AL TRATAMIENTO ÓPTIMO (TERCERA REPETICIÓN)..... | 121 |
| ANEXO 36: PROCEDIMIENTO DE CONTEO MICROBIOLÓGICO..... | 122 |
| ANEXO 37: ANÁLISIS ESTADÍSTICO | 124 |

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en la empresa Distribuidora de agua natural SAC ubicada en Av. Cesar Canevaro 722 Lince, Lima. Se realizó un diagnóstico inicial de las condiciones microbiológicas del agua de recepción de la red pública (agua potable), y del agua tratada por la empresa. En el presente estudio se evaluaron diferentes tratamientos con iones de plata y ozono, con el objetivo de cumplir con los límites permisibles del agua de consumo humano, según lo establecido por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). Las concentraciones de ozono evaluadas fueron de 2, 3, 4, 5 y 6 SCFH (pies cúbicos por hora estándar) que genera una producción de 1.10 a 3.70 gramos de ozono por hora y con aumentos de descargas eléctricas de iones de plata en 0.2, 0.4, 0.6 y 0.8 amperios con cuatro segundos de oscilación (tiempo descarga); los cuales se combinaron generando 20 tratamientos con tres repeticiones para sus respectivos análisis de bacterias heterotróficas, Coliformes Totales y *Pseudomona aeruginosa*. Se utilizó el programa *Stat Advisor* para encontrar el tratamiento ideal de 0 UFC/mL de microorganismos en el agua tratada. Posteriormente al mejor tratamiento, se le determinó la concentración residual de plata y ozono a fin de garantizar la inocuidad del producto. Los resultados obtenidos permitieron encontrar la dosis adecuada de iones de plata y ozono en el tratamiento de agua envasada para consumo humano adicionalmente como alternativa a otros tratamientos ya conocidos extendiendo la garantía del producto y demostrando su aplicabilidad industrial.

Palabras clave: Ozonizado, ionizado, heterotróficas, coliformes y *pseudomona aeruginosa*.

ABSTRACT

The research was conducted at the company Distribuidora natural water S.A.C. located at Avenida Cesar Canevaro 722 Lince, Lima. An initial diagnosis of microbiological water conditions reception of the public network (drinking water) was performed, and the water treated by the company. In the present study different treatments with ozone and silver ions were evaluated in order to meet the allowable limits of water for human consumption, as established by the Directorate General of Health (DIGESA). Concentrations evaluated ozone were 2, 3, 4, 5 and 6 SCFH (cubic feet per standard time) that generates an output of 1.10 to 3.70 grams of ozone per hour and increases electric shock of silver ions in 0.2, 0.4, 0.6, and 0.8 amps with four second oscillation (download time); which they combined generating 20 treatments with three replicates for their respective analyzes of heterotrophic bacterium whole coliforms and *Pseudomonas aeruginosa*. Stat Advisor program was used to find the ideal treatment 0 CFU / mL of microorganisms in the treated water. Then the best treatment, it was determined the residual silver concentration and ozone to ensure product safety. The results allowed us to find the right dose of silver ions and ozone in the treatment of packaged drinking water additionally as an alternative to other known treatments extending the product warranty and demonstrate its industrial applicability.

Key words: Ozonated, ionized, heterotrophic, coliforms and *pseudomonas aeruginosa*

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las condiciones poco favorables en las que se puede encontrar el agua en estado natural puede limitar el consumo del líquido por parte de los seres humanos, ya que el empleo de la misma es capaz de causar trastornos en la salud de quien la ingiere. Este líquido de vital importancia para la vida y correcto desarrollo de cualquier organismo vivo debe ser sometido a una serie de procesos industriales (purificación) con los cuales se llegan a eliminar todas las impurezas físicas así como posiblemente químicas y biológicas que puedan atentar contra la vida del consumidor y así asegurar la calidad e idoneidad de su uso. A través de los años, debido a que el agua de la red pública no satisface las características de un agua debidamente potabilizada, su purificación y venta en envases de distintas formas y volúmenes se ha convertido en un negocio de gran rentabilidad (INTI, 2014).

Se conoce en Lima es un mercado creciente para el consumo del agua purificada embotellada, por lo cual se hace necesario que el proceso de purificación sea el óptimo para que se garantice los estándares para el consumo masivo (dadas normalizaciones) del producto en la zona.

La tecnología aplicada al agua tratada embotellada en Lima van de micro a macro empresa todas deben cumplir las normas límites estándares de regulación para bebidas no gasificadas, la diferencia en la calidad del agua tratada se da en la desinfección y tecnología de envasado, para la desinfección de aguas tratadas están disponibles varios procedimientos, esta es el último proceso unitario de tratamiento y tiene como objetivo garantizar la calidad de las misma desde el punto de vista microbiológico y asegurar que sea inocua para la salud del consumidor. Si bien la practica muestra que los procesos de sedimentación y filtración remueven el mayor porcentaje de microorganismos patógeno del agua, la eficiencia del mismo no llega al 100 por ciento, la desinfección debe protegerla también de estas situaciones de riesgo posteriores al tratamiento (HIDRITEC, 2015).

En años recientes ha aumentado el interés por desarrollar métodos nuevos de desinfectado que no generen subproductos peligrosos y cuenten con otras características destacables como alta eficacia y bajo costo de operación, entre estos métodos son los de tratado con oxidación y reducción en un mismo sistema de tratamiento los cuales estos procesos modernos que generan radicales hidroxilo para la oxidación en la purificación total lo cual muestren eficiencias e incrementen la cinética de degradación y el nivel de biodegradabilidad de muchos microorganismo, surfactantes y otros compuestos orgánicos, y junto a un desinfectantes residual que actúe de protección en caso si hay una retrocontaminación en el agua tratada y no cause cambios en las propiedades organolépticas (HYDRIMATIC, 2014).

Actualmente se utilizan iones de plata y ozono debido a su máxima eficacia y rentabilidad en el tratamiento de agua envasada basándose en su poder reductor y oxidante letales para la eliminación de bacterias patógenas, la aplicación equipos generadores de ozono, iones de plantas y maquinas llenadoras automatizadas que a media que aumente estudios científicos y técnicos específicos en desinfección y envasado automatizado aumenta la calidad de agua tratada y rendimiento de tratamiento en el proceso cuya finalidad es tener la mínima cantidad de microorganismos en el agua tratada envasada y prolongar la vida anaquel del producto sin patentar con el consumidor (HYDRIMATIC, 2014).

Por motivos anteriormente expuestos, y el interés de la empresa Distribuidora de agua Natural S.A.C, utilizar los iones de plata y ozono en el tratamiento de agua envasada garantizar la inocuidad del agua para consumo humano, se establece en conjunto con ellos los siguientes objetivos de la investigación:

- Evaluar el efecto microbiológico de la aplicación de iones de plata y ozono en el tratamiento del agua para consumo humano en la empresa Distribuidora de agua Natural SAC
- Establecer la dosis de iones de plata y ozono que minimice el contenido de bacterias heterotróficas en agua de consumo humano de la empresa Distribuidora de agua Natural SAC.
- Analizar los contenidos residuales de iones de plata en el agua tratada

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. AGUA PARA CONSUMO HUMANO

2.1.1. DEFINICIÓN

El agua para consumo humano es aquella que está libre de microorganismos patógenos y de sustancias tóxicas que puedan constituir factor de riesgo para la población. Mayormente son de procedencia municipales (agua potable) donde son tratadas y envasada. Su purificación tiene la finalidad de conservar o mejorar sus características físicas, químicas, microbiológicas o sensoriales, ellos son: eliminación de sustancias naturales tales como arena, limo, arcilla u otras; separación de compuestos de azufre y/o hierro; eliminación de arsénico, vanadio, flúor, manganeso, nitratos u otros elementos o compuestos que se encuentren presentes en concentraciones que excedan los límites permitidos y procesos orientados a la retención de microbios. No se pueden considerar aguas tratadas para consumo humano aquellas gaseadas artificialmente como el agua de Seltz o el agua de soda (Bejaron *et al.*, 2005).

2.1.2. CARACTERÍSTICAS

Una de las características importantes es cuando su contenido es bajo en sales, limpia, pura y fresca y de sabor agradable, que no contenga contaminantes químicos ya sea en su estado natural o tratada. El agua tratada para consumo humano afloran espontáneamente o por medio de limpieza especial, sujeta a rigurosas técnicas sanitarias como realizar tratamientos físico-químicos tales como la decantación, la filtración, la ozonización, la ionización, etc. aunque estos modifiquen la composición química inicial del agua y además por estar declaradas de utilidad pública deben estar libres de microorganismos patógenos. Otra característica de las aguas tratadas son su valor higiénico, dada la gran pureza es que se

empleen para evitar enfermedades e infecciones de origen hídrico, por el consumo de agua contaminada, como ocurre en las epidemias infectivas intestinales, tísicas y paratíficas (La Gastroteca, 2014).

2.2. PROPIEDADES NATURALES

A toda agua tratada destinada al consumo humano, debe hacerse un análisis cualitativo y cuantitativo; el agua en su estado natural, contiene en disolución gases, sales, polvos diversos en suspensión, bacterias y microbios. Debido a ello, su consumo inadecuado puede ocasionar la propagación de graves enfermedades; como el cólera, diarreas, tifoidea e intoxicaciones vía microbial, por esta razón es conveniente que el agua natural antes de ser consumida siga un proceso de tratamiento, para poder ser consumida directamente o para la preparación de alimentos (Coello *et al.*, 2012). En el cuadro 1 se observa las normas sanitarias de criterios microbiológicos de calidad e inocuidad para bebidas.

Cuadro 1: Normas sanitarias de microbiológicas de calidad e inocuidad para bebidas

| XVI. BEBIDAS. | | | | | | |
|---|-----------|--------|---|---|-------------------|-----------------|
| XVI.1 Bebidas carbonatadas. | | | | | | |
| Agente microbiano | Categoría | Clase | n | c | Limite por 100 mL | |
| | | | | | m | M |
| Aerobios mesófilos (*) | 2 | 3 | 5 | 2 | 10 | 50 |
| Mohos | 2 | 3 | 5 | 2 | 5 | 10 |
| Levaduras | 2 | 3 | 5 | 2 | 10 | 30 |
| (*) Para aquellas bebidas con menos de 3 atmósferas de CO ₂ . En caso de no poder determinarse se realizara el análisis. | | | | | | |
| XVI.2 Bebidas no carbonatadas. | | | | | | |
| Agente microbiano | Categoría | Clases | n | c | Limite por mL | |
| | | | | | m | M |
| Aerobios mesófilos | 2 | 3 | 5 | 2 | 10 | 10 ² |
| Mohos | 2 | 3 | 5 | 2 | 1 | 10 |
| Levaduras | 2 | 3 | 5 | 2 | 1 | 10 |
| Coliformes | 5 | 2 | 5 | 0 | < 3 | ----- |
| XVI.3 Aguas envasadas carbonatadas (*) y no carbonatadas. | | | | | | |
| Agente microbiano | Categoría | Clases | n | c | Limite por mL | |
| | | | | | m | M |
| Bacterias heterotróficas | 2 | 3 | 5 | 2 | 10 | 100 |
| Coliformes | 5 | 2 | 5 | 0 | < 1,1 /100 mL | ----- |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | 10 | 2 | 5 | 0 | Ausencia /100 mL | ----- |
| (*) Los análisis se efectuaran solo para el caso de aquellas con pH > 3,5 | | | | | | |

FUENTE: MINSA (2008).

Las bacterias comunes que se encuentran en las agua tratadas envasadas según las normas peruanas son: Heterotróficas, Coliformes Totales y *Pseudomonas aureginosa*, las cuales colonizan y proliferan ya sean envasadas, debido a un deficiente proceso de tratamiento o un bajo control de calidad en los puntos críticos de procesamiento de agua envasada, también se les nombra microorganismos indicadores de calidad para bebidas no carbonadas para consumo humano (Marín, 2006).

2.3. UTILIZACIÓN

2.3.1. UTILIZACIÓN DEL AGUA TRATADA PARA CONSUMO HUMANO

El agua tratada para consumo humano es especial, por su pureza, calidad, sabor presentación, etc. Se presenta como una bebida de consumo directo. La ventaja del agua tratada es que es un producto natural, no conteniendo ningún tipo de esencias y sabores que en modo alguno son dañinas para la salud (Bejaron *et al.*, 2005).

Son innumerables los usos que se le puede dar al agua de mesa pero están son las dos más resaltantes para el consumidor:

- La elaboración de comidas sanas y puras eliminando el desagradable sabor a cloro de otras aguas, protegiendo los valores en su verdadera riqueza; para la elaboración de infusiones (café, té, manzanillas, etc.). Apreciando su verdadero sabor sin alterarlos.
- En la rehidratación, repone todo el líquido corporal perdido ocasionado por el desgaste físico, sirve para la hidratación de la piel (Bejaron *et al.*, 2005).

2.4. PROCESOS DE TRATAMIENTO DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

2.4.1. MATERIA PRIMA

El proceso parte del agua potable como materia prima que proveniente de lagos, ríos y otras fuentes subterráneas. Gran parte de esta agua debe ser tratada para eliminar bacterias y otras

impurezas peligrosas. Después de este tratamiento el agua no se encuentra totalmente pura, ya que todavía contiene pequeñas cantidades de sales y microorganismos que el cloro no puede eliminar (Coello *et al.*, 2012).

2.4.2. PROCESO DE PURIFICACIÓN

Para las aguas tratadas en general se permite la decantación (sedimentación de sólidos), filtrado (separación de elementos sólidos tales como lodo y elementos inestables como el cloro) y desinfección (eliminación de microorganismos) siempre que el tratamiento no persiga modificar la composición de aquellos constituyentes del agua que le confieren sus propiedades esenciales. Se admiten los efectos derivados de la evolución normal del agua durante la conducción y envasado, los procesos de purificación deben asegurar la calidad del agua basándose principalmente en el cumplimiento de las normativas existentes en el país, en el caso del agua purificada embotellada los requisitos a cumplirse son los listados en la norma NTE INEN 2200:2008, según DIGESA (2016). En la figura 1 se observa de forma general un proceso de purificación de agua potable a agua de mesa envasada a bidones de 20 litros (Hydromatic, 2014).

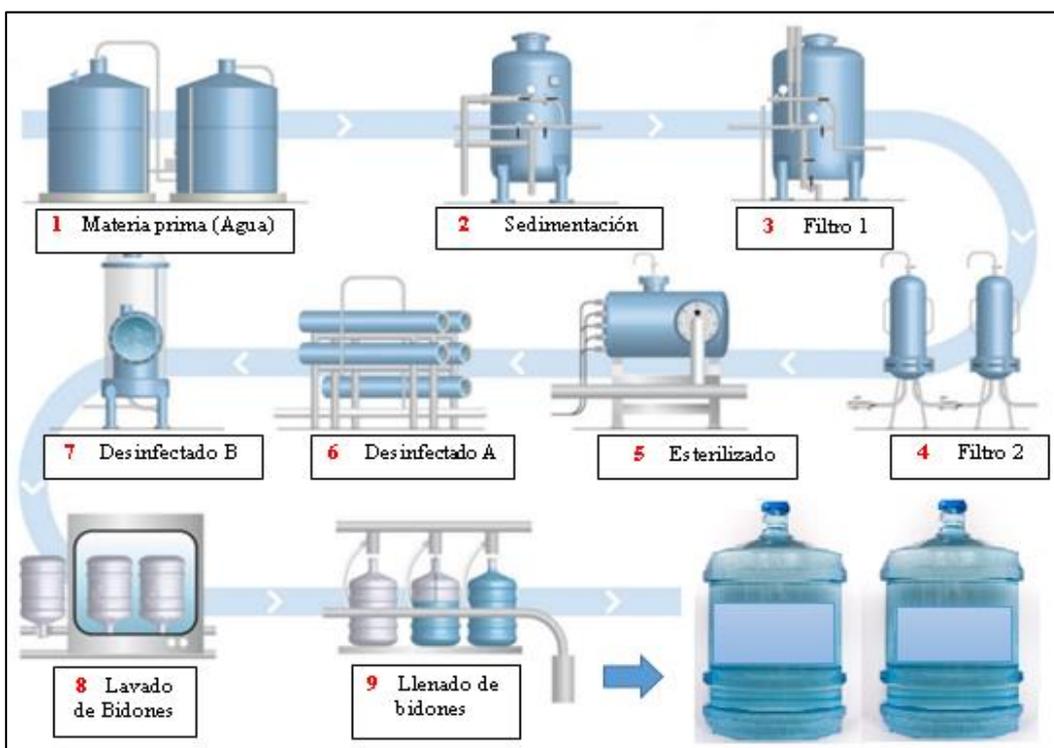


Figura 1: Proceso de purificación.

FUENTE: Hydromatic (2014)

En la figura se ven diferentes enumeraciones: el punto 1 cisterna de agua cruda (materia prima), el punto 2 Sedimentación (es el parte de pre-tratamiento del agua potable), los puntos 3, 4, 5, 6 y 7 son el tratamiento para el agua tratada como: filtro 1 de carbón activado (retienen el cloro y olores raros), filtro 2 (retienen microorganismos e impurezas), luz ultra violeta (esteriliza el agua), desinfectado A (acción bactericida rápida para la eliminación de microorganismos), desinfectado B (de acción bactericida residual) y los puntos 8 y 9 son la parte de llenado que depende mayormente a la tecnología que utiliza cada planta (Hydromatic, 2014).

a. Sedimentación

La sedimentación es el proceso natural por el cual las partículas más pesadas que el agua, que se encuentra en su seno en suspensión, son removidas por acción de la gravedad. La suspensión a través del cual el material sólido contenido en una corriente de agua se deposita en el fondo de un reservorio. Para la realización del proceso de sedimentación es indispensable la acción de la gravedad, para lograr que los sólidos suspendidos en el líquido por acción de su propio peso tiendan a depositarse en el fondo (Marrón, 1999).

b. Filtración

La filtración consiste en la remoción de partículas suspendidas y coloidales presentes en una suspensión acuosa que escurre a través de un medio poroso. En general, la filtración es la operación final de clarificación que se realiza en una planta de tratamiento de agua y por consiguiente es la responsable principal de la producción de agua de calidad coincidente con los estándares de potabilidad. Las fuerzas que mantienen a las partículas removidas de la suspensión adheridas a las superficies de los granos del medio filtrante son activas para distancias relativamente pequeñas (algunos angstroms), la filtración usualmente es considerada como el resultado de dos mecanismos distintos pero complementarios: transporte y adherencia. Inicialmente, las partículas por remover son transportadas de la suspensión a la superficie de los granos del medio filtrante; ellas permanecen adheridas a los granos, siempre que resistan la acción de las fuerzas de cizallamiento debidas a las condiciones hidrodinámicas del escurrimiento (Pérez de la cruz, 2011).

c. Filtro- Pulido

Reduce sedimentos, cloro, bacterias y virus. El propósito del pulido es purificar el agua eliminando las partículas suspendidas en micrómetros, elimina color, olor y sabor además de químicos como el cloro. Para dar un efecto bactericida en el filtrado – pulido se aplica complementariamente rayos ultravioleta y el ozono que ataca a los microorganismos evitando su reproducción y ocasionando su muerte. Tiene una capacidad de filtración mayor a los 0.5 micrómetros (Pérez de la cruz, 2011).

Pulido retiene microorganismo según el tamaño:

- Una bacteria coliforme típica mide de 2 a 7 micras.
- El Vibrio del Cólera que ha causado estragos en la salud de los países de centro, y sur América mide 2 micras.
- La bacteria Salmonela que es la causante de la Salmonelosis y la Fiebre Tifoidea, mide de 1.5 a 2.5 micras.
- La *Giardia lamblia* causante de serias infecciones intestinales, mide 2 micras.
- Y la Entamoeba responsable de la Difteria, mide 1.5 micras. Es el más pequeño al igual que el mal olor o el mal sabor (Galeano, 2007).

d. Esterilización con luz ultra violeta

Proceso lo cual desactiva y elimina en su totalidad a los microorganismos en el agua. El sistema de esterilización con luz ultravioleta (UV) transfiere energía electromagnética desde una lámpara de luz de mercurio al material genético del organismo (ADN o ARN). Cuando la radiación UV penetra en las paredes de la célula de un organismo, esta destruye la habilidad de reproducción de la célula. La radiación UV, generada por una descarga eléctrica a través de vapor de mercurio, penetra al material genético de los microorganismos y retarda su habilidad de reproducción (Laing *et al.*, 2010).

e. Desinfección

Desinfección del agua significa la extracción, desactivación o eliminación de los microorganismos patógenos que existen en el agua. La destrucción y/o desactivación de los microorganismos supone el final de la reproducción y crecimiento. La

desinfección se logra mediante desinfectantes químicos y/o físicos. No solo deben matar a los microorganismos sino que deben además tener un efecto residual, que significa que se mantienen como agentes activos en el agua después de la desinfección para prevenir el crecimiento de los microorganismos en las tuberías provocando la recontaminación del agua (Coello *et al.*, 2012).

2.5. USOS DEL OZONO EN EL TRATAMIENTO DE AGUA

2.5.1. HISTORIA DEL USO DEL OZONO EN DESINFECCIÓN DE AGUA

Tras el descubrimiento de la capacidad del ozono como desinfectante en 1886, la empresa alemana Siemens & Halske fue contactada por oficiales prusianos quienes estaban interesados en probar el ozono en aplicaciones de desinfección de agua. En respuesta a esta petición fue construida una planta piloto en Martinikenfelde, Alemania. En la planta piloto se demostraron que el ozono era efectivo contra las bacterias. Años más tarde, en 1893, fue instalada la primera planta de tratamiento de agua potable a gran escala en Oudshoorn, Holanda. Por su parte, el químico francés Marius Paul Otto, quien realizó sus estudios doctorales sobre el tema de ozono, funda la primera compañía especializada en construir e instalar equipos de ozonificación en 1897. Esta notoria tendencia hacia la aplicación del ozono en plantas potabilizadoras se redujo considerablemente en los primeros años del siglo XX, en parte, por las investigaciones sobre gases venenosos realizadas durante la primera guerra mundial. Esta situación estimuló el uso de cloro en aplicaciones de desinfección de agua y frenó severamente el desarrollo de la tecnología del ozono. No fue sino hasta después de la segunda guerra mundial que el interés por el uso del ozono en aplicaciones de desinfección de agua volvió a niveles iniciales. A pesar de que la cloración ha sido el método predominante de desinfección en plantas potabilizadoras alrededor del mundo, la ozonización ha sido ampliamente usada en Francia, Alemania y Canadá (Töpfer, 2016).

2.5.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DEL OZONO

El uso de ozono como desinfectante en el tratamiento de agua requiere un entendimiento de sus características físicas y químicas, ya que un complejo número de factores afectan su

solubilidad, reactividad y su estabilidad. La molécula de ozono está formada por tres átomos de oxígeno. La razón de sus particularidades radica en el hecho, de que las fuerzas de atracción entre átomos (enlace covalente) son muy pequeñas, lo cual hace a la molécula de ozono muy inestable. Dicha inestabilidad aumenta con el incremento de la temperatura y presión, llegando a su inestabilidad total por encima de los 200 °C. Esta es la razón por la cual el ozono no puede ser almacenado y debe ser generado en el lugar de su aplicación. Por otro lado, su inestabilidad da al ozono la característica de ser muy oxidante, ya que fácilmente cede uno de sus átomos a otros compuestos oxidándolos, razón por la cual es empleado como desinfectante y germicida. En el cuadro 2 se presenta la comparación entre las propiedades del ozono y las del oxígeno molecular (Laphan, 2011).

Cuadro 2: comparación de las propiedades del ozono y oxígeno molecular

| PROPIEDAD | OXIGENO (O₂) | OZONO (O₃) |
|-----------------------------|------------------------------------|---|
| Color | Sin color | Azul claro a altas concentraciones |
| Olor | Sin olor | Picante y penetrante (umbral olfativo 0.01-0.015 ppmv) |
| Peso específico | 1.429 | 2.144 |
| Peso molecular | 32 | 48 |
| Potencial de Oxidación | 1.23 V | 2.07 V |
| Punto de ebullición 100 Kpa | -183 °C | -112 °C |
| Solubilidad a 0°C | 0.049 | 0.64 |

FUENTE: Laphan (2011).

En el cuadro 3 se presenta el tiempo de vida media del ozono en fase gas y residual en el agua debido al efecto de la temperatura. Estos datos fueron obtenidos sin considerar efectos de agentes catalizadores.

Cuadro 3: tiempo de vida media del ozono a efectos de la temperatura

| OZONO EN FASE DE GAS | | OZONO RESIDUAL EN EL AGUA (pH 7) | |
|-----------------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|
| TEMPERATURA °C | TIEMPO DE VIDA MEDIA | TEMPERATURA °C | TIEMPO MEDIO DE VIDA |
| -50 | 3 meses | 15 | 30 minutos |
| -35 | 18 días | 20 | 20 minutos |
| -25 | 8 días | 25 | 15 minutos |
| 20 | 3 días | 30 | 12 minutos |
| 120 | 1.5 horas | 35 | 8 minutos |
| 250 | 1.5 segundos | - | - |

FUENTE: Laphan (2011).

2.5.3. PROPIEDADES DEL OZONO

Según menciona la propiedad más importante del ozono y por la que más aplicaciones se le atribuyen son sus propiedades oxidantes, puede ser considerado como uno de los agentes microbicidas más rápido y eficaz que se conoce. Su acción posee un amplio espectro que engloba la eliminación de microorganismos (Hidretec, 2015).

El ozono es una forma alotrópica del oxígeno, conformada por tres átomos de oxígeno (O₃), se encuentra en forma diluida con el aire u oxígeno. Otras propiedades es su solubilidad en agua, pero debido a su baja presión parcial dificulta obtener una concentración mayor por miligramos en condiciones normales de temperatura y presión. La reacción del ozono en el agua, se realiza bajo dos mecanismos: primero en forma directa debido a su triple valencia, es capaz de oxidar muchos compuestos orgánicos e inorgánicos en forma lenta; el segundo, en forma rápida, por la formación de ion hidroxilo, agente oxidante de mayor poder que el mismo ozono (Zamora, 2011).

El ozono, por ser un gas inestable que se descompone rápidamente, debe de ser fabricado en el punto de uso. Su olor es característico y fácilmente detectable a concentraciones superiores a 0.02 ppm de ozono en el aire. Tiene un poder fuertemente oxidante y es un gran agente desinfectante, ya que inactiva las células de las bacterias y virus oxidando sus cadenas de DNA y RNA. Por su poder oxidante es ampliamente utilizado en sistemas de tratamiento de agua. Es soluble en agua, 10 a 20 veces más soluble que el oxígeno a 20 °C, su solubilidad decrementa con el incremento de la temperatura. El ozono en dosis adecuadas, tiene una acción oxidante, bactericida, germicida, y fungicida (Laphan, 2011).

2.5.4. GENERACIÓN DE OZONO

El ozono se forma cuando se aplica la energía suficiente a la molécula de oxígeno para dissociarla y formar radicales libres de oxígeno; de esta forma se cumple la condición para formar una reacción entre una molécula y un átomo de oxígeno y obtener la molécula de ozono. En la siguiente figura se muestra el proceso de formación de la molécula de ozono

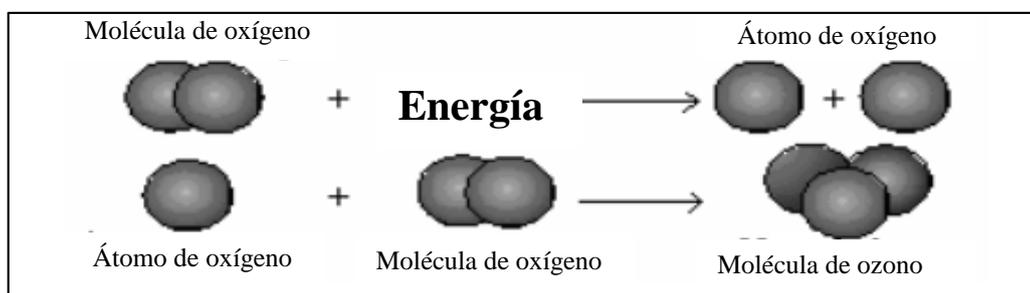
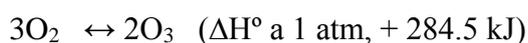


Figura 2: Formación de la molécula de ozono.

FUENTE: CDTI (2016)

La formación del ozono se describe como una reacción endotérmica, la cual se expresa como:



Las formas o métodos más utilizados para generar ozono son: descargas eléctricas, radiación ultra violeta y electrólisis. De estos tres métodos el más destacado, por el desempeño de su eficacia e implementación, es el método de la descarga corona.

2.5.5. EFECTO CORONA

El efecto corona se debe a la acumulación de cargas eléctricas en los conductores, si esta acumulación de cargas eléctricas llega a la saturación, el aire circulante se vuelve ligeramente conductor y las cargas eléctricas escapan produciendo un sonido característico y emitiendo luz. Para que el efecto corona sea posible con el aire seco al nivel del mar, se necesita un potencial de 3000000 de voltios por metro (CDTI, 2016)

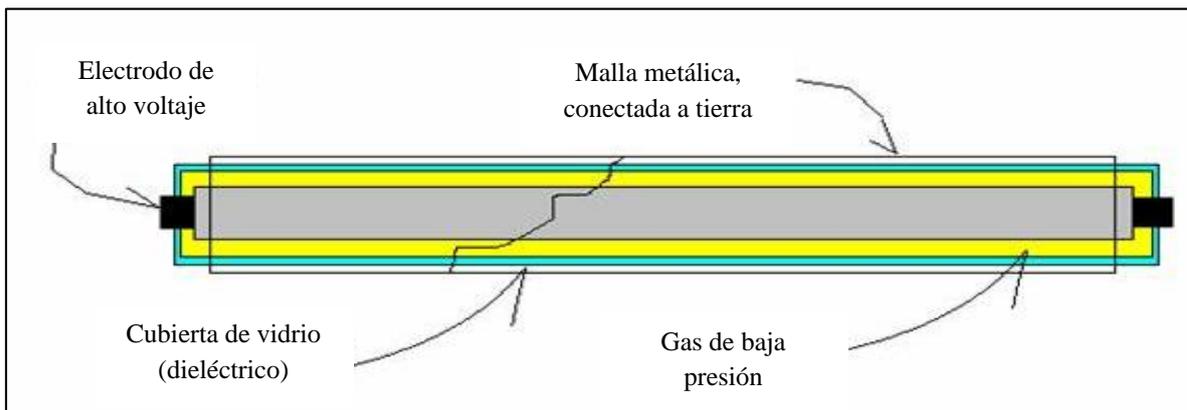


Figura 3: Lámpara de efecto corona.

FUENTE: CDTI (2016)

Las lámparas para efecto corona son elementos que permiten una concentración de altos voltajes en su interior, facilitando las descargas eléctricas hacia una malla metálica conectada a tierra, la cual cubre el cuerpo de la lámpara. Estas descargas de alto voltaje destruyen las moléculas de oxígeno y producen ozono.

2.5.6. ACCIÓN MICROBICIDA DEL OZONO

En el tratamiento de agua, el ozono actúa como el agente oxidante natural más rápido y efectivo que existe. Es un poderoso bactericida, virulicida y fungicida. El ozono destruye los microorganismos rompiendo por oxidación su capa protectora (lípidos). El ozono es 12 veces más soluble en el agua que el oxígeno. Los productos químicos actúan por envenenamiento enzimático de los centros vitales, por lo que el ozono resulta ser miles de veces más rápido que los mencionados agentes químicos. Se considera el tratamiento más usado ampliamente en el en la desinfección del agua para consumo humano (Laing *et al.*, 2010).

a. Efecto bactericida

La inactivación de bacterias con ozono es considerada como una reacción de oxidación. La membrana de la bacteria es el primer lugar de ataque de ozono, las vías de acceso pueden ser dos, por el camino de las glicoproteínas o glicolípidos, o a través de los aminoácidos. El ozono también rompe la actividad enzimática de la bacteria al actuar sobre los grupos de sulfhídricos en ciertas enzimas. En este momento la bacteria pierde su capacidad de degradar azúcares y producir gases. El deshidrogenado de fosfato-6 de glucosa es afectado del mismo modo que el sistema enzimático. La muerte de la bacteria puede ser debido a los cambios en la permeabilidad celular, posiblemente seguido de una lisis celular.

b. Efectos sobre virus

Los virus son microorganismos acelulares, compuestos solamente de ácido nucleico y una proteína que lo encierra llamada cápside. Los virus son organismos parásitos que solo pueden reproducirse dentro de una célula huésped. El primer objetivo del ataque del ozono sobre el virus es la ruptura del cápside. Si las concentraciones de ozono son altas el cápside será destruido totalmente. De esta forma el ácido nucleico es liberado dejándolo desprotegido del ozono, quien lo acabará de eliminar.

c. Efectos sobre otros organismos

Existen reportes de que el ozono tiene capacidad de inactivar a las esporas bajo condiciones de esterilización clínica. Sin embargo, no se reporta exactamente el mecanismo de actuación sobre ellas.

2.6. USO DE LOS IONES DE PLATA EN EL TRATAMIENTO DEL AGUA

2.6.1. GENERALIDADES

La aportación de metales al agua como elementos desinfectantes acondicionadores de la misma se viene realizando desde a la antigüedad, actualmente se sigue utilizando en algunas fases de preparaciones en las plantas potabilizadoras modernas. A mediados del siglo pasado en 1945 el ingeniero americano William J. Ryan, definía en una publicación de tratamientos

de aguas: El proceso de esterilización con plata iónica basado en el fenómeno electrostático que adquiere propiedades bactericidas después de tiempo en contactos con metales. El procedimiento consiste en la introducción de una cantidad minúscula de plata en el agua en forma de solución iónica, haciendo pasar el agua a través de electrodos de plata de construcción especial entre los que circula una débil corriente eléctrica continua. Una ventaja que se destaca para esta agua tratada es que está libre de sabor, olor y efecto irritante sobre los ojos, piel, etc., efecto este presentarse con otros agentes esterilizadores. James C.V 1971, informa que todas las sales de plata son bactericidas y que las partículas de plata disueltas en agua en una concentración de 10^{-5} es tóxico para *E.Coli* y *Bacillus typhoso*. Woodwar R.L en 1963, realiza un experimento de campo que confirma su idoneidad en depósitos y acumuladores: “La capacidad de la plata de ser absorbida por las superficies, cuenta con un efecto germicida al dejar de adicionar la plata al agua”. En confirmación a lo anterior Muller C., 1977, comunica la perfecta conservación del agua después de la adición de 100 ppm (partes por millón), de plata y guardándola posteriormente, en contenedores de polipropileno durante 3 años. Durante este periodo de almacenamiento toda la plata fue absorbida por las paredes de los depósitos, no obstante, el agua continuó libre de gérmenes. Otro de los estudios científicos realizados por V. Yu, Zeming Liu, J. Stout, exponen: “La capacidad de los iones metálicos de incorporarse a la masa de tuberías y depósitos permite en tener unas dosis residuales que protegen las instalaciones aun sin aporte de iones por semanas en incluso meses”. Este estudio se realizó durante los años 1984 a 1990 en el Major Hospital, Indiana, E.U, (16, Clinical Infectious Diseases, 1998).

El estudio científico que más se ha adentrado en el comportamiento del cobre y la plata y sus características y evidente sinergismo ha sido de Robert B. Truman y Charles P. Gerba de universidad de Arizona. Grupos ionizados actúan sobre los microorganismos a pH cercanos a la neutralidad. Cationes como son la plata y cobre son atraídos electrostáticamente por esta carga negativa y entonces se producen reacciones en la superficie celular. Los metales pueden actuar en el interior y exterior de la célula. La capacidad mayor de inactivación de las células se debe al potencial de oxidación de los iones metálicos. La mayor inactivación se produce por su actuación en las proteínas y en los ácidos nucleicos (Leyva, 2013).

2.6.2. PROPIEDADES DEL IONIZADO

Ciertos productos y entre ellos algunos metales, presentan la propiedad llamada “Oligodinamia” es decir de ser activos en muy bajas concentraciones (trazas), resultando letales para determinados organismos inferiores. Inactivan enzimas claves al reaccionar con el grupo SH. Aun y cuando existen numerosos estudios que documentan cambios de metabolismo e inactividad de microorganismo debido al daño ocasionado por iones metálicos o halógenos, no existe un documento definitivo que ligue los cambios causados por los iones metálicos o halógenos a nivel molecular. Algunas de ellos son muy tóxicos teniendo en común que su actividad disminuye con la existencia de fluidos biológicos. Metales como la plata, el cobre, el mercurio, el manganeso y el hierro entre otros, pueden ser por esta razón, potenciales desinfectantes, de todos los metales, solo la plata ha tenido algún uso en la desinfección del agua para consumo humano y como tal ha sido utilizada desde la antigüedad, siendo infinidad de productos que actualmente la incorporan empezando por los filtros activos de carbono para purificar el agua y terminado por las superficies de algunas porcelanas sanitarias con los que evitan la acumulación de bacterias.

La plata no es particularmente toxica para los seres humanos y al ser ingeridas al cuerpo absorbe solo fracciones muy pequeñas de ella. La plata coloidal, obtenida por procedimientos químicos o eléctricos está constituida por pequeñas partículas o micelas de plata metálicas de un tamaño comprendido generalmente entre 0.015 y 0.005 micrones que son nanoparticuales depositadas en determinados medios líquidos de dispersión que permite formar coloides protectores de naturaleza proteínica, con lo que se aumenta la estabilidad al formar alrededor de cada micela de plata un retículo que las recubre y protege, teniendo las partículas a cargarse eléctricamente por la pérdida de iones (Pancorbo, 1996).

2.6.3. PROCESO DE IONIZADO CON PLATA

En la desinfección con plata se emplean los siguientes pasos. Primero o de contacto, requiere hacer pasar el agua a través de dispositivos saturados de plata pura, como tanques con paredes y pantallas recubiertos con pinturas especiales que la contienen. Segundo es calibrar el panel eléctrico (intensidad de corriente a la que se quiere generar), los cuales se controla

un regulador de voltaje (controlados por unidades de amperios), también los tiempos de oscilaciones (golpes eléctricos) consiste en la liberaciones de los iones de plata a través de cortes eléctricos. Tercer es el electrolítico, los iones de plata son liberados por los electrodos (cargados positivamente) dentro de la corriente de agua a ser tratada en proporción a la corriente, se junta con las cargas negativas que producen las bacterias produciendo la inhibición de estas, pues mediante la variación de la corriente se varía la dosificación y el efecto residual durante meses (Lin ye *et al.*, 1996).

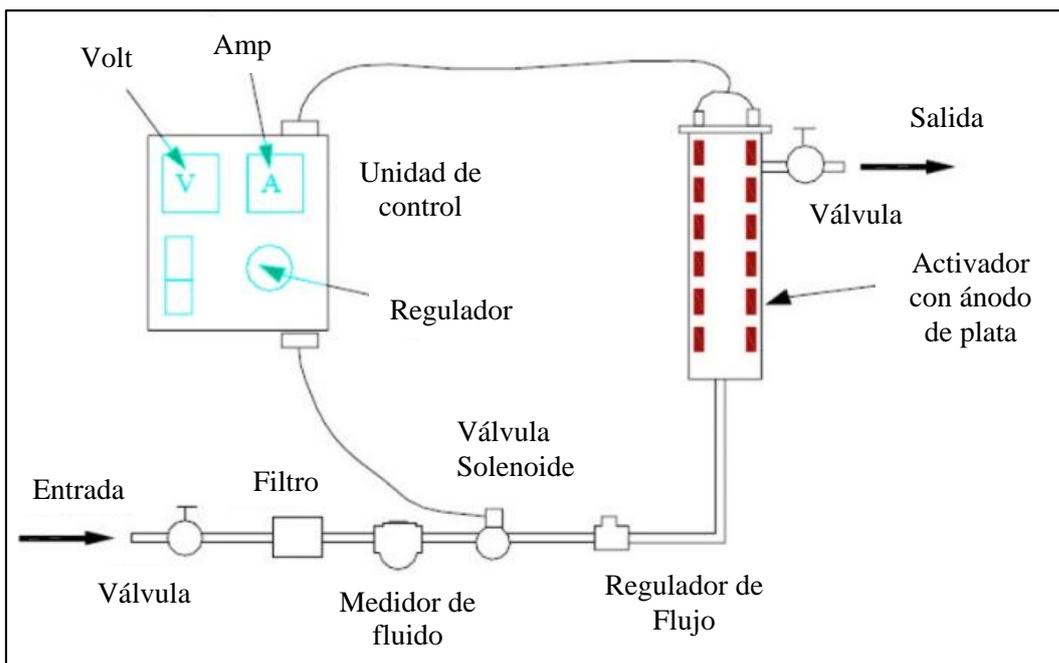


Figura 4: Equipo ionizador de plata.

FUENTE: Lin ye *et al.* (1996).

En la figura 4 describe las partes de un equipo ionizador de plata, donde pasa el agua tratada controlado por una válvula de cierre, a continuación pasa por un filtro de 5.0 micras que retiene en caso de cualquier metal que pueda reaccionar con los iones de plata controlado a través de un medidor para una mejor eficiencia en el filtrado, la válvula solenoide hace que el agua tratada ionizada no retorne a los filtros (en los filtros pueden retener los iones de plata), antes de empezar el proceso electrostático se tiene que regular el flujo según lo que requiere el equipo, a continuación se regula en el panel (unidad de control) la cantidad de voltajes (en amperios) para la cantidades de iones de plata que se quiere tener en el agua tratada los cuales el activador con ánodo de plata es el que genera proceso electrostático de generación de iones de plata con carga positiva.

2.6.4. ACCIÓN MICROBICIDA DEL ION DE PLATA

Ion de plata tiene un poder reductor que actúa de manera electrostáticamente, haciendo que los iones cargados positivamente (Ag^+) en el agua intentan buscar partículas con polaridad opuesta, como bacterias, virus y hongos. Los iones de plata cargados positivamente forman compuestos electrostáticos con células de microorganismos que están cargados negativamente. Esto produce daño o interrupción en la permeabilidad de la pared celular y por lo tanto evita la toma de nutrientes. Los iones de plata penetran en la pared celular creando la entrada de la plata (Ag^+). Estos penetran en el núcleo de los microorganismos, uniéndose a varias partes de la célula como el ADN y el ARN, proteínas y enzimas respiratorias impidiendo el funcionamiento normal de estos sistemas celulares. Como resultado no hay más crecimiento celular o división celular, impidiendo la multiplicación y desarrollo de los microorganismos y provocando su muerte. Los iones se mantienen activos hasta que son absorbidos por un microorganismo (Lin ye *et al.*, 1996).

Reacción del ion de plata en el agua es método consiste en agregar iones de plata al agua tratada mediante un proceso electrolítico. Lo cual consiste en hacer circular corriente eléctrica de baja tensión a través de un sistema de electrodos de plata inmersos en el agua tratada a desinfectar, logrando desprender iones de plata aportados en agua tratada. También llamados plata iónica los cuales han perdido un electrón quedando con una carga positiva en el agua tratada (Romin 2011).

En la siguiente figura se muestra como la plata tiene tres mecanismos de inhibición en contra de las bacterias:

- a. Destrucción de las membranas
- b. Inhibición de las enzimas.
- c. Inhibición de la producción de ADN.

La fácil formación de componentes insolubles con aniones, grupos sulfhídricos y muchos materiales biológicos como las enzimas, es una de las respuestas a la capacidad biocida de la plata. Al parecer puede desplazar las uniones de las moléculas de hidrogeno entre los nitrógenos adyacentes de purines y pirimidines causando la desnaturalización, evitando de

este modo la replicación” (Paredes, 2011).

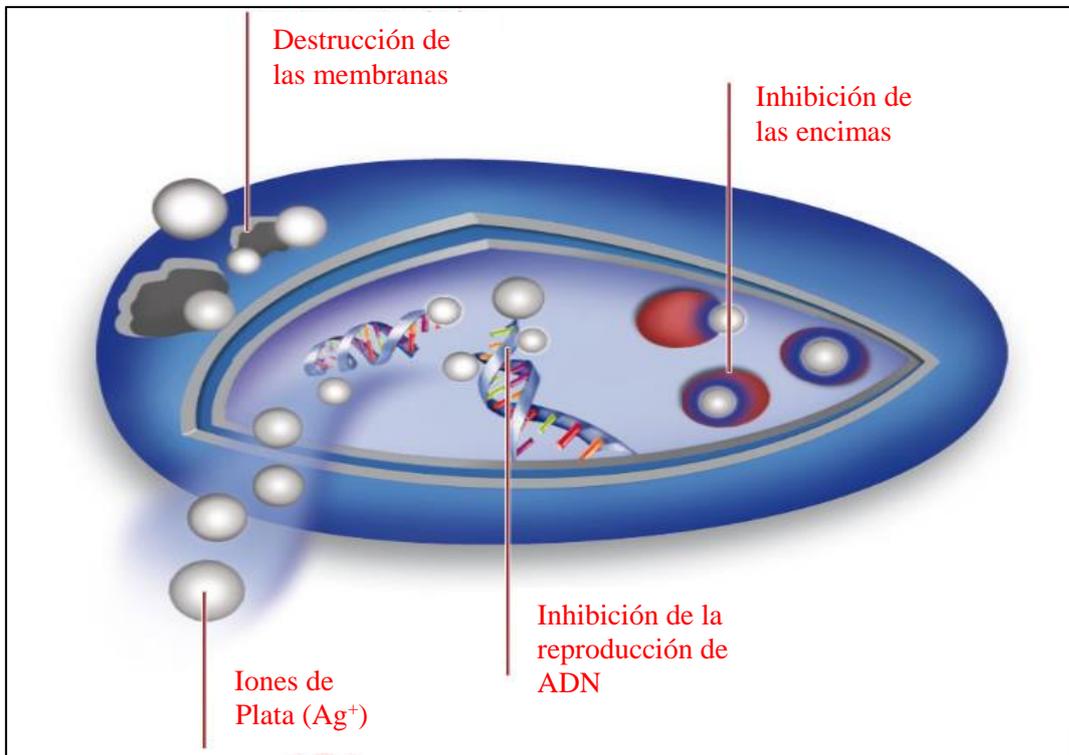


Figura 5: Funcionamiento en los iones de plata en las bacterias.

FUENTE: Paredes (2011).

Los iones de plata son muy rápidos y atraviesan las membranas bacterianas. Interactúan con enzimas y otras proteínas bacterianas, provocando la desorganización celular y la pérdida de viabilidad. Además, los iones de plata interactúan con las paredes de las células y se fijan en el ADN y ARN bacterianos causando la inhibición de reproducción de las bacterias. Estudios clínicos han demostrado claramente que la plata produce una inhibición significativa de un amplio espectro de gérmenes.

La plata en su forma coloidal no elimina a los virus, pero se considera eficaz para destruir diversas bacterias (*E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas*, *Aspergillus fecales*). El mecanismo de desinfección actúa por la inactivación de las enzimas de las células bacterianas y hongos que usan oxígeno para su metabolismo, causando una disfunción celular, aunque en tiempos muy variables y dependiente de la temperatura. Al respecto a temperatura de 10° C o menores se requieren tiempos muy largos, lo que hace difícil determinar el poder germicida con exactitud, la plata coloidal puede permanecer largo

tiempo en el agua, pero debido a esa lentitud en las reacciones de eliminación de materia orgánica, se considera que la plata coloidal posee un regular poder residual. Las dosis recomendadas para una alta eficiencia germicida están en el rango de 25 a 75 microgramos de plata por litro (0.025–0.075 mg/l) según (Pancorbo, 1996).

2.7. MICROORGANISMOS INDICADORES EN EL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

2.7.1. BACTERIAS HETEROTRÓFICAS

Al no poseer clorofila son incapaces de sintetizar sus propios alimentos, obtiene la energía química a partir de la incorporación de los alimentos que poseen otros seres vivos, son netamente dependientes de otros seres para sobrevivir. La mayoría de las células procariotas son heterótrofas. Es decir, consiguen su alimento incorporando materia orgánica formada por otros seres vivos. De ellas la mayor parte son saprobios, lo que significa que se alimentan de materia orgánica muerta y de esta forma contribuyen a reciclar la materia en los ecosistemas (Reasoner, 1985).

Pueden realizar tanto catabolismos aeróbicos (con la utilización del oxígeno) como anaeróbicos, mediante fermentaciones, muchas de las cuales son útiles para nuestras industrias. Hay bacterias heterótrofas que viven asociadas a otros organismos, con provecho mutuo, serían por lo tanto simbióticas. Un ejemplo claro es *Escherichia coli*, bacteria que vive en el tracto intestinal humano. Muchos herbívoros pueden aprovechar la celulosa gracias a la flora microbiana de sus tubos digestivos que contienen la enzima celulasa. Otra simbiosis es la de algunas plantas con bacterias fijadoras del nitrógeno atmosférico (*Rhizobium*) en que la planta aprovecha parte del nitrógeno fijado por la bacteria que, a su vez, aprovecha parte de los azúcares de la planta.

Otras muchas son parásitas, se aprovechan de materia orgánica de ese otro ser vivo causándole un perjuicio; es el caso de todas las bacterias patógenas que causan enfermedades. Algunas patógenas (clamidias, rickettsias y algunos micoplasmas) han simplificado su estructura y sólo pueden reproducirse dentro de otra célula: son parásitos

obligados. Dentro del exótico grupo de las mixobacterias, un tipo de bacterias deslizantes que tienen la capacidad de agregarse varias células para formar estructuras que les permiten migrar, se incluyen algunas que son depredadoras de otras bacterias.

El grupo de no-coliformes de bacterias cuyo hábitat natural es el agua o el suelo pero que ocasionalmente pueden encontrarse en ambientes intestinales. Las características metabólicas de las bacterias del grupo de no-coliformes son muy similares a las del grupo de coliformes y la diferenciación se basa principalmente en su hábitat (Reasoner, 1985).

Entre las importantes bacterias acuáticas heterotróficas son:

a. Bacterias fijadoras del nitrógeno

La fijación biológica del nitrógeno atmosférico, consistente en la reducción de N_2 a NH_4^+ por la enzima nitrogenasa, es, después de la fotosíntesis, la ruta metabólica más importante para el mantenimiento de la vida en la biosfera. Curiosamente, este proceso crucial sólo puede ser llevado a cabo por unos pocos grupos de seres vivos, todos ellos procariotas.

Los microorganismos fijadores de nitrógeno no constituyen un grupo taxonómico homogéneo, la única característica que comparten es la presencia de la enzima nitrogenasa (Zehr J.P. y col., 1998). Dichas bacterias comprenden organismos fototrofos, como bacterias pertenecientes a la familia Rhodospirillaceae, Clorobiaceae y Cianobacteriae; organismos quimioautotrofos, como bacterias de los géneros Thiobacillus, Xanthobacter y Desulfovibrio. Otros organismos heterótrofos como las bacterias pertenecientes a la familia Frankiaceae, al grupo Rhizobiaceae y a los géneros Azotobacter, Enterobacter, Klebsiella y Clostridium (Sprent J. y Sprent P., 1990). Estos organismos pueden realizar la fijación biológica de nitrógeno ya sea independientemente (a excepción de las rizobiáceas) o estableciendo relaciones simbióticas con otros organismos. Son estas formas simbióticas, concretamente las establecidas entre las rizobiáceas y las leguminosas, las que antiguamente eran aprovechadas para la renovación de los suelos mediante la práctica de la rotación de cultivos; hoy en día sin embargo, desde la aparición de la “revolución verde” en

agricultura, esta práctica se ha sustituido por la utilización de fertilizantes químicos a pesar del elevado coste energético y ambiental que supone. Para poder disminuir la dependencia a fertilizantes nitrogenados que está adquiriendo la agricultura mundial se han propuesto varias alternativas que abarcan desde la modificación genética de las plantas a la optimización y mejora de la fijación biológica de nitrógeno (Calvo, 2011).

b. *Rhizobium*

Rhizobium es un género de bacterias gram-negativas de perfil de suelo que fijan nitrógeno atmosférico. Pertenece a un grupo de bacterias fijadoras de nitrógeno que se denominan colectivamente rizobio. Viven en simbiosis con determinadas plantas (como por ejemplo las leguminosas) en su raíz, después de un proceso de infección inducido por la propia planta mediante la secreción de lectina, a las que aportan el nitrógeno necesario para que la planta viva y está a cambio le da cobijo. Más específicamente, la condición de simbiosis viene dada por la formación de una molécula de transporte de oxígeno, equivalente a la hemoglobina, llamada Leghemoglobina. Sólo se puede sintetizar cuando los dos organismos se encuentran en simbiosis; por parte de la bacteria se sintetiza el grupo Hemo de dicha molécula, y por parte de la planta se sintetiza la apoproteína. Así, mediante la nueva molécula formada, se puede llevar a cabo el transporte de oxígeno necesario para el metabolismo de la bacteria (y así poder fijar el nitrógeno requerido por la planta) (Calvo, 2011).

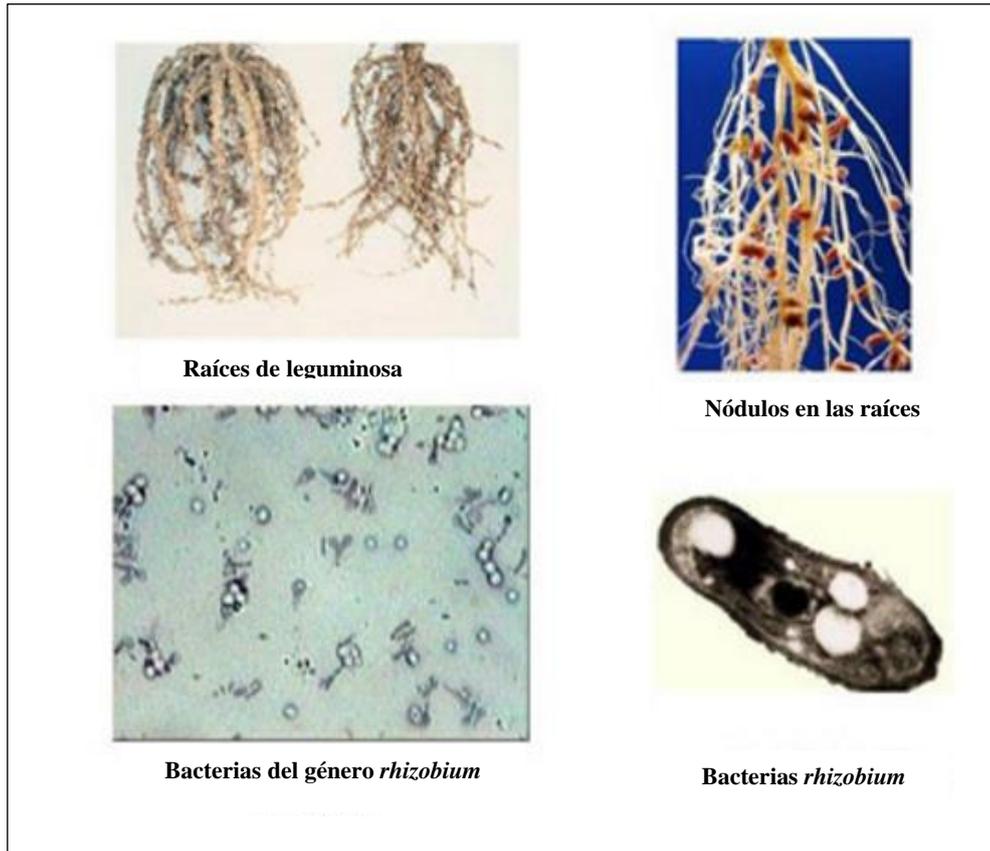


Figura 6: Bacterias *Rhizobium*.

FUENTE: Calvo (2011).

c. Bacillus

Bacillus es un género de bacterias en forma de bastón y Gram positiva. Son aerobios estrictos o anaerobios facultativos. En condiciones estresantes forman una endospora de situación central, que no deforma la estructura de la célula a diferencia de las endoesporas clostridiales. Dicha forma esporulada es resistente a las altas temperaturas y a los desinfectantes químicos corrientes (Miravet, 2003).

La mayoría de especies dan positivo a la prueba de la catalasa y son saprófitas. Viven en el suelo, agua del mar y ríos, aparte de alimentos que contaminan con su presencia. Aunque generalmente son móviles, con flagelos peritricos, algunas especies de interés sanitario (*B. anthracis*, causante del carbunco) son inmóviles. Hay especies productoras de antibióticos.

d. *Clostridium*

Clostridium es un género de bacterias anaerobias, bacilos Gram positivas, parásitas y saprófitas algunas de ellas, que esporulan, y son móviles, en general por intermedio de flagelos peritricos. Toman la forma de fósforo, palillo de tambor o huso de hilar, de ahí su nombre griego "Klostro", que significa huso de hilar. Las especies más importante son el *Clostridium botulinum* productor del botulismo, el *Clostridium novyi*, *Clostridium septicum*, *Clostridium perfringens* productor de la gangrena gaseosa y *Clostridium tetani* productor del tétanos (Miravet, 2003).

No todas las especies son patógenas, algunas forman parte de la flora intestinal normal. Las especies de *Clostridium* están ampliamente distribuidas en el ambiente, habitando el tracto gastrointestinal tanto de humanos como animales. A pesar del interés en relación de *Clostridium* por razón de que estos organismos están involucrados con diarrea en niños y en la etiología del cáncer de colon, hay pocos datos disponibles sobre el hábitat intestinal de la bacteria. Poseen antígenos somáticos y flagelares que permiten dividirlos en tipos y subtipos. Producen exotoxinas de efecto necrosante, hemolíticas y potencialmente letales. Las toxinas son nombradas con letras, así por ejemplo, la toxina necrosante es nombrada con la letra C y la enteritis en animales es causada por las toxinas B y D.

e. Actinobacterias

Los actinomicetos son procariontes (bacterias Gram positivas) que presentan aproximaciones morfológicas a hongos y bacterias. De aquí los problemas de clasificación que han tenido, aunque hoy se acepta su ubicación dentro de los Esquizomicetos, conformando el orden Actinomicetales. Forman conidios como los hongos pero las características morfológicas de sus células se aproximan a las bacterianas. Tienen un crecimiento micelial radial durante parte de su ciclo biológico (actinomicetos) o bajo determinadas condiciones fisiológicas y de desarrollo (proactinomicetos). Los micelios de los actinomicetos son inmóviles y sólo las esporas pueden ser móviles. Destaca su capacidad para formar agregados filiformes, parecidos a las hifas fúngicas y que tienen aproximadamente una micra de espesor, formando un micelio ramificado que puede subdividirse en células bacterianas aisladas (Miravet, 2003).

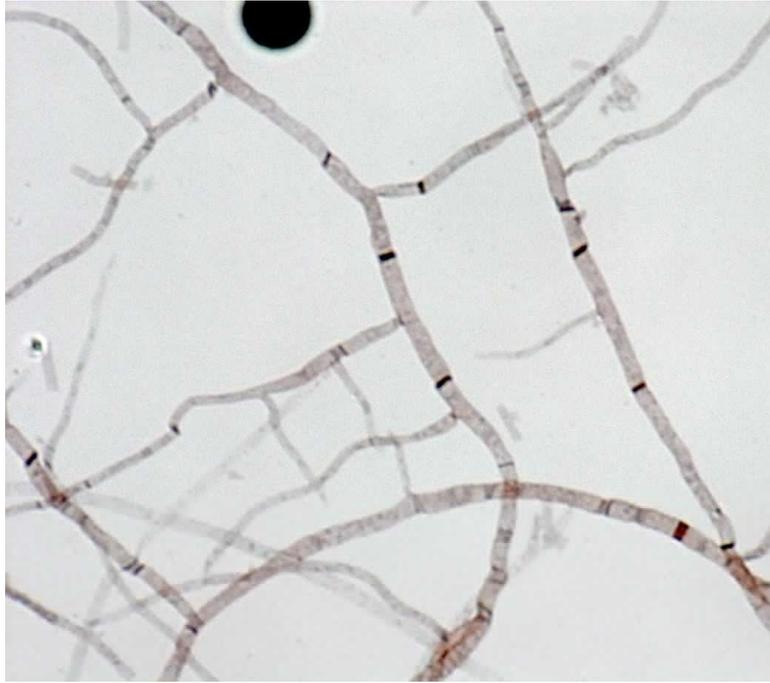


Figura 7: Bacteria Actinobacterias en su forma filiforme.

FUENTE: Miravet (2003)

Son microorganismos unicelulares muy abundantes en los suelos, aguas estancadas y lagos. Se nutren de compuestos orgánicos (heterótrofos) estando ampliamente distribuidos. Lógicamente abundan sobre los materiales orgánicos que aportan la naturaleza o el hombre a su superficie.

2.7.2. COLIFORMES TOTALES

Los coliformes totales son las *Enterobacteriaceae* lactosa-positivas y constituyen un grupo de bacterias que se definen más por las pruebas usadas para su aislamiento que por criterios taxonómicos. Pertenecen a la familia *Enterobacteriaceae* se caracterizan por su capacidad para fermentar la lactosa con producción de ácido y gas, más o menos rápidamente, en un periodo de 48 horas y con una temperatura de incubación comprendida entre 30-37 °C.

En el grupo de las Gram (-)s, son bacilos aerobios y anaerobios facultativos, no esporulados del grupo Coliforme forman parte varios géneros: *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, etc. Se encuentran en el intestino del hombre y de los animales, pero también en otros ambientes: agua, suelo, plantas, cáscara de huevo, etc. Una elevada proporción de

los coliformes que existen en los sistemas de distribución agua potable o tratada, no se debe a un fallo en el tratamiento en la planta, sino a un recrecimiento de las bacterias en las conducciones. Dado que es difícil distinguir entre recrecimiento de coliformes y nuevas contaminaciones, se admite que todas las apariciones de coliformes son nuevas contaminaciones, mientras no se demuestre lo contrario (Camacho y Giles, 2009).

a. Grupo de *Escherichia-Salmonella-Shigella*

Las bacterias de este grupo son habitantes habituales de los intestinos de animales superiores, reptiles, pájaros y, ocasionalmente, insectos; aunque no son las bacterias predominantes en estos hábitats (*Escherichia coli* viene a representar el 0.1% de las bacterias intestinales en un individuo sano). En algunos rumiantes se han encontrado bacterias del grupo en compartimentos del estómago no sometidos a pH excesivamente bajos (Castro, 2009).

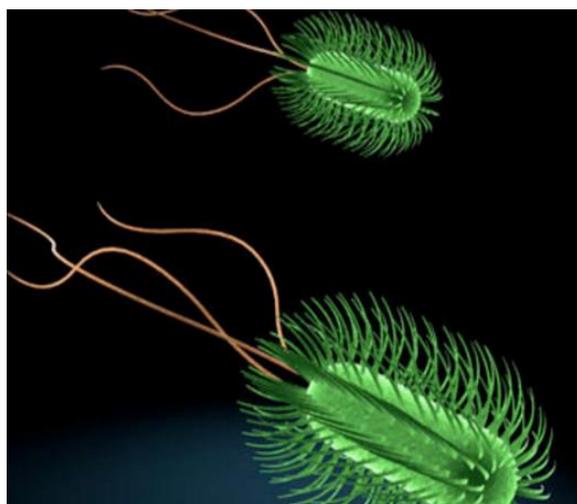


Figura 8: *Escherichia coli*.

FUENTE: Castro (2009).

De las bacterias del grupo *Escherichia* es un habitante habitual en individuos sanos mientras que *Salmonella* y *Shigella* están más vinculadas a procesos patológicos.

En el caso de *Escherichia coli* la relación con los animales huésped es, probablemente, simbiótica porque la bacteria proporciona al animal la vitamina K que éste no puede sintetizar (Castro, 2009).

En condiciones normales *E. coli* no es patógena aunque pueden presentarse variantes de esta bacteria que sí causan problemas intestinales serios. Ejemplos de esto son las diarreas infantiles en zonas deprimidas que constituyen una de las primeras causas de mortalidad infantil en el tercer mundo, y la reciente aparición de un serotipo de *E. coli* (O157:H7) causante de brotes epidémicos de patologías intestinales en países desarrollados.

Salmonella es habitante habitual del tracto intestinal de humanos, animales de granja, aves y, ocasionalmente, reptiles. Como patógeno para humanos suele adquirirse normalmente por la ingestión de alimentos contaminados, principalmente huevos, pollo carne y sus derivados (Castro, 2009).

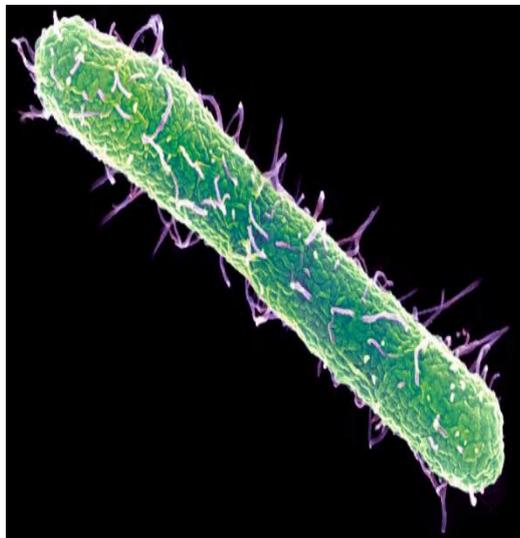


Figura 9: *Salmonella typhimurium*.

FUENTE: Castro (2009).

En el caso de Shigella la bacteria principal del género es causante de patologías intestinales serias (disentería bacilar).

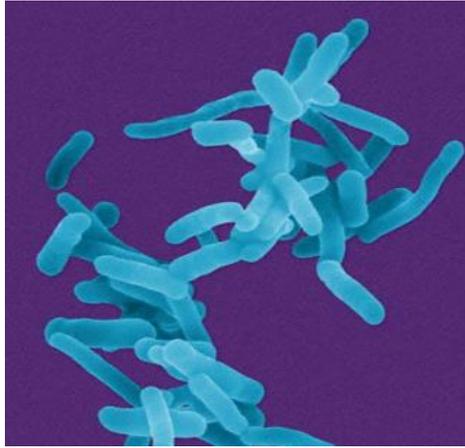


Figura 10: *Shigella dysenteriae*

FUENTE: Castro (2009).

b. Grupo de Vibrio-Aeromonas-Photobacterium

Vibrio es un género de bacterias, incluidas en el grupo gamma de las proteobacterias. Varias de las especies de Vibrio son patógenas, provocando enfermedades del tracto digestivo, en especial *Vibrion cholerae*, el agente que provoca el cólera. Es normal encontrarlas en agua salada y aguas estancadas, más aun a los que no son patogénicos, por lo que al lograr aislar un vibrio en una persona con una enfermedad que presente diarrea no indica una relación etiológica.



Figura 11: *Vibrion cholerae*.

FUENTE: Castro (2009).

Las especies de género Vibrio son invariablemente bacilos Gram negativos, de entre 2 y 3 μm de largo, de forma algo curva, dotados de un único flagelo polar que les permite una

elevada movilidad. Soportan bien los medios alcalinos, así como las concentraciones salinas. No forman esporas, son oxidasa positiva, y anaerobios facultativos.

Por otro lado el grupo entérico se incluyen especies patógenas responsables de los brotes epidémicos transmitidos a través de los alimentos. En el grupo no-enterico hay algunas bacterias patógenas para humanos y bacterias patógenas vegetales.

El grupo de bacterias relacionadas comprende microorganismos patógenos para humanos que viven en hábitats animales (*Yersinia*) y microorganismos acuáticos tanto de agua dulce (*Vibrio* y *Aeromonas*) como de agua salada (*Vibrio* y *Photobacterium*). Algunas bacterias son patógenas para animales de piscifactoría (*Aeromonas salmonicida*) y hay especies patógenas para el hombre (*Vibrio cholerae* y *V. parahemolyticus*) (Castro, 2009).

Las bacterias del grupo entérico presentan, por lo general, muy pocos requerimientos nutricionales y son capaces de sobrevivir en medios relativamente simples. Hay algunos miembros del grupo (algunas bacterias del género *Klebsiella*) capaces de fijar nitrógeno atmosférico en condiciones de anaerobiosis; aunque esta no es una característica general del grupo (Castro, 2009).

2.7.3. PSEUDOMONAS

Díaz y Campo, (2011). Dicen que la *Pseudomonas* es un género de bacilos rectos o ligeramente curvados, Gram negativos, oxidasa positivos, aeróbicos estrictos aunque en algunos casos pueden utilizar el nitrato como aceptor de electrones. Algunos miembros del género son psicrófilos, mientras que otros sintetizan sideróforos fluorescentes de color amarillo-verdoso con gran valor taxonómico. Es común la presencia de plásmidos y no forman esporas.

a. Historia

Las *Pseudomonadaceae* fueron observadas en los inicios históricos de la microbiología. El nombre genérico *Pseudomonas* creado para estos organismos estaba definido en términos relativamente vagos en 1894, como el género de bacteria

gram negativa, bacilos con flagelo polar. Poco después, un gran número de especies eran asignadas al género. Las pseudomonadaceae eran aisladas de un variado número de nichos ecológicos de modo que un grandísimo número de especies recibían el nombre del género. Nuevas metodologías y la aparición de abordajes basados en los estudios de macromoléculas conservadas entre diversos organismos, han reclasificado a muchas especies (Bouza *et al.*, 2003).

b. Características

Los miembros de este género generalmente son móviles gracias a uno o más flagelos polares que poseen, son catalasa positivos y no forman esporas. Algunas especies sintetizan una cápsula de exopolisacáridos que facilita la adhesión celular, la formación de biopelículas y protege de la fagocitosis, de los anticuerpos o del complemento aumentando así su patogenicidad (Bouza *et al.*, 2003).



Figura 12: *Pseudomonas*.

FUENTE: Bouza *et al.* (2003)

El género demuestra una gran diversidad metabólica, y consecuentemente son capaces de colonizar un amplio rango de nichos. Son de fácil cultivo *in vitro* y ampliamente disponibles en número, por lo que ciertas cepas son excelentes para investigaciones científicas, por ejemplo, *P. aeruginosa* y su rol como patógeno oportunista de humanos, el patógeno de plantas *P. syringae*, la bacteria de tierra *P. putida* y la *P. fluorescens* que promueve el crecimiento de plantas.

c. Cultivo

Las *Pseudomonas* crecen en medios simples. En caldo crecen abundantemente formando un anillo y un sedimento de color verde azulado. En agar simple forman colonias brillantes, confluentes, de borde continuo y a veces ondulado con un centro opaco. El pigmento (piocianina) se difunde en el medio dándole una tonalidad verdosa. Este pigmento tiene cualidades bactericidas sobre otras bacterias Gram positivas y Gram negativas (Bouza *et al.*, 2003).

d. Hábitat

Las especies del género *Pseudomonas* son organismos ubicuos. Se han aislado bacterias de este género tanto en suelos limpios como en suelos contaminados por productos biogénicos y xenobióticos. También son microbiota predominante en la rizosfera y en la filosfera de plantas; del mismo modo, se han aislado de ambientes acuáticos, tanto de agua dulce como de aguas marinas. En general inocuas para el hombre pero también existen patógenos oportunistas como *P. aeruginosa*; patógenos de animales y patógenos de plantas como *P. syringae*.

Este género es uno de los más proclives a la degradación de compuestos orgánicos, especialmente cepas de la especie *Pseudomonas putida*. El amplio potencial catabólico de los componentes del género viene dado en muchos casos por la presencia de determinantes plasmídicos y transposones autotransmisibles. La ubicuidad de las bacterias del género *Pseudomonas* y su capacidad para explotar una amplia variedad de nutrientes refleja un sistema de adaptación al medio ambiente que no encuentra parangón en las bacterias de otros géneros. Las cepas del género *Pseudomonas* son capaces de procesar, integrar y reaccionar a una amplia variedad de condiciones cambiantes en el medio ambiente, y muestran una alta capacidad de reacción a señales físico-químicas y biológicas. Se han descrito cepas capaces de adquirir resistencia a metales pesados, disolventes orgánicos y detergentes, lo cual les permite explotar una amplia gama de fuentes de carbono como nutrientes, así como colonizar ambientes y nichos que difícilmente son colonizables por otros microorganismos. Por ello no es sorprendente que se considere a las bacterias del género *Pseudomonas* un paradigma de versatilidad metabólica, y microorganismos claves en el reciclado de materia orgánica en los compartimentos aeróbicos de los

ecosistemas, jugando, por tanto, un papel esencial en la mejora y el mantenimiento de la calidad medioambiental. Además de su uso en biodegradación las especies del género *Pseudomonas* se emplean en distintos procesos industriales, tales como la fabricación de bioplásticos o en técnicas de biocontrol. La posición taxonómica de las distintas especies del género se encuentra sujeta a revisión (Bouza *et al.*, 2003).

2.8. MÉTODOS DE CONTEO MICROBIOLÓGICO

2.8.1. MÉTODO POR RECONTEO DE PLACA VERTIDA

La técnica se basa en contar las “unidades formadoras de colonias” o UFC presentes en un mililitro de agua tratada envasada. Se considera que cada colonia que desarrolla en el medio de cultivo de elección después de un cierto tiempo de incubación a la temperatura adecuada, proviene de un microorganismo o de un agregado de ellos, de la muestra bajo estudio; ese microorganismo o microorganismos son capaces de formar la colonia, es decir una UFC.

Para que las colonias puedan contarse de manera confiable, se hacen las diluciones decimales necesarias de la muestra, antes de ponerla en el medio de cultivo; la técnica para realizar este procedimiento se describe en “Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico” (Camacho y Giles, 2009).

Cálculos número de colonias en la placa por inversa de las dilución de la muestra igual al número de bacterias en mL.

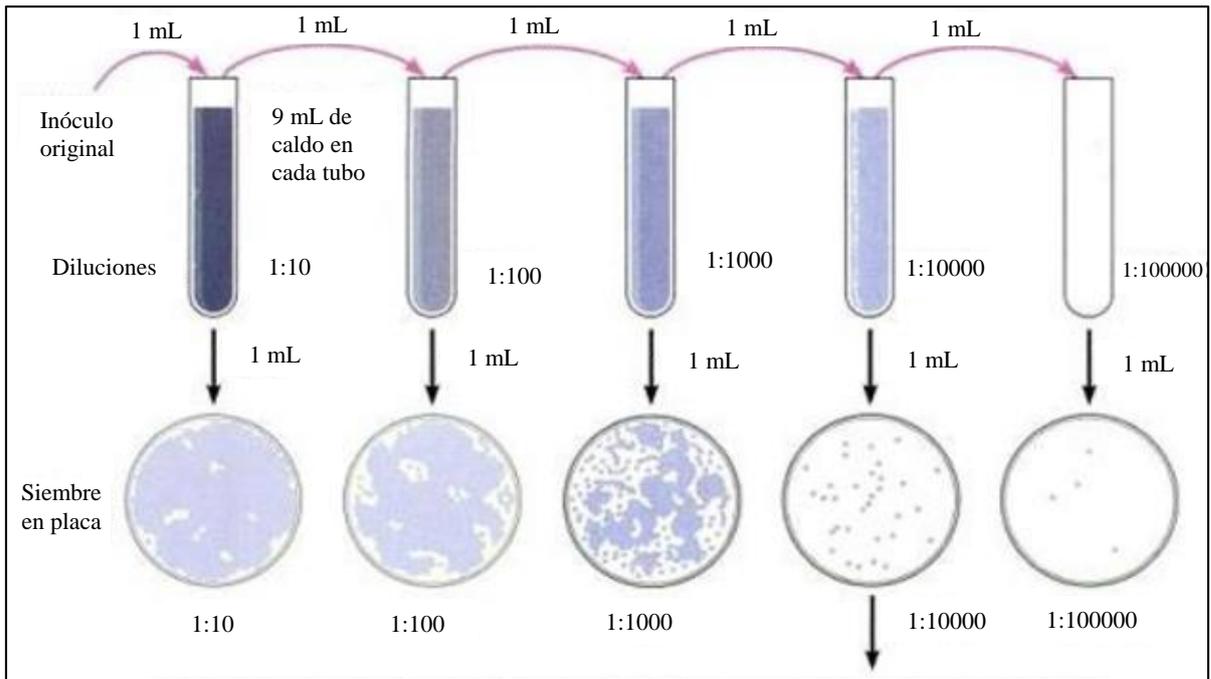


Figura 13: Método por conteo de placa vertida.

FUENTE: Camacho y Giles (2009).

2.8.2. MÉTODO DEL NÚMERO MÁS PROBABLE

El método requiere la realización de una serie de diluciones en serie de la muestra de cultivo, en un medio líquido adecuado para el crecimiento de dicho organismo de un volumen diez veces mayor. Luego, se incuban las muestras de esos tubos y, pasado un tiempo, se examinan los tubos. Aquellos tubos que recibieron una o más células microbianas procedentes de la muestra, se pondrán turbios, mientras que los tubos que no recibieron ninguna célula permanecerán transparentes (Soler, 2006). Para un ejemplo, se contabilizara el número de *E. coli* en UFC/mL.

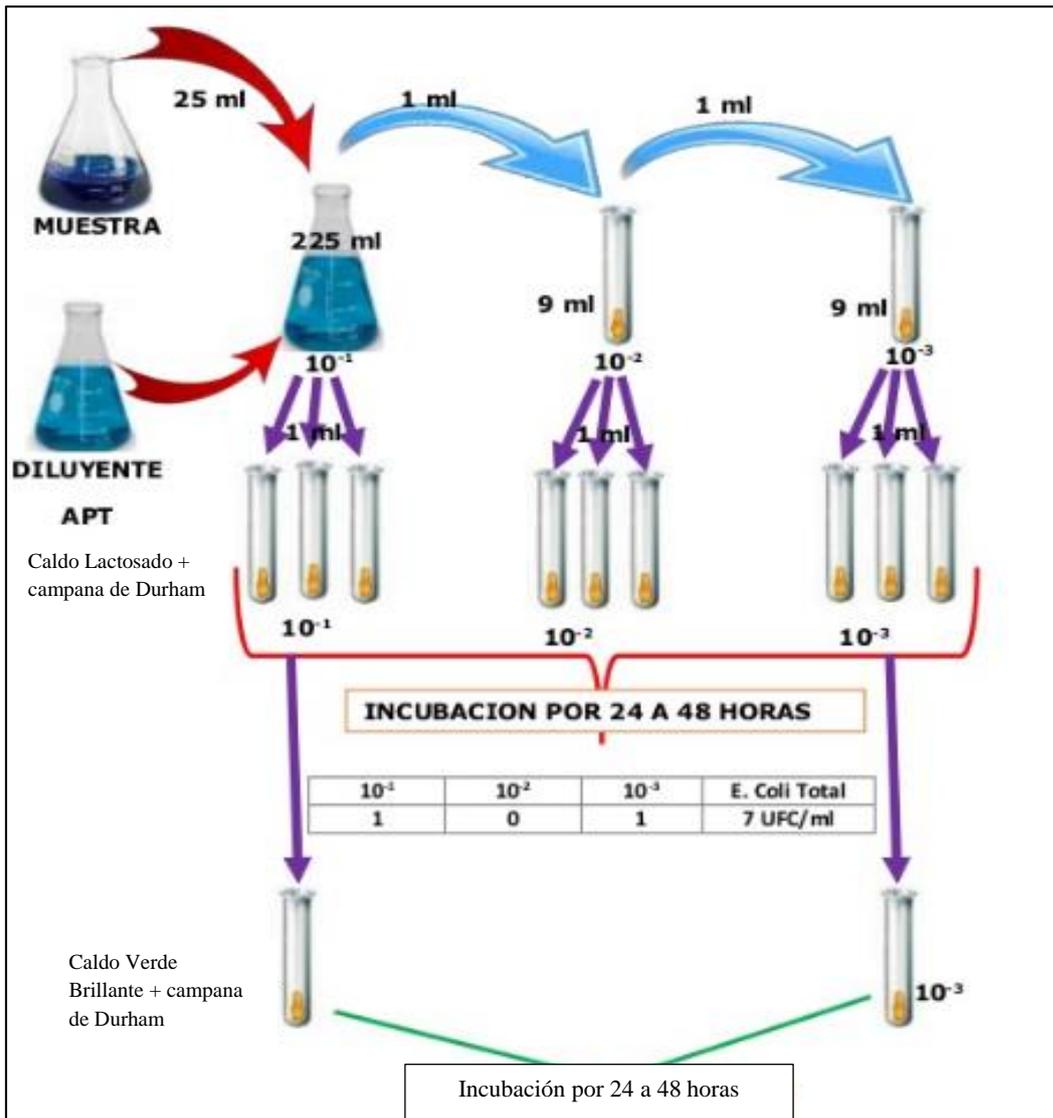


Figura 14: Número más probable para contabilizar *E. coli*.

FUENTE: Soler (2006).

2.9. EVIDENCIA DE MICROORGANISMOS EN EL AGUA DE CONSUMO HUMANO

2.9.1. EVIDENCIA DE INDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO EN LIMA METROPOLITANA

Según Marchand (2002), con su investigación de indicadores de calidad en Lima metropolitana expone que el agua proveniente de la Red pública no presentó contaminación microbiológica, contaminándose en el sistema de abastecimiento y distribución de los

inmuebles, en donde el 17.86 por ciento presento contaminación microbiológica (no aptas para el consumo humano) principalmente por bacterias Heterotróficas (BH), (70%), Coliformes Totales (CT) (70%) , Coliformes fecales (Termotolerantes) (CF) (52.50%) y se encontró pseudomonas aeruginosa en un 8.03 por ciento, en los distritos de Rímac, San Martín de Porres, Cercado, Lince, La Victoria, Miraflores y Surco. En la figura 15 se observara las muestras aptas y no aptas de calidad microbiológica de los distritos de Rímac, San Martín de Porres, Cercado, Lince, La Victoria, Miraflores y Surco.

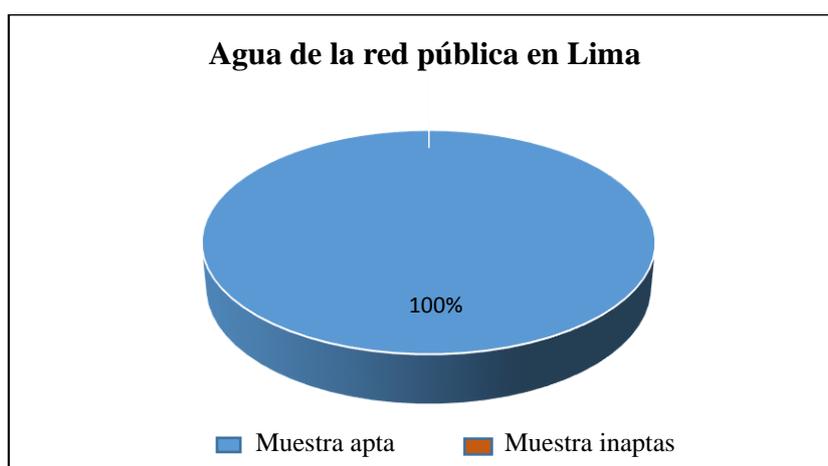


Figura 15: Calidad microbiológica del agua proveniente de la red pública de los distritos de Rímac, San Martín de Porres, Cercado, Lince, La Victoria, Miraflores y Surco.

FUENTE: Marchand (2002)

En la figura 15 se observó que no hay conteo microbiológico en el agua potable en los distritos mencionado por lo quiere decir que la conexión directa de agua potable a dichos distritos están en óptimas condiciones, los cuales los consumidores no corren problemas en adquirir enfermedades de origen patógeno.

En la figura 16 se observa las muestras de calidad microbiológica en los inmuebles en de los distritos de Rímac, San Martín de Porres, Cercado, Lince, La Victoria, Miraflores y Surco

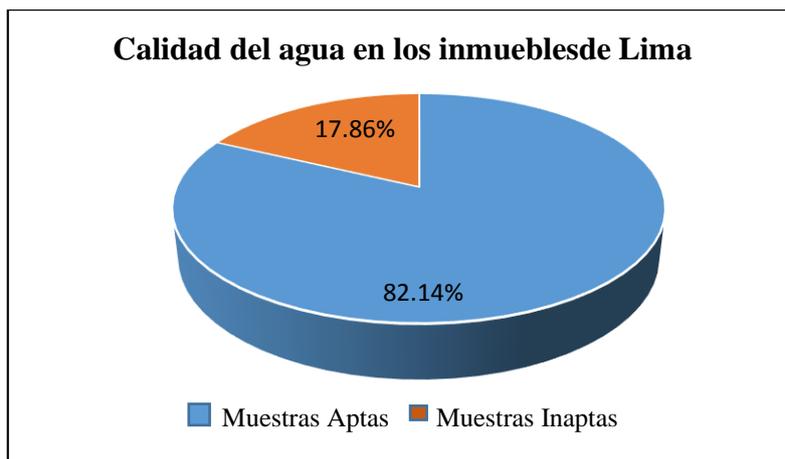


Figura 16: Calidad microbiológica del agua en inmuebles de los distritos de Rímac, San Martín de Porres, Cercado, Lince, La Victoria, Miraflores y Surco.

FUENTE: Marchand (2002)

En la figura 16 se observó que el 17.86 por ciento de muestras no están aptas en los inmuebles de los distritos mencionados por lo tanto las cisternas o tanques están contaminando el agua potable. En la figura 17 se detecta y se determina los microorganismos indicadores de calidad en de los distritos de Rímac, San Martín de Porres, Cercado, Lince, La Victoria, Miraflores y Surco.

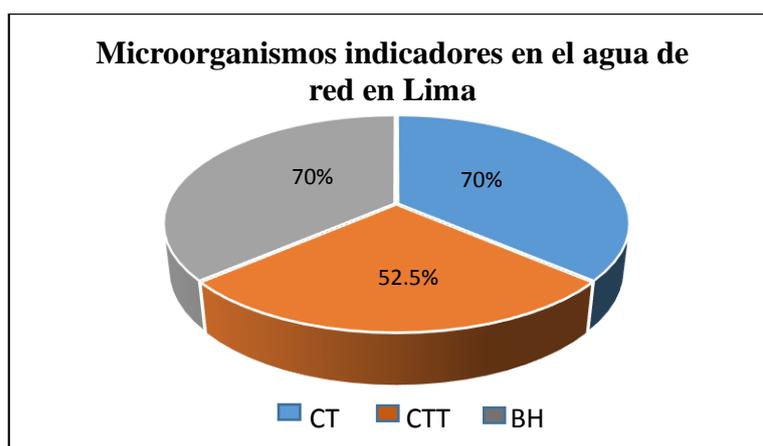


Figura 17: Microorganismos indicadores de calidad en los distritos de Rímac, San Martín de Porres, Cercado, Lince, La Victoria, Miraflores y Surco.

CT: Coliformes Totales, CTT: Coliformes fecales (termotolerantes), BH: bacterias Heterotróficas.

FUENTE: Marchand (2002)

En la figura 17 se muestra que en las cisternas y tanques de los distritos mencionados, presentan un porcentaje iguales cantidades de coliformes totales y bacterias heterotróficas, por otro lado el porcentaje de coliformes fecales (siendo la más peligrosas para el consumidor) son de 52.5 por ciento siendo inaptas para el consumo directo.

En la figura 18 se mostrara la existencia en porcentaje de *Pseudomonas aeruginosa* en los distritos de Rímac, San Martín de Porres, Cercado, Lince, La Victoria, Miraflores y Surco.

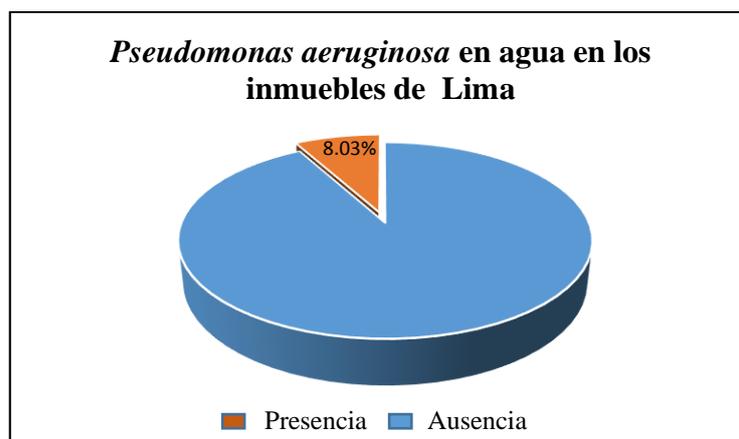


Figura 18: *Pseudomonas aeruginosa* en muestras de agua de inmuebles de los distritos de Rímac, San Martín de Porres, Cercado, Lince, La Victoria, Miraflores y Surco.

FUENTE: Marchand (2002)

La figura 5 se muestra que hay 8.03 por ciento de *Pseudomonas aeruginosa* en el agua de los inmuebles.

2.10. ESTUDIO DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA EMBOTELLADA COMERCIALIZADA EN LA CIUDAD DE TACNA

Según Zavagala (2011), la finalidad del trabajo de investigaron es de conocer la calidad microbiológica del agua embotellada en la ciudad de Tacna, la investigaron revela datos reales del estado del agua embotellada que son vendidas como libres de microorganismo para el consumo humano. El estudio de la presente investigación microbiológica de la

calidad de agua embotellada sin gas de once marcas dentro de los cuatro distritos de la ciudad de Tacna. Los parámetros analizados (*E. Coli*, Coliformes Totales, *Pseudomonas aeruginosa*). Los distritos elegidos (Distrito de Tacna, Distrito Cnel. Gregorio Abaracin L., Distrito de ciudad Nueva y el Distrito de Pocollay. El cuadro 4 muestra los resultados microbiológicos del agua embotellada de la ciudad de Tacna.

Cuadro 4: Resultados microbiológicos de 11 marcas de agua embotellada y comercializada en la ciudad de Tacna

| PARÁMETROS EVALUADOS | | COLIFORMES TOTALES | | | | ENUMERACIÓN DE <i>E. COLI</i> | | | | INVESTIGACIÓN DE <i>P. AERUGINOSA</i> | | | |
|---|-----------|--------------------|----------|----------|----------|-------------------------------|----------|----------|----|---------------------------------------|----------|----------|----------|
| Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para bebidas no carbonadas para consumo humano | | | | | | | | | | | | | |
| Códigos de Marcas De aguas Embotelladas | Límites | Ausencia/100 mL | | | | 0 (UFC/100 mL) 45°C | | | | Ausencia/100 mL | | | |
| | Distritos | DT | DGA | DCN | DP | DT | DGA | DCN | DP | DT | DGA | DCN | DP |
| MC- 01 | | A | A | P | A | 0 | 0 | 0 | 0 | A | P | A | A |
| MM- 02 | | A | A | A | A | 0 | 0 | 0 | 0 | A | A | A | A |
| ML- 03 | | A | A | A | A | 0 | 0 | 0 | 0 | A | A | A | A |
| MS- 04 | | A | A | A | A | 0 | 0 | 0 | 0 | A | A | P | A |
| MV- 05 | | P | A | A | A | 0 | 0 | 3 | 0 | A | A | P | A |
| MI- 06 | | A | A | A | A | 0 | 0 | 0 | 0 | A | A | A | A |
| MP- 07 | | A | A | P | P | 0 | 0 | 0 | 0 | P | P | P | P |
| MQ- 08 | | A | P | P | A | 0 | 0 | 6 | 0 | P | P | P | P |
| ME- 09 | | A | A | A | A | 0 | 0 | 0 | 0 | A | A | A | A |
| MG- 10 | | A | A | A | P | 0 | 1 | 0 | 0 | P | P | P | A |
| MD- 11 | | A | P | A | P | 0 | 0 | 0 | 0 | P | P | P | P |

DT: Distrito de Tacna, DGA: Distrito de Cnel Gregorio A.L, DCN: Distrito de Ciudad N, DP: Distrito de Pocollay, (A: Ausencia/100 mL, **P**: Presencia).

Marcas: MC-01, MM-02, ML-03, MS-04, MV-05, MI-06, MP-07, MQ-08, ME-09, MG-10, MD-11

FUENTE: ZAVALAGA (2011)

En el cuadro 4, Zavalaga (2011) pública los resultados de diferentes tipos de marcas evaluadas microbiológicamente en los cuatro distritos de Tacna, los límites establecidos en la NTS N° 071- MINSA/DIGESA-V.01 DEL 2008 (norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano y el DS N° 031-2012 – SA del 2011 (reglamento de la calidad del agua para consumo humano – Perú).

Los resultados indicaron que el 63.63 por ciento de las marcas analizadas no cumplen con la calidad requerida para este tipo de producto, se presenta un resumen de todas los resultados en los distritos elegidos (Distrito de Tacna, Distrito Cnel. Gregorio Abaracin L., Distrito de ciudad Nueva y el Distrito de Pocollay, por lo tanto el tratamiento de agua para consumo humano que se realiza a estos tipos de marcas en la ciudad de Tacna no están óptima condiciones, por más que sea el proceso automatizados o artesanalmente lo quiere decir que puede causar daño al consumidor.

Marcas que no cumplieron con los límites

Para las Coliformes Totales: MC-01, MV-05, MP-07, MQ-05, MG-10 y MD-11.

Para los E. Coli: MV-05, MQ-08, MG-10.

Para Las *Pseudomonas a.*: MC-01, MS-04, MV-05, MP-07, MQ-08, MG-10, MD-11.

2.11. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS Y EVALUACIÓN DEL TRATAMIENTO DE IONES DE PLATA Y OZONO EN LA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL S.A.C

Desde octubre de 2013 hasta Marzo del 2015 se realizaron evaluaciones en la empresa distribuidora de agua natural S.A.C., analizando el crecimiento de bacterias heterotróficas en el agua tratada dentro de bidones de 20 litros. Se aplicaron tratamientos con concentraciones mínimas de ozono de 3 SCFH (pies cúbicos por hora estándar) que genera una producción de 1.20 gramos de ozono por hora y descargas bajas 0.2 amperios de iones de plata cuyas evaluaciones fueron segmentas en 1, 2, 3, 4 y 5 semanas, donde las muestras fueron etiquetas y almacenadas dentro del mismo local.

En la figura 19 se presenta el recuento de bacterias heterotróficas vs los días de almacenamiento del agua tratada.

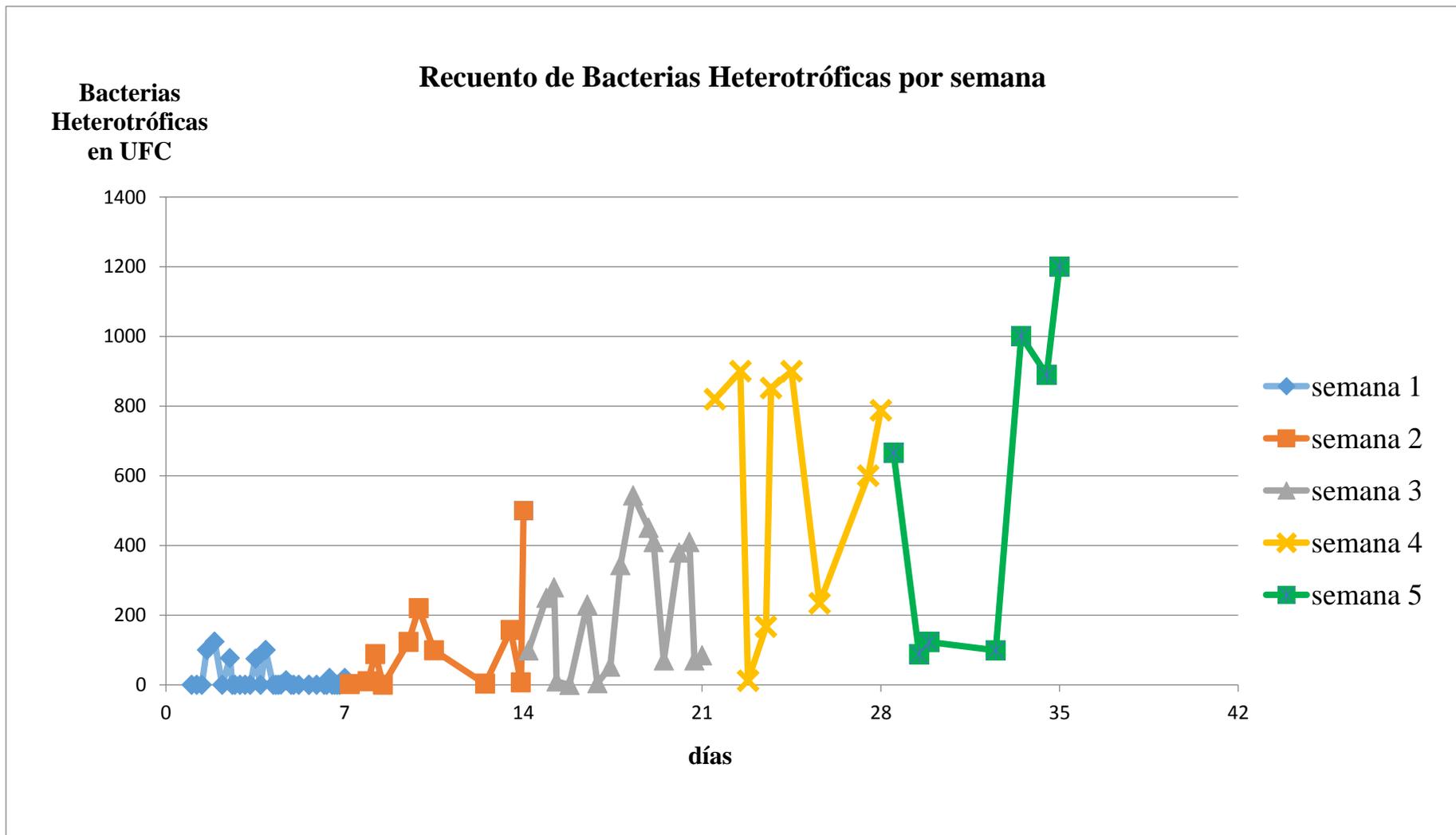


Figura 19: Recuento de Bacterias Heterotróficas por semana de Distribuidora de agua Natural SAC.

Se apreció una tendencia directamente proporcional entre conteo heterotrófico y las semanas, se nota que a medida que las semanas pasan el número de heterotróficos en UFC se incrementan debido a que las dosis de ozono no son elevadas dentro del agua tratada lo cual no oxida en su totalidad a las bacterias heterotróficas ya que su poder oxidante es de muy poco tiempo de duración.

Otra posible razón de incremento del número de heterotróficos se debe a un mal o deficiente desinfectado de los bidones retornables, porque contaminan directamente al agua tratada, debido a que los desinfectantes no tienen mucho rendimiento, esto hace que no se diluyen en su totalidad en el agua tratada o tienen un tiempo corto de exposición con las bacterias. Los desinfectantes que se utilizan en Distribuidora de agua Natural son el peróxido de hidrogeno y el ácido peracético

La acción bactericida del peróxido de hidrogeno en los envases de retornables tiene efectos oxidantes por producir OH y radicales libres, los cuales atacan a los componentes esenciales de los microorganismos (mayormente más a bacterias dentro de los envases de policarbonato) como lípidos, proteínas y ADN. Se degrada rápidamente en oxígeno y agua, por lo que precisa estabilizadores para su conservación Su mecanismo de acción consiste en la oxidación de los grupos sulfhídrico y los dobles enlaces de los enzimas de las bacterias, provocando una modificación conformacional de las proteínas que forman dichos enzimas, con la pérdida de su función, y por lo tanto, la muerte celular según Sánchez y Sáenz (2005). Acción bactericida del ácido peracético en los envases retornables es un antiséptico de tipo oxidante. Considerado un biosida más potente que el peróxido de hidrógeno, tiene la ventaja que destruye todo tipo de microorganismos, incluidos las esporas, es más activo en presencia de materia orgánica. El ácido peracético es un bactericida, esporicida, virucida y fungicida a concentraciones bajas. Oxida y desnaturaliza las proteínas y los lípidos de los microorganismos, lo que conduce a una desorganización de su membrana. Tiene una gran de saturación de iones H^+ puede tener lugar hinchazón de la célula mediante atracción de agua, lo cual hincha las membranas causando lisis celular según Sánchez y Sáenz (2005).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

La presente investigación se realizó en la empresa Distribuidora de agua natural S.A.C, ubicado en Av. César Canevaro 722 Lince, Lima y las pruebas microbiológicas en los laboratorios: ALEX STEWART (Assayers) del Perú S.R.L e INTERTEK TESTING SERVICIOS PERÚ S.A (LABORATORIOS CERTIFICADOS POR DIGESA).

3.2. MATERIALES

3.2.1. MATERIAS PRIMAS Y ENVASES

- Agua potable del distrito de Lince
- Agua tratada de la empresa Distribuidora de Agua Natural S.A.C.
- Envases de polycarbonato de 20 L

3.2.2. MAQUINAS E EQUIPOS

- Cisterna de 15.3 m³. (con un interruptores a flotante de ¾ pulgadas de marca Minimatic)
- Máquina de osmosis inversa de 10 GPM marca Hydromatic de 220 V monofásica
- Bomba centrífugas de 1 y 1.5 HP marca Pedrollo de 220 V mono y trifásica
- Niveladores de caudal de 10 GPM de marca Hydronix PFM – 210 monofásico
- Soportes de acero inoxidable (Inoxcentro S.A.C.)

- Tanques de polietileno “Canature” de 14x65 cm, 150 Psi, Tmin: 1° C y Tmax 55° C, max vacuum 140 mgHg (5.5 pulgadas Hg)
- Filtro 5.0 y 1.0 micras de 10 pulgadas marca Hydromatic
- Filtros purificadores marca Hydromatic de 0.2 micras de 10 pulgadas
- Lámparas UV marca Ba-ice-S, voltaje 100-240V-50/60Hz , 0.6° monofásica
- Procesadora de oxígeno marca Airsep. Topaz de 62 Kpa, 220V ±10% Hz 2.5A monofásica
- Generador de ozono Ozitech Nominal 65 Watts (60Hz), 92 Watts (50Hz) ,220V ±10% monofásica
- Venturi ¾ y 1 pulgada marca MAZZEI
- Válvulas check ¾ y 1 pulgada marca MAZZEI monofásico
- Radares de nivel marca METERI de 220 V monofásico
- Sensores marca LANBAO de: Sn: 40cm/200mA y Sn:8mm/300mA mono y trifásico
- Compresora Bauker 2 Hp Volt/Hz 220/60/1, 10/145 bar/psi, 9.0A, 220 V monofásico
- Fajas transportadoras Tianyang (con motor reductor de 0.37 KW, 2.06/1.2 A, 1730 RPM, 220 V trifásico.
- Máquina lavadora de bidones de 20 litros modelo XG-100/J 220 V trifásico
- Máquinas desinsectadora de bidones 20 litros XG-100/J 220 V trifásico
- Máquinas enjuagadora de bidones de 20 litros XG-100/J 220 V trifásico
- Máquinas llenadora de bidones de 20 litros XG-100/J 220 V trifásico
- Máquinas tapadora de bidones 20 litros XG-100/J 220 V trifásico
- Máquinas selladora de tapas de 20 litros XG-100/J 220 V trifásico
- Codificadora de fecha Citronix , 300 watts, 10-12 psi , 220 V monofásico

3.2.3. DESINFECTANTES DURANTE PRODUCCIÓN

- Peróxido de hidrógeno al 50 por ciento (1.195 g/ml a 20 °C)
- Ácido peracético 16 por ciento pura (ácido acético 30.0%, peróxido de hidrógeno 16%, agua desmineralizada 39%), densidad 1.100-1.150 g/ml

3.2.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS

a. Métodos microbiológicos

- Métodos de conteo de bacterias Heterotróficos
SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 B, 22 nd Ed, 2012. Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method, Approved by Standard Methods Comite, Según Reasoner y Geldreich (1985).
 - Métodos de conteo de Coliformes totales
SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B. 2-3,22 nd Multiple- Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group Standard Total Coliform Fermentation Technique, Según McCrady (1915).
 - Métodos de conteo de *Pseudomonas aureginosa*
ISO 16266: 2006 water quality – Detection and enumeration of *Pseudomonas aureginosa* – Method by membrane filtration, según Standar Methods for Examination of water (1955).
- #### b. Método físico - químicos
- Análisis de metales totales (plata residual)
ISO 17294-2. 2003 Water quality – Application of inductively coupled plasma mass spectromery (ICP-MS). determination of 62 elements. Según J.J Thomson (1912).

3.3. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

3.3.1. DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE AGUA TRATADA PARA CONSUMO HUMANO

En la figura 20 se presenta el diagrama de flujo de procesamiento de agua tratada para consumo describiendo cada bloque, luego en las figuras 21 y 22 se presenta un esquema del

pre-proceso y proceso del agua tratada respectivamente mostrando el diseño de procesamiento de la empresa Distribuidora de agua natural SAC.

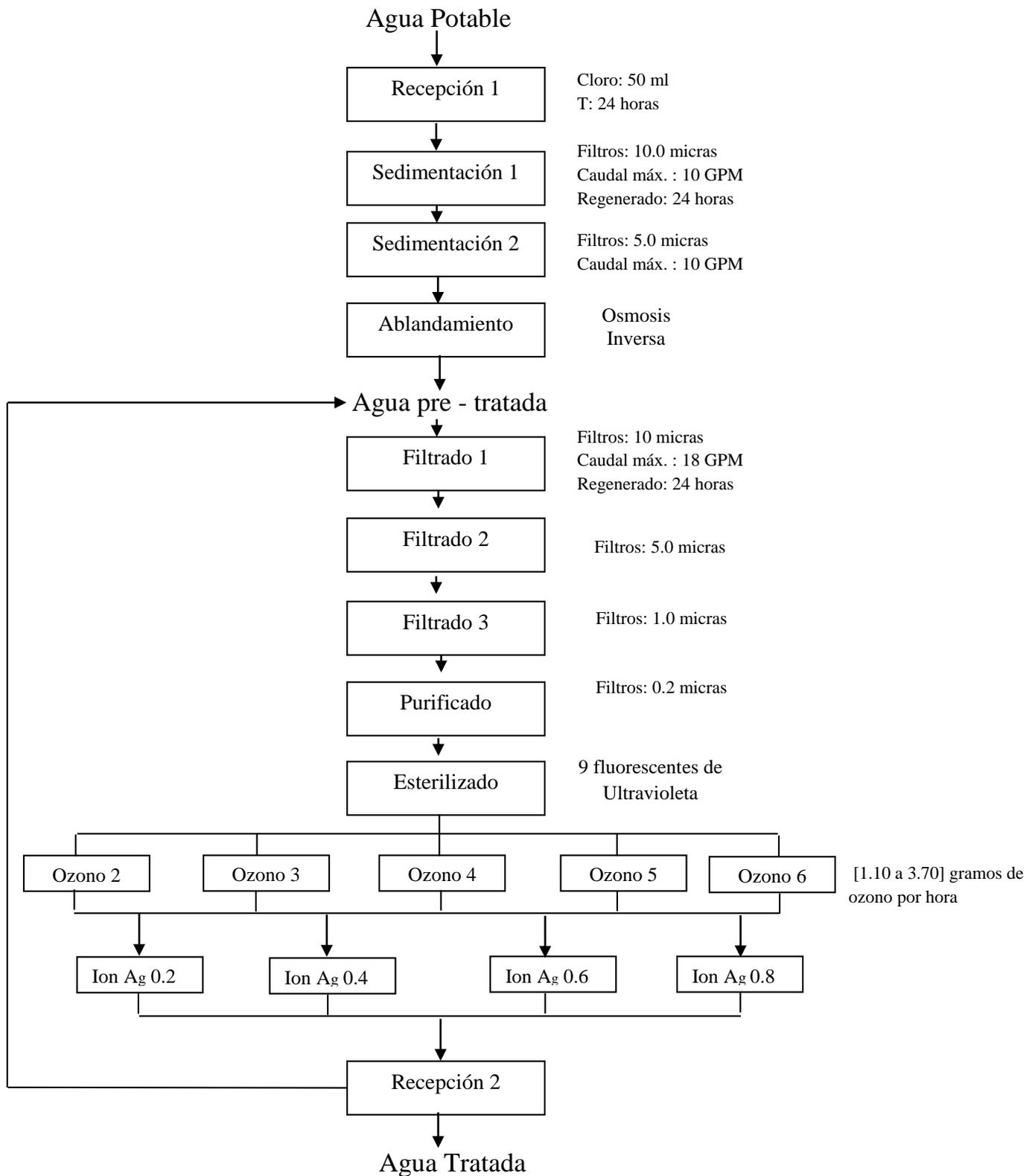


Figura 20: Flujograma de procesamiento de agua tratada para el consumo humano

- a. Pre-proceso:** En Distribuidora de agua Natural SAC, se recibe el agua de SEDAPAL
- **Recepción 1.** Se instaló una cisterna donde se deposita el agua de SEDAPAL, se clora diariamente, luego se utilizaron tres bombas para transportarla
 - **Sedimentación 1.** Lo realizaron tres filtros multimedia de sedimento (de lecho profundo) de 40 micras con una capacidad de 10 galones por minuto (GPM) cada uno, retiene impurezas sólidas como arena, lodo, antracita y turbidez del agua potable. Están armados con capas de antracita, arena filtrante en dos granulometrías y grava de soporte. Se regeneran diariamente.
 - **Sedimentación 2.** Se instalaron cinco filtros de 5.0 micras que reduce los contaminantes que afectan el agua pre tratada de tamaño superior a las 5 micras, eliminando arena fina, óxido y hasta lodo, estos cartuchos de filtros están compuesto de polipropileno Vigaflow que pasa a través de su diámetro, son cambiados cuando se ponen amarillentos o cuando reducen el caudal 10 GPM.
 - **Ablandamiento.** Se controló a través de una máquina de osmosis inversa, usada para separar sólidos disueltos como el carbonato de calcio, todo tipo de sales como, sodio, calcio, boro, hierro, cloruros, sulfatos, nitratos y bicarbonatos.
 - **Agua pre-tratada.** Fue transportado a los tanques de agua pre-tratada donde se combinaron con el agua tratada.
- b. Proceso:** Se recibió el agua pre-tratada con agua tratada recirculada cuatro veces en tres secciones que fueron absorbidas por 3 bombas independientemente llevados a los filtros 1.
- **Filtrado 1.** Lo realizaron tres filtros multimedia de carbón activado de 10 micras con una capacidad 18 GPM cada una. El carbón activado trabaja absorbiendo los componentes no deseados en el agua como el cloro, olor, sabores raros. Diariamente son regenerados, son cambiados cada dos meses por tanque.
 - **Filtrado 2.** Lo hicieron nueve filtros de 5.0 micras que retiene las impureza de lleva el agua pre-tratada y tratada están compuesto del mismo material de los filtros de 5.0 micras en el pre tratamiento, son lavados diariamente con peróxido o cambiados cuando el caudal baja hasta 3 GPM.
 - **Filtrado 3.** Lo hicieron nueve filtros de 1.0 micra que retiene la impureza y microorganismos como bacterias y minerales, estos cartuchos de filtros están

compuesto los mismo que los filtros de 5.0 micra y son lavados diariamente con peróxido o cambiados cuando el caudal baja hasta 3 GPM.

- **Purificado.** Lo hicieron nueve filtro purificador 0.2 micras, son bacteriológicos y retienen minerales, necesitan retro lavarse diariamente y son remojados con peróxido para la eliminación de los microorganismos, son desechables y deben al mes o cuando el caudal baje a 3 GPM
- **Esterilizado.** Lo hicieron nueve lámparas de ultravioleta y cada una tiene un rango de tratamiento de 100–150 voltaje y 0.6–1.0 amperios, las lamparas son cambiadas cada año según su tiempo de vida.
- **Ozonizado.** Es un agente fuertemente oxidante para los microorganismos, se conectaron con dos valvulas check para el agua tratada no retroceda al concentrador de oxígeno ni al ozonizador por ultimo esta 2 valvulas estan conectadas al tanque de contacto.
- **Ionizado.** Es un agente reductor contra microorganismos donde se conecta despues del tanque de contacto.
- **Recepcion 2.** Genera turbulencia para que ozono tenga mas contacto con el agua tratada, luego se conecta con el ion de plata para ir a recircular o para el llenado.

3.3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA TRATAMIENTO DE AGUA TRATADA ENVASADA PARA CONSUMO HUMANO CON IONES DE PLATA Y OZONO

En la figura 23 se muestra el diseño experimental, está dividida en cinco partes: toma de muestra de agua potable para el conteo microbiológico, pre-proceso, proceso, tratamientos con iones de platas y ozono; y finalmente llenado de máquina. Todas las muestras de agua tratada fueron envasadas en bidones de veinte litros, posteriormente se llevaron a los laboratorios para sus análisis, estas evaluación son: Evaluación microbiológica del agua potable de la empresa, conteo microbiológico del agua tratada envasada para consumo humano con diferentes tratamientos de iones de plata y ozono, Análisis con el programa *Stat Advisor* (tratamiento ideal) y análisis residual del contenido de iones de plata en el agua tratada.

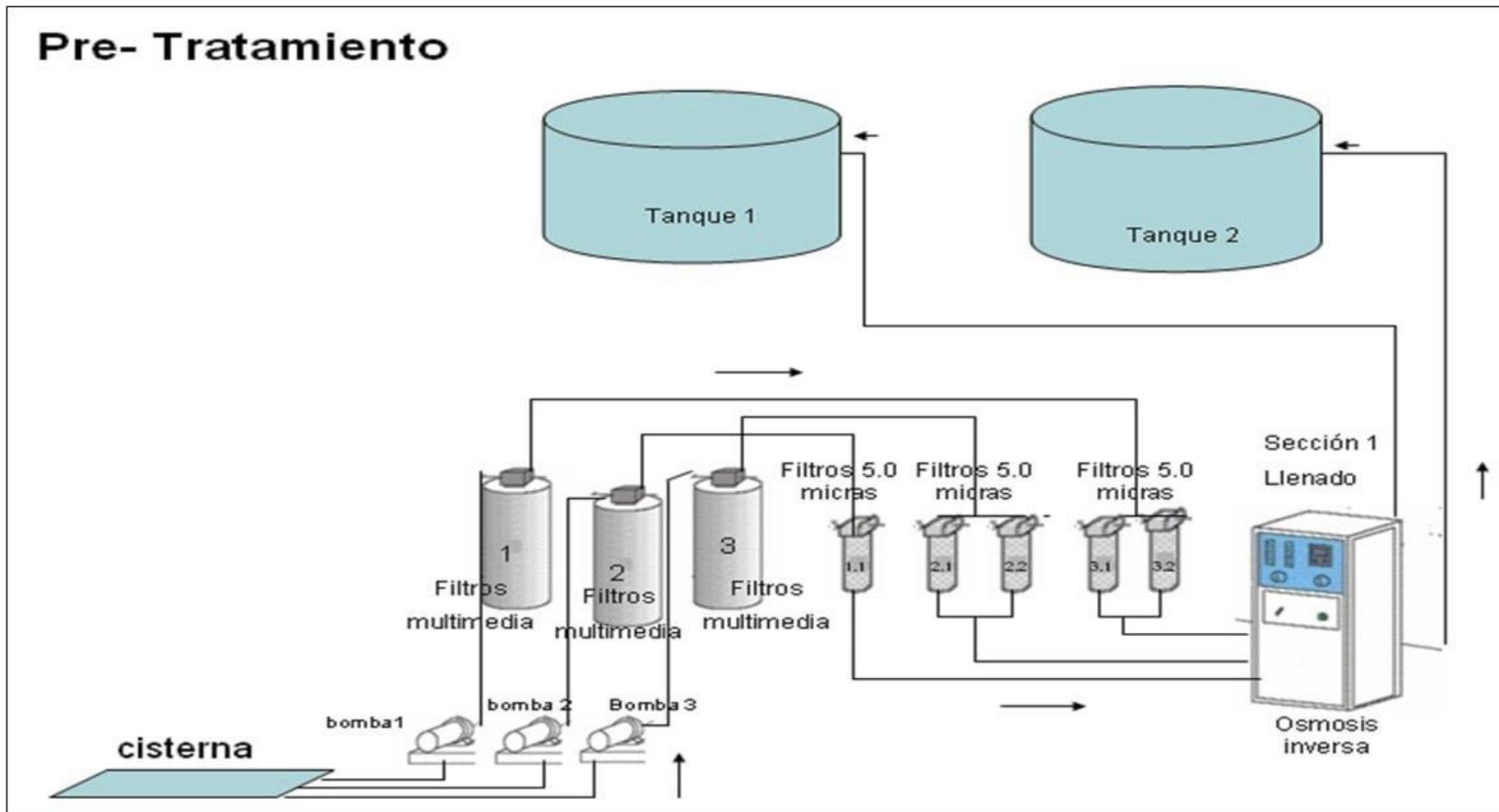


Figura 21: Pre-proceso

FUENTE: Elaboración propia

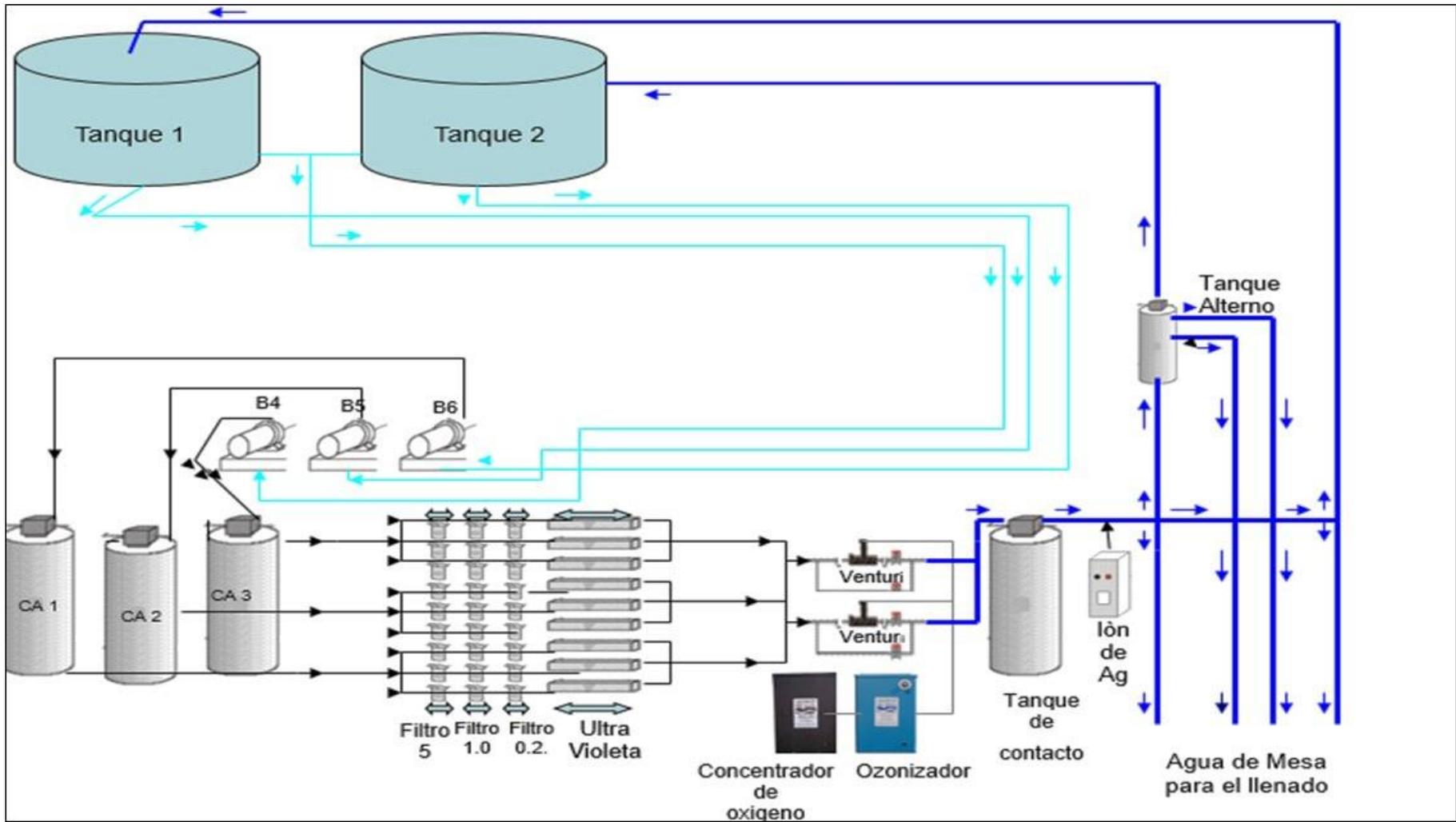


Figura 22: Proceso

B4, B5, B6: bombas de acero inoxidable, CA1, CA2, CA3: carbón activado.

FUENTE: Elaboración propia

| MATERIA PRIMA | PRE - PROCESO | PROCESO | TRATAMIENTO | MAQUINA DE LLENADO |
|--|--|---|--|--|
| Agua potable del distrito de Lince | <p>Agua Potable</p> <p>↓</p> <p>Recepción 1</p> <p>↓</p> <p>Sedimentación 1</p> <p>↓</p> <p>Sedimentación 2</p> <p>↓</p> <p>Ablandamiento</p> <p>↓</p> <p>Agua pre - tratada</p> | <p>Agua pre - tratada</p> <p>↓</p> <p>Filtrado 1</p> <p>↓</p> <p>Filtrado 2</p> <p>↓</p> <p>Filtrado 3</p> <p>↓</p> <p>Purificado</p> <p>↓</p> <p>Esterilizado</p> <p>↓</p> <p>Ozonizado</p> <p>↓</p> <p>Ionizado</p> <p>↓</p> <p>Recepción 2</p> | <p>T R A T A M I E N T O</p> | <p>→ Bidón 1</p> <p>→ Bidón 2</p> |
| <p><u>Toma de muestra:</u> agua directa a la cisterna en la empresa Distribuidora de agua natural.</p> <p><u>Prueba Microbiológicas:</u> Bacterias heterotróficas, Coniformes totales, <i>Pseudomonas aureginosa</i></p> | <p><u>Recepción 1:</u> control de clorado diario, 50 ml de cloro para un cisterna de 15.3 m³</p> <p><u>Sedimentación 1:</u> control diario de los filtros 5 micras.</p> <p><u>Sedimentación 2:</u> control de los filtros 1 micra.</p> <p><u>Ablandamiento:</u> Control diario de la dureza de agua menor a 500 ml/g de CaCO₃).</p> <p><u>Agua pre- tratada:</u> es depositada en los 2 tanques de 2500 litros</p> | <p><u>Filtrado 1:</u> control diario de tanque de carbón activado regenerado diariamente.</p> <p><u>Filtrado 2:</u> control diario de los filtros 5 micras.</p> <p><u>Filtrado 3:</u> control diario de los filtros 1 micras.</p> <p><u>Purificado:</u> control diario de los filtros 0.2 micras.</p> <p><u>Esterilizado:</u> control diario tubo ultravioletas de rango 100- 150V y 0.6 – 1.0A.</p> <p><u>Ozonizado:</u> control del equipo de c ozono en SCFH</p> <p><u>Ionizado:</u> control de las descargas de iones de plata en Amperios.</p> <p><u>Recepción 2:</u> tanque de contacto</p> | <p>Diferentes tipos de tratamientos para minimizar el contenido de microorganismos</p> <p><u>Ozono:</u> equipo genera de ozono de 1.10 a 3.70 gramos de ozono por hora con un rango 2 – 6 SCFH representados en O₃2, O₃3, O₃4, O₃5 y O₃6.</p> <p><u>Ion de plata:</u> equipo de descargas eléctrica de rango de .0.2 – 0.8 amperios representado: I_{0.2}, I_{0.4}, I_{0.6} y I_{0.8}</p> | <p>Se mandaron las 60 muestras al laboratorio para el conteo de Heterotróficos, Coliformes totales y <i>Pseudomonas aureginosa</i>.</p> <p>Se utilizó el programa Stat Advisor para el tratamiento ideal, se mandaron validar.</p> <p>Se mandaron hacer análisis residual de iones de plata para ver los efectos adversos.</p> |

Figura 23: Diseño experimental en el uso de iones de plata y ozono en el tratamiento de agua para consumo humano.

FUENTE: Elaboración propia.

a. Evaluación microbiológica del agua potable de la empresa Distribuidora de agua Natural S.A.C

Se realizó pruebas microbiológicas en la cisterna de depósito de agua potable, se analizó la existencia y cantidad de bacterias Heterotróficas, Coliformes totales y *Pseudomonas aureginosas*, según lo exigido por la Dirección general de Salud para agua potable. Para el muestreo se tomó un litro de agua de la cisterna, se etiquetó y se refrigeró a una temperatura no mayor de diez grados, posteriormente fueron enviadas a los laboratorios certificados para su análisis respectivo.

b. Conteo microbiológico del agua tratada envasada para consumo humano con diferentes tratamientos de iones de plata y ozono

Según el diseño experimental (figura 23), se aplicaron 2, 3, 4, 5 y 6 dosis de ozono en pies cúbicos por hora estándar (SCFH) controlado por un equipo generador de ozono con una producción de 1.10 a 3.70 gramos de ozono por hora con descargas de iones de plata de 0.2, 0.4, 0.6 y 0.8 amperios con 4 segundos de oscilación. Se combinaron las 5 dosis de ozono y las 4 descargas de iones de plata obteniendo 20 tratamientos con 3 repeticiones llegando a tener 60 muestras en bidones de 20 litros, luego fueron almacenadas a temperatura ambiente entre los meses de Octubre del 2014 hasta Octubre del 2015, luego se hizo el conteo microbiológicos del agua envasada tratada de bacterias heterotróficas, coliformes totales y *Pseudomonas aureginosa*. Se utilizó en programa Stat Advisor para el análisis estadístico de los tratamientos con iones de plata y ozono en función al conteo de microorganismos indicadores para agua tratada envasada sin gas, el programa estadísticos evalúa: de efectos principales, superficie respuesta estimada, contornos de superficie respuesta y tratamiento ideal, cuya meta es tener 0.0 UFC/mL de microorganismos en el agua tratada. El tratamiento ideal se validó con una nueva muestra llevada al laboratorio.

c. Análisis residual del contenido de iones de plata en el agua tratada

Se analizó la cantidad residual de plata en mg/L en el agua tratada envasada en bidones de veinte litros donde fueron almacenadas a temperatura ambiente y se mandaron evaluar análisis fisicoquímicos entre los meses Mayo del 2013 hasta mayo del 2016, para evaluar el cumplimiento de los límites permisibles por DIGESA.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS MICROBIOLÓGICO DEL AGUA POTABLE EN LA CISTERNA DE LA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL S.A.C

Los resultados de análisis bacteriológicos del agua potable del distrito de Lince en la cisterna de la empresa Distribuidora de agua natural se reportaron en el cuadro 5.

Cuadro 5: resultados bacteriológicos del agua potable en la cisterna

| BACTERIAS INDICADORAS | CONTEO (a) |
|-------------------------------------|------------|
| Bacterias Heterotróficas(*) | 48 |
| Coliformes Totales(**) | 0 |
| <i>Pseudomonas aureginosa</i> (***) | 0 |

(a) : promedio

(*) : UFC/ml

(**) : NPM/100 ml

(***) : Ausencia/100 ml

FUENTE: Distribuidora de Agua Natural SAC.

Las bacterias indicadoras para el agua de consumo humano (red pública) contemplados por la Norma Técnica Nacional (NTN ITINTEC 214.003) son tres: Bacterias heterotróficas, coliformes totales y coliformes fecales o termotolerantes y *E. coli*, se consideró a la *Pseudomonas aureginosa* y no a los coliformes fecales y a las *E. coli*, debido a que el trabajo de investigación se enfoca a lo que exige DIGESA para agua tratadas no carbonada envasada. García (2014) dice que en Argentina, Uruguay y Venezuela consideran a la *Pseudomonas* como indicador adicional de calidad dentro de sus normas para su agua potable, por ese motivo se analizó el conteo de las *Pseudomonas aureginosa*.

Se contabilizó 48 UFC/ml de bacterias heterotróficas, según Marchand (2002) engloba a los géneros más conocidos: *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Klebsiella*, *Xanthomonas*, *Flavobacterium*, *Acinetobacter*, *Achromobacter*, *Erythrobacter*, *Xanthomonas*, *Alcaligenes*, *Cytophaga*, *Serratia*, *Candida*, encontrados casi un 70 por ciento en inmuebles de los distritos de Rímac, San Martín de Porres, Cercado, Lince, La Victoria, Miraflores y Surco.

Según Ruskin (2001) para mantener niveles bajos de carga bacteriana heterotrófica se vierte 1.5 a 2.0 miligramos por litro de cloro libre por tonelada de agua en las cisternas de agua potable, los cuales Distribuidora de agua natural vierte 50 ml de cloro libre diarios en una cisterna de 15.3 m³ para reducir la carga microbiana. La NTN establece como límites permisibles un máximo de 500 bacterias Heterotróficas por mililitro para agua potable, por lo tanto aún con los resultados obtenidos del recuento de bacterias heterotróficas, éstas se encuentran dentro de lo permisible.

No existe coliformes totales ni *Pseudomonas aeruginosa* en la cisterna de Distribuidora de agua natural; según Allen (1996) las especies de *Enterobacter* y *Klebsiella* (ambos coliformes totales) y las *Pseudomonas aeruginosa* colonizan con frecuencia las superficies internas de las cañerías de agua y tanques de almacenamiento (a menudo llamado “rebrote”) y crecen formando una biopelícula cuando las condiciones son favorables (presencia de nutrientes, temperatura cálidas, bajas concentraciones de desinfectantes y tiempos largos de almacenamiento).

Según Marchand (2002) en su investigación encontraron coliformes totales casi un 70 por ciento y de *Pseudomonas aeruginosa* 8.03 por ciento en inmuebles de los distritos de Rímac, San Martín de Porres, Cercado, Lince, La Victoria, Miraflores y Surco. Madigan (2003) menciona sobre la diferencia de resistencia a la desinfección entre Gram (-) se da a su composición de su membrana lipopolisacárida (LPS) y el ácido en la membrana externa, lo cual quiere decir que las coliformes y las pseudomonas tienen membranas más débiles que los heterotróficos los cuales no soportan la presencia de cloro libre. Según la NTN establece ausencia de Coliformes Totales y las *Pseudomonas*, por lo tanto se cumple lo establecido.

La calidad microbiológica del agua en red pública (SEDAPAL) es óptima según Galarraga (1984) la contaminación se da en los sistemas de distribución y almacenamiento a nivel de inmuebles, los puntos críticos se dan en los tanques y cisternas de reserva en las viviendas y hospitales, con respecto al almacenamiento, este no es controlado por las autoridades sanitarias y no se le da la importancia debida. La contaminación del agua en tanques y cisternas se debe principalmente a la deficiente protección física de los reservorios de agua, así como la inadecuada limpieza y desinfección de dichos reservorios periódicamente. La principales deficiencias en el mantenimiento de tanques y cisternas son corrosión de la tubería interna y válvula, lo cual favorece la colonización de microorganismos, lo cual la cisterna de distribuidora de agua natural cuenta con un calendario de limpieza, mantenimiento y clorado para evitar carga bacteriana que afecte en el tratamiento de agua con iones de plata y ozono.

4.2. RESULTADOS DE CONTEO MICROBIOLÓGICO DEL AGUA TRATADA PARA CONSUMO HUMANO CON DIFERENTES TRATAMIENTOS DE IONES DE PLATA Y OZONO

En el cuadro 6 se muestra el resultado de los veinte tratamientos (con 3 repeticiones) con aumentos en la concentración de ozono en SCFH y aumentos en descargas eléctricas de iones de plata en amperios en el tratamiento de agua envasada.

IWATER (2016) empresa mexicana recomienda un equipo generador de ozono de 2.4 gramos de ozono por hora con una válvula venturi de 3/4 pulgadas para una máquina de llenado automático de bidones de 20 litros de capacidad de 200 bidones por hora cuyos rangos van de 2 a 7 SCFH. La empresa mexicana *Quality Water System* (2016) dice que la dosis recomendada de iones de plata residual es de 0.08 ppm, para aguas tratadas envasadas que se encuentra en un rango de descarga eléctrica de 0.5 – 1.0 amperios con 4 segundos de oscilación, los cuales se hacen los cambios de la placa de plata anualmente y las calibraciones de descarga según el técnico de mantenimiento, Distribuidora de agua natural tienen los mismos equipos de las empresas mexicanas citadas, con el mismo caudal de llenado para bidones de veinte litros y los mismos parámetros de ajustes de iones de plata y ozono, por lo tanto se hicieron los ajustes según el diseño experimental (figura 23). Los resultados de los veinte tratamientos promedios con iones de plata y ozono se dan a continuación:

Cuadro 6: Resultados de tratamientos con iones de plata y ozono para minimizar el contenido de bacterias heterotróficas, coliformes totales y *pseudomonas aeruginosa* del agua tratada envasada para consumo humano (promedio de las tres repeticiones)

| OZONIZADO(*) | IONIZADO(**) | HETEROTRÓFICAS(***) | COLIFORMES(****) | <i>PSEUDOMONAS</i> (****) |
|--------------|--------------|---------------------|------------------|---------------------------|
| 2 | 0.2 | 9133 | < 1.1 | Ausencia |
| 3 | 0.2 | 7000 | < 1.1 | Ausencia |
| 4 | 0.2 | 3700 | < 1.1 | Ausencia |
| 5 | 0.2 | 933 | < 1.1 | Ausencia |
| 6 | 0.2 | 426 | < 1.1 | Ausencia |
| 2 | 0.4 | 6167 | < 1.1 | Ausencia |
| 3 | 0.4 | 807 | < 1.1 | Ausencia |
| 4 | 0.4 | 165 | < 1.1 | Ausencia |
| 5 | 0.4 | 88 | < 1.1 | Ausencia |
| 6 | 0.4 | 37 | < 1.1 | Ausencia |
| 2 | 0.6 | 1600 | < 1.1 | Ausencia |
| 3 | 0.6 | 1053 | < 1.1 | Ausencia |
| 4 | 0.6 | 217 | < 1.1 | Ausencia |
| 5 | 0.6 | 37 | < 1.1 | Ausencia |
| 6 | 0.6 | 13 | < 1.1 | Ausencia |
| 2 | 0.8 | 493 | < 1.1 | Ausencia |
| 3 | 0.8 | 91 | < 1.1 | Ausencia |
| 4 | 0.8 | 16 | < 1.1 | Ausencia |
| 5 | 0.8 | 6 | < 1.1 | Ausencia |
| 6 | 0.8 | 1 | < 1.1 | Ausencia |

(*) : SCFH Standar Cubic Feet per Hour

(**): Promedio de tres repeticiones en UFC / ml (unidades formadora de colonias por mililitro)

(****) : NPM/ 100 ml (Número más probable por 100 mililitros)

En el cuadro 6 se aprecia la reducción de las bacterias heterotróficas según la intensidad de los tratamientos y ausencia de coliformes totales y *Pseudomonas aeruginosa*. Zamora (2011) dice que en el agua de mesa sin gas se aplica un tratamiento de ozonizado que es una reacción del ozono en el agua, se realiza bajo dos mecanismos: primero en forma directa debido a su triple valencia, es capaz de oxidar muchos compuestos orgánicos e inorgánicos (que están dentro de bidones retornables) en forma lenta; el segundo, en forma rápida, por la formación de ion hidroxilo, agente oxidante de mayor poder que el mismo ozono, por lo que se le utiliza para oxidar los constituyentes indeseables del agua como metales pesado del agua de mesa sin gas. El tratamiento de ozonificación actúa en las bacterias al ser destruidas debido a la oxidación protoplasmática, dando como resultado la desintegración de la pared de la célula (fisuramiento o lisis de la célula). La oxidación o destrucción directa de la pared de la célula de las bacterias heterotróficas, Coliformes Totales y *Pseudomonas aeruginosa* provoca la salida de componentes celulares fuera de la misma, estas reaccionan con los subproductos radicales de la descomposición del ozono, causando daño a los componentes de los ácidos nucleicos (purinas y pirimidinas) que son ruptura de las uniones de carbono-nitrógeno que conduce a la despolimerización EPA (1999). Por esta razón se deduce que el ozono no es suficiente para reducir al mínimo las bacterias heterotróficas, por ello es mejor cuando se complementa con los iones de plata.

Lin ye *et al.* (1996) indican que el ion de plata produce daño o interrupción en la permeabilidad de la pared celular y por lo tanto evita la toma de nutrientes. Los iones de plata penetran en la pared celular creando la entrada de la plata (Ag^+). Estos penetran en el núcleo de los microorganismos, uniéndose a varias partes de la célula como el ADN y el ARN, proteínas y enzimas respiratorias impidiendo el funcionamiento normal de estos sistemas celulares. Como resultado no hay más crecimiento celular o división celular, impidiendo la multiplicación y desarrollo de los microorganismos y provocando su muerte. Los iones se mantienen activos hasta que son absorbidos por un microorganismo. La dosificación de iones de plata para desinfectar el agua embotellada se encuentran en una concentración de 0.05 a 0.1 mg/L según las normas americanas, al respecto DIGESA menciona que el límite permisible para la determinación de plata en el agua para consumo tiene como límite máximo de 0.05 mg/L, los cuales estos resultados de conteo de plata se verá en el siguiente subtítulo.

Zamora (2011) comenta la combinación del poder desinfectante del ozono con los iones de plata, es debido a que el ozono tiene un alto poder oxidante pero tiene un tiempo de contacto muy reducido aproximadamente diez minutos, debido a su corto tiempo lo cual se complementa con los iones de plata debido a su efecto bactericida residual a largo tiempo (dependiendo a la oscilación de descarga eléctrica podría durar semanas) suficiente para ser combinado con el poderoso poder oxidante del ozono lo cual ambos proporcionan un fuerte bactericida con características oxidativa y reductora a la vez en el proceso de desinfección del agua tratada. Los cuales según los resultados son suficientes en dosis menores para las eliminar en su totalidad a las Coliformes Totales y *Pseudomonas aeruginos* cumpliendo lo que exige DIGESA, por otro lado para reducir al mínimo a las bacterias heterotróficas se deben aumenta la dosis de ionizado y ozonizado.

En la figura 24, Zamora (2011) explica con más detalle el comportamiento de los iones de plata y el ozono en función al conteo heterotrófico vs tiempo.

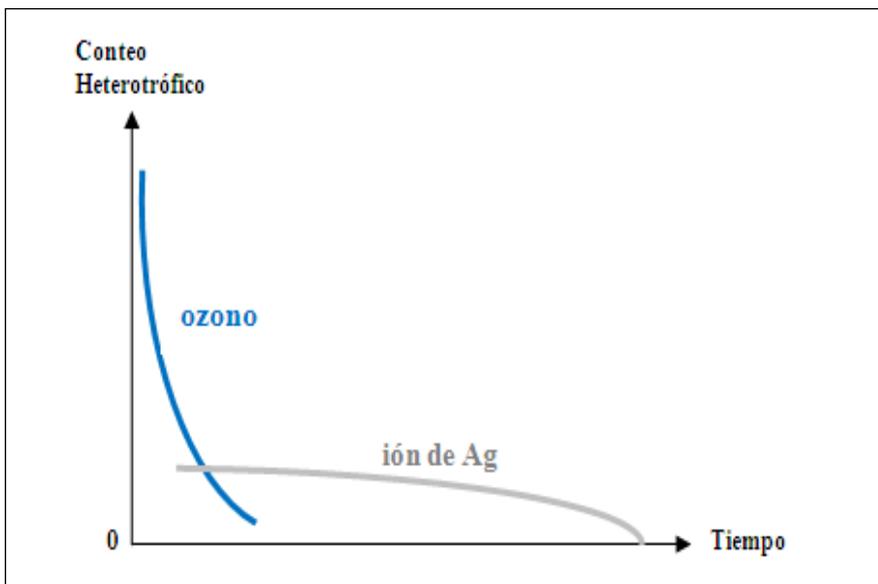


Figura 24: Comportamiento de los iones de plata y ozono en función al conteo heterotrófico vs tiempo.

En la figura 24 se muestra el comportamiento del ozono y los iones de plata, por su acción inestable el ozono oxida a las bacterias heterotróficas que no pudieron retenerse en la fila de filtros, la línea azul indica que el ozono parte en un tiempo aproximado a 0 con una alta cantidad de bacterias heterotróficas reduciéndolo en un tiempo corto por su poder oxidativo,

según explicado por Zamora (2011), una vez que el ozono se halla disuelto habrá minimizando en su totalidad a los microorganismos heterotróficos y es donde actúa los iones de plata (línea gris), como se puede observar tiene un poder desinfectante es más prolongado para poca cantidad de heterotróficos, su poder reductor explicado por Lin ye *et al.*, (1996) lo cual actúa de manera residual si es que ocurriera una recontaminación del agua tratada envasada.

Con respecto a los subproductos producidos por el ozono en el momento de la desinfección del agua tratada envasada para consumo humano según Deininger y Skadsen (1998) menciona que no se conoce ningún efecto adverso directo sobre la salud, sin embargo, al igual que el cloro, el ozono puede producir subproductos como: bromatos, el bromoformol, el ácido bromoacético, los aldehídos, las cetonas y los ácidos carboxílicos que son probablemente la mayor inquietud para la salud. Debido a que en el proceso de filtración (purificador de 0.2 micras) retienen metales pesados, lo cual quiere decir que es poco probable que se encuentren subproductos en el agua tratada, los resultados toxicológicos se muestran en los anexos 11 y 13.

4.2.1. EVALUACIÓN DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS CON IONES DE PLATA Y OZONO EN LAS BACTERIAS HETEROTRÓFICAS EN EL AGUA TRATADA ENVASADA.

En las siguientes figuras se observa la acción bactericida de los tratamientos para la reducción de las bacterias heterotróficas (cuadro 6). Se observa la tendencia a una minimización de estos microorganismos en el incremento de los tratamientos.

En la figura 25 muestra la tendencia de los diferentes tratamiento, la línea azul es el tratamiento con una dosis de 0.2 amperios de descarga eléctrica de iones de plata los cuales se combinaron con diferentes concentración de ozono de 2 a 6 SCFH, los cuales no se redujeron hasta 10 UFC/mL de conteo heterotrófico (línea roja de limite permisible), la línea naranja de 0.4 amperios llega al límite permisible pero a medida que el ozonizado disminuye se tiene grandes conteos de bacterias heterotróficas, entre las líneas ploma 0.6 amperios y la línea amarilla de 0.8 amperios se encuentra la menor cantidad de bacterias los cuales son los

valores de iones de plata y ozono más aceptables.

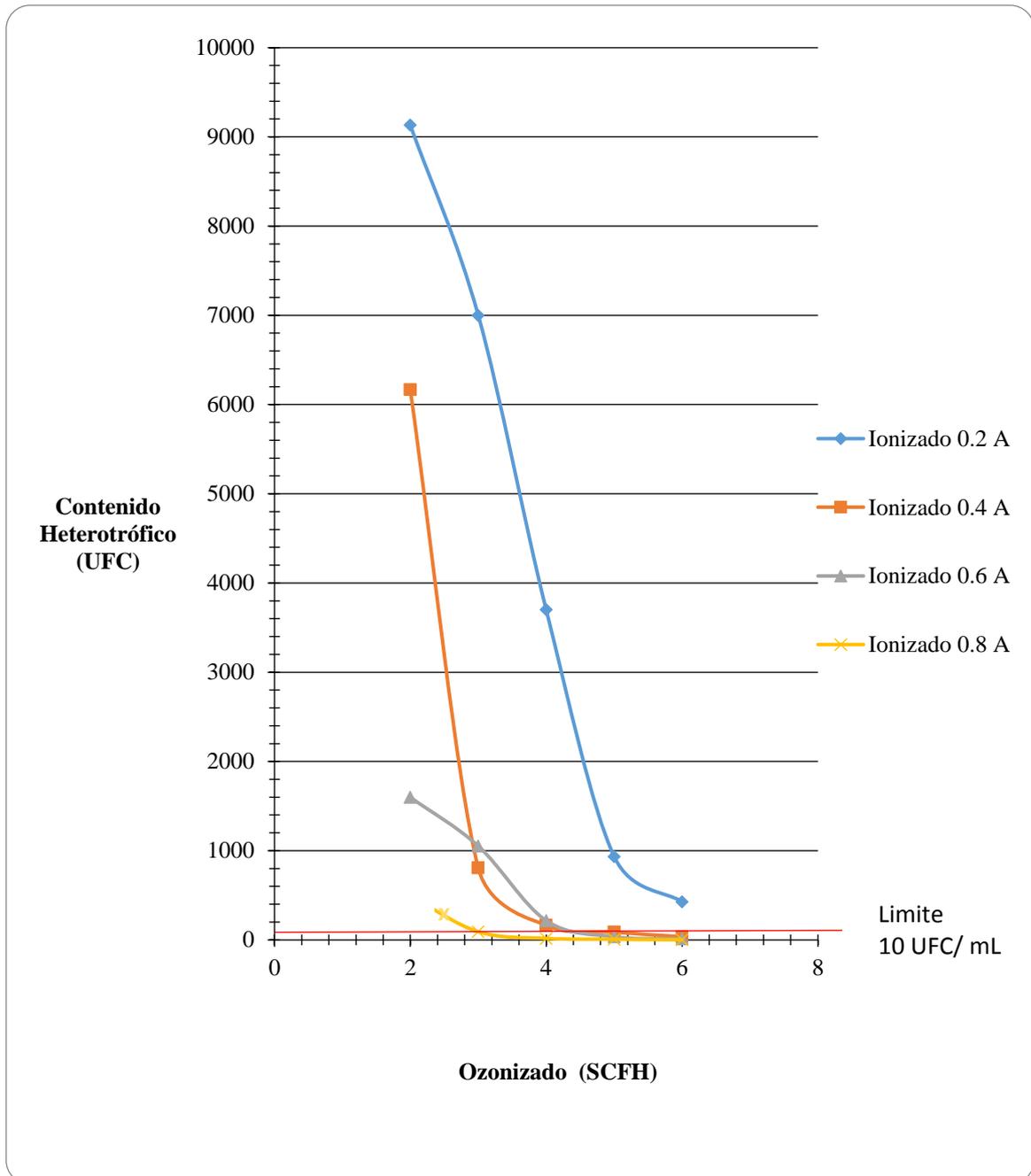


Figura 25: Diferentes tratamientos con iones de plata y ozono minimizar el contenido de bacterias heterotróficas.

En la figura 25 se observó las tendencias de los tratamientos en las reducciones heterotroficadas hasta cumplir un conteo de 10 UFC/mL según lo establecido por DIGESA, cuando se trabaja con dosis altas de ozono y descargas altas de iones de plata. En la figura 26 se muestra las

dos mejores tendencias los cuales se podrá observar un mejor panorama de la reducción heterotrófica.

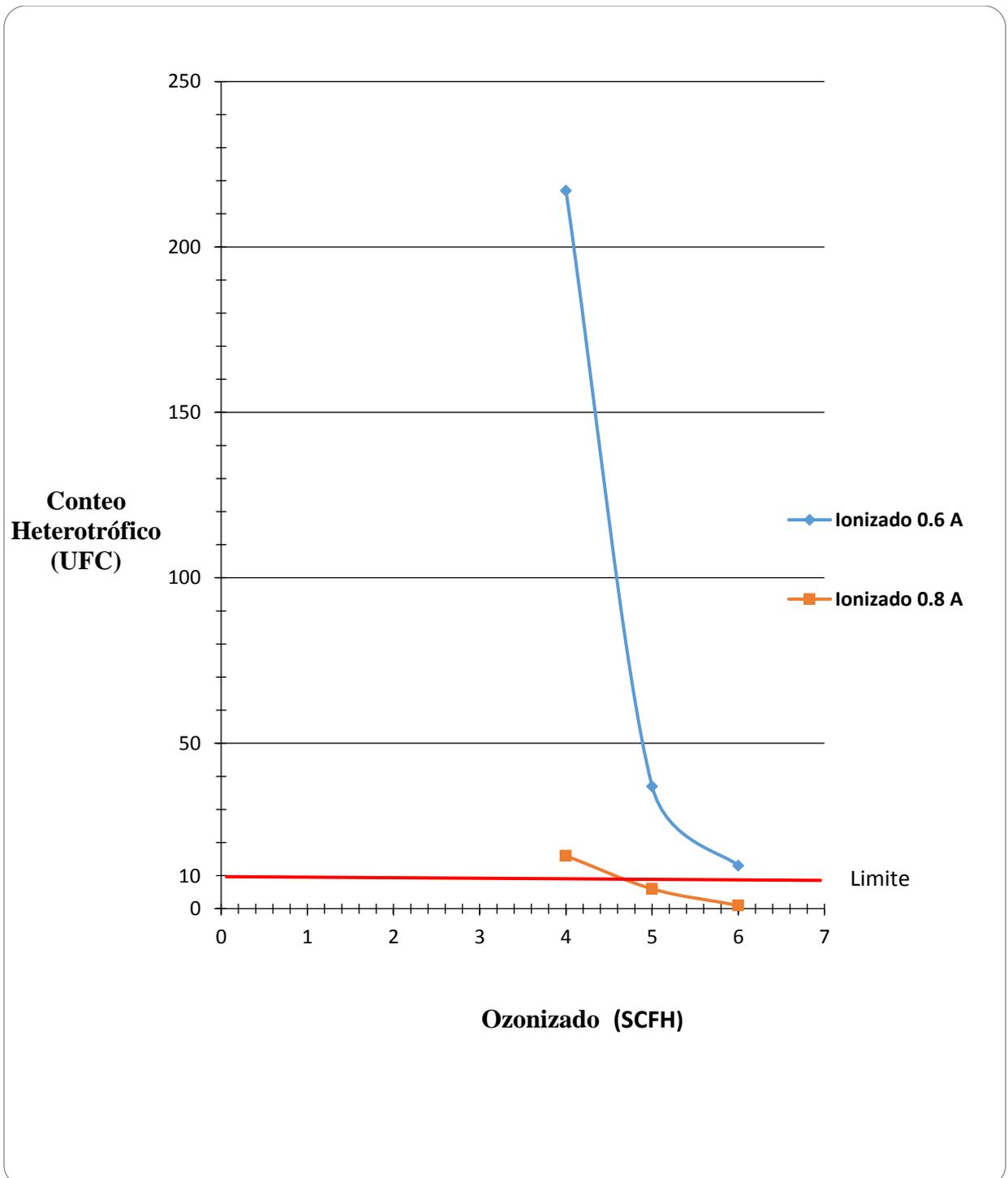


Figura 26: Efecto de altas descargas eléctricas de iones de plata y concentraciones altas de ozono.

En la figura 26 se observó las tendencias de los tratamientos para un reducción al mínimo de las bacterias heterotróficas, la dosis de ozono y las descargas de iones de plata más adecuadas son de 5 y 6 SCFH de ozono con 0.8 Amperios de iones de plata.

Según Marchand (2002), las bacterias heterotróficas son un grupo de bacterias ambientales de amplia distribución a nivel acuático que causan problemas en el tratamiento de agua potable como agua comercial que si no se lleva buenos tratamientos de desinfección puede causar a larga problemas de colonización en el agua tratada. Lo cual si no se tiene concentraciones elevadas y adecuadas de iones de plata y ozono pueden crecer en el agua tratada embotellada como se puede ver en los tratamientos de 0.2 y a 0.4 amperios a diferentes concentraciones de ozono se puede observar los conteos elevados de bacterias heterotróficas.

Cabrera *et al.* (2007) menciona que la resistencia bacteriana a los desinfectantes es una propiedad natural de la misma bacteria (intrínseca) o conseguida por mutación o adquisición de plásmidos (autoreplicación, ADN extra cromosómico) o transposones (cromosomal o integrado en plásmidos, cassetes de ADN transmisibles). La resistencia intrínseca se ha demostrado para la bacteria Gram (+) como las en Micobacterias (bacterias ácido-resistentes), y las Gram (-) como las Rhizobium en condiciones ambientales son más resistentes a los desinfectantes, debido a su membrana externa que actúa como barrera que limita la entrada de varios tipos de agentes antibacterianos y a la oxidación. Por lo que si no se recircula el agua tratada en todo sistema de tubería del tratamiento pueden adquirir resistencia y pueden aparecer en los mismos sistemas de tuberías o aparecer en los porta filtros o filtros de 5.0, 1.0 micras y el filtró pulidor de 0.2 micras, en los sistemas de accesorios de tubería (codos, T, válvulas check y Venturi) que son los puntos críticos donde pueden resistir las bacterias heterotróficas. Por otra parte Deininger y Skadsen (1998) indican que las bacterias se hacen resistentes cuando se aplica el mismo desinfectante (iones de plata y ozono) y en dosificaciones menores en los sistemas de tratamientos de agua para consumo humano. Según Hidrotech – Perú, (2016) (soluciones en planta de tratamiento de agua) recomienda que se debe contar con un calendario de saneamiento de sistemas de tuberías los cuales se aplica peróxido de hidrogeno al 50 por ciento y ácido peracético que son complementario a los iones de plata y ozono que tiene un poder oxidante fuerte los cuales se hacen recircular por el sistema de tuberías y junto a las recirculadas de iones de plata y ozono contrarrestar la resistencia de las bacterias.

4.2.2. ANÁLISIS DE GRAFICAS ESTADÍSTICAS DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS CON IONES DE PLATA Y OZONO PARA BACTERIAS HETEROTRÓFICAS

Utilizando los datos de los veinte resultados promedio de las bacterias heterotróficas (cuadro 6) se utilizó el programa estadístico StatAdvisor, que buscó el tratamiento ideal cuya meta es 0.0 UFC/mL de bacterias heterotrofas. Entre las gráficas que presenta el programa StatAdvisor están la gráfica de efectos principales para los microorganismos heterotróficos, superficie respuesta estimada para el conteo de microorganismos heterotróficos, contornos de superficie de respuesta estimada y la gráfica de tratamiento ideal para la reducción de microorganismo heterotrófico.

a. Análisis de efecto principales para microorganismos heterotróficos con aplicaciones de iones de plata y ozono

En la figura 27 se muestra los efectos principales que tiene el ionizado y el ozonizado en relación con el conteo de bacterias heterotróficas, en la cual según el incremento de los tratamientos se obtiene un mínimo recuento de bacterias.

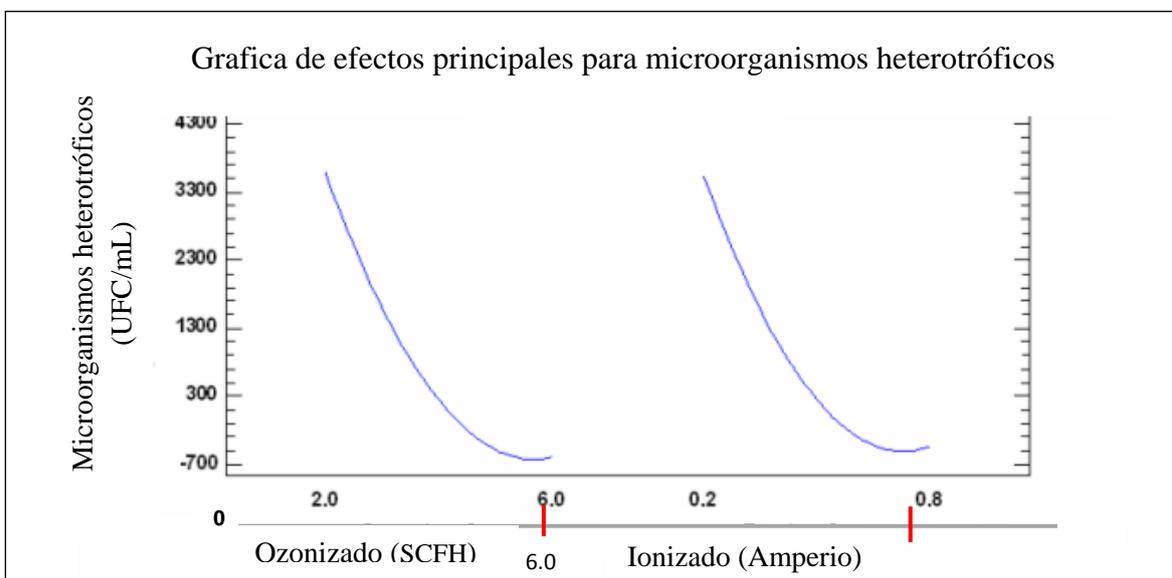


Figura 27: Efectos principales para microorganismos heterotróficos con aplicaciones de iones de plata y ozono.

En la figura 27 hecha por el programa se puede apreciar los iones de plata junto con el ozono como disminuyen la cantidad de microorganismos heterotróficos indicando los límites 2.0 a 6.0 SCFH unidades de ozono y 0.2 a 0.8 A unidades de descargas de iones de plata lo cuales se puede apreciar una relación inversamente proporcional a la cantidad de bacterias con ambos tratamientos (a mayor concentración de cada factor, menor contenido/supervivencia de microorganismo) con una tendencia cuadrática. AQUASCENIC (2016) dice que el mejor tratamiento en la actualidad para agua tratada envasada para consumo humano es el uso de iones de plata (ionización) y ozono (hidrólisis) debido a que no forman complejos como caliza o residuos que patenta con el producto alimentario, no interactúan con las máquinas automáticas de llenado, ni con los envases de policarbonato. Por otra parte, en la figura se puede observar las líneas rojas que indican la meta ideal del tratamiento con iones de plata y ozono siendo la de mantener microorganismos heterotróficos en 0.0 UFC/ml.

b. Superficie de respuesta estimada para el conteo de microorganismos heterotróficos aplicando de iones de plata y ozono

En la figura 28 se muestra los mejores tratamientos lo cual nos dará una visión geométrica plana para ubicar el tratamiento ideal lo cual la meta es un contenido microorganismos heterotróficos de 0.0 UFC/mL.

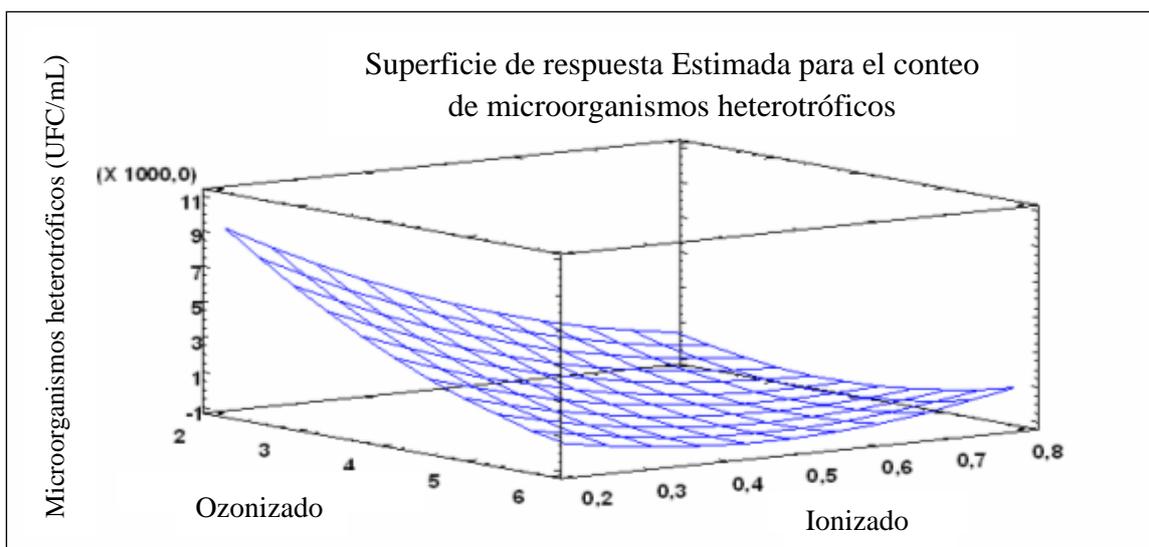


Figura 28: Gráfica de superficie de respuesta estimada para el tratamiento ideal con iones de plata y ozono.

En la figura 28 se puede observar en el plano azul los diferentes tipos de tratamientos viendo en la parte inferior los tratamientos más letales contra los heterotróficos, la razón de esta gráfica es darse una visión del tratamiento ideal, según DIGESA (2016) exige un límite permisible de $c=2$ (número de aceptación), $m=10$ UFC (límite mínimo), $M=100$ UFC (límite máximo) por mililitro de bacterias heterotróficas pero debido a la toma de muestra con $c=0$ de rechazo el límite máximo permisible es 10 UFC/ml para bebidas no carbonadas envasadas planteado por laboratorio Alex Stewart, lo cual el tratamiento ideal buscado debe tener la suficiente cantidades de iones de plata y ozono para estar en el rango de 0 UFC/ml que es el objetivo de la investigación.

c. Contornos de superficie respuesta estimada para conteo de microorganismos heterotróficos aplicando iones de plata y ozono

En la figura 29 del programa muestra el tratamiento ideal a través de las intercepciones de rectas perpendiculares del ionizado y ozonizado cuyo punto cardinal es el tratamiento ideal de descargas eléctricas de plata y concentración de ozono para tener un conteo microorganismos heterotróficos en 0.0 UFC/ml

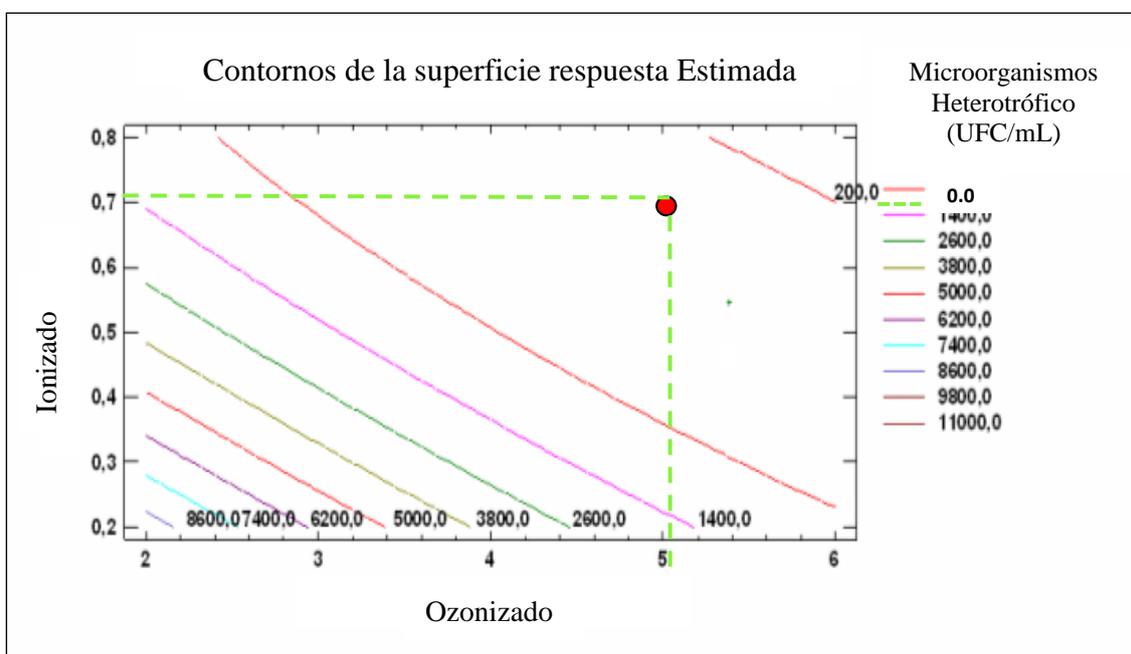


Figura 29: Contornos de superficie respuesta estimada para conteo de microorganismos heterotrófico.

El punto rojo muestra el tratamiento ideal cuyo valor ideal es 0,0 UFC/ml microorganismos heterotróficos, el programa arroja la combinación ideal del tratamiento mostrada en el siguiente cuadro.

Cuadro 7: Tratamiento ideal con iones de plata y ozono

Valor ideal: 0,0 UFC/ml

| FACTOR | BAJO | ALTO | IDEAL |
|-----------------------|-------------|-------------|--------------|
| Ozono (SCFH) | 2,0 | 6,0 | 5,03728 |
| Ionizado de plata (A) | 0,2 | 0,8 | 0,798525 |

En el cuadro 7 se muestra la combinación ideal, la cual mantiene a los microorganismos heterotróficos en 0.0 UFC/ml. PROWATER (2016) menciona antes de comprar equipos iones de plata y ozono es necesario saber el caudal y capacidad de llenado (*Bach* o automatizado), el caudal que tiene, la maquina llenadora de bidones de Distribuidora de agua natural es de 36 a 40 GLP con una capacidad de 200 bidones de 20 litros por hora. Los equipos citados por IWATER (2016) y por Quality Water System® (2016) tienen la misma capacidad y caudales parecidos lo cual se pueden ajustar al tratamiento ideal. Según Hidrotech (2016), la parte del caudal para el llenado de agua tratada es crucial debido a que si pasa los 45 GLP a más el rendimiento de los filtros 5 y 1 micras y los purificadores 0.2 micras, las lámparas esterilizante de ultra violeta y la parte de desinfección de iones de plata y ozono disminuyen su eficiencia.

El programa estadístico StatAdvisor da como resultado para los 20 tratamientos promedio la utilización de 0.7825 amperios de iones de plata y 5.03728 SCFH concentración de ozono para un conteo cero de microorganismos heterotróficos lo cual se tiene que validar el tratamiento ideal llevando muestras a los laboratorios de Intertek.

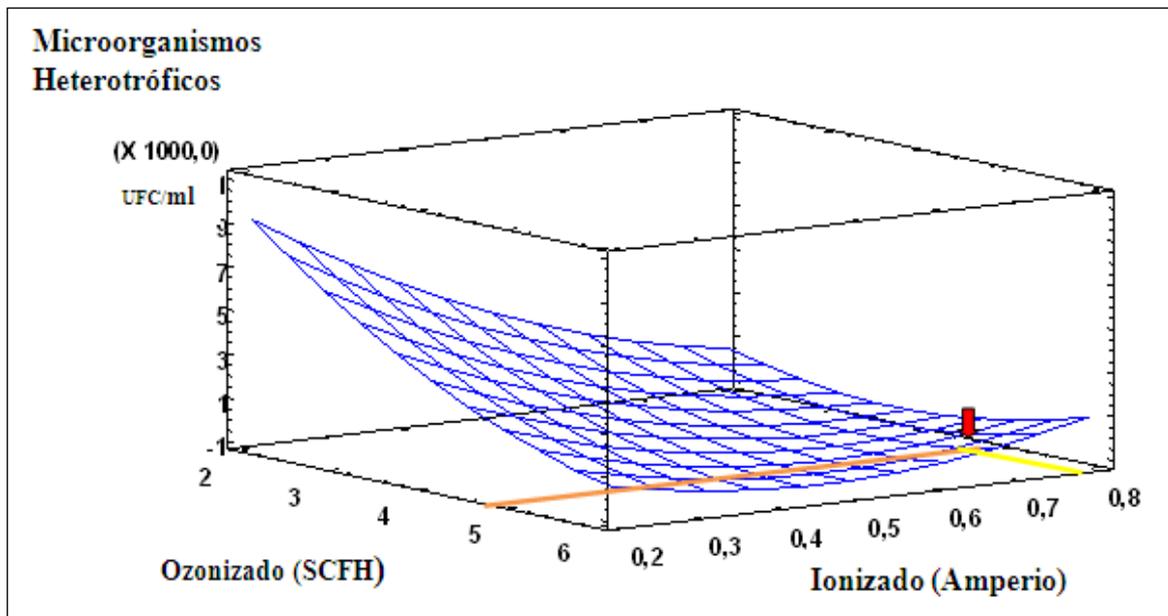


Figura 30: Tratamiento ideal con iones de plata y ozono para la reducción de microorganismos heterotróficos.

En la figura 30 se muestra en el plano azul (fecha roja) muestra el tratamiento ideal hecha por el programa, lo quiere decir por debajo del tratamiento ideal son tratamientos más fuertes pero con la misma eficacia pero con una sobreutilización de cantidades de iones de plata y ozono, los cuales pueden aumentar la depreciación de los equipos como también puede aumentar residuos en el agua. Según mencionó Deininger y Skadsen (1998), del ozono no se conoce ningún efecto adverso directo sobre la salud dentro del agua de mesa, ya que su poder oxidativo solo dura pocos minutos y se degrada con facilidad en el agua, sin embargo Soplex (2016) según su cuadro de concentraciones de ozono de 0.1 ppm equivalentes a 4 gramos por hora en plantas de tratamiento si no se tiene buenos sistemas de ventilación causa olor picante que si se respira puede causar dolor de cabeza, irritaciones a las membranas mucosas de los ojos, dolor torácico, problemas de principios de asma, somnolencia hacia los operarios. En Estados Unidos la OSHA (Occupational Safety and Health Administration) estableció como límite aceptable de 0.1 ppm como promedio por cada 8 horas, lo cual el tratamiento ideal de ozono está por debajo de esas cantidades cumpliendo con la norma americana, según Deininger y Skadsen (1998) el ozono al ser un elemento muy oxidativo puede reaccionar con la plata haciendo precipitaciones dentro del sistema de tratamiento, esta precipitaciones hacen saturar los filtros lo cual se pierde eficiencia en el tratamiento.

d. Validación del tratamiento con iones de plata y ozono para bacterias heterotróficas para agua de consumo humano

La validación del tratamiento ideal con iones de plata y ozono fueron demostrados, los resultados se presentan en el cuadro 8.

Cuadro 8: Resultados heterotrofos con tratamientos de iones de plata 0.7825 y con ozono 5.03728 SCFH

| MUESTRA | FECHA DE PRODUCCIÓN | FECHA DE ANÁLISIS | RESULTADOS(*) (UFC/mL) | ANEXO |
|---------|---------------------|-------------------|------------------------|---------|
| A | 15/08/2015 | 16/10/2015 | < 1 | Anexo 1 |
| B | 15/08/2015 | 16/10/2015 | < 1 | Anexo 2 |
| C | 11/06/2015 | 12/08/2015 | < 1 | Anexo 3 |
| D | 04/06/2015 | 08/06/2015 | < 1 | Anexo 4 |

(*): Conteo heterotrófico UFC/mL.

En el cuadro 8 se muestra los resultados heterotrófico de < 1, en las 4 muestras de agua tratada, las cuales cumplen con la meta ideal que arroja el programa StatAdvisor, en la aplicación de 0.7825 amperios de iones plata y 5.03728 SCFH de ozono, la eficacia del tratamiento se debe a que son desinfectantes con alto grado de oxidación y de poder residual lo cual prolonga la vida anaquel del agua tratada envasada. Guerin y Liboa (2012) dicen que los procesos que se utilizan en el tratamiento del agua purificada son teóricamente de buena calidad, generalmente el manejo que se le da al envase en esta etapa puede no ser el óptimo, existiendo factores de contaminación del recipiente como residuos orgánicos, la mala manipulación por parte del personal, desinfección (poca cantidad desinfectante, o poco tiempo de contacto con los bidones) inadecuada o un almacenamiento incorrecto, para esos inconvenientes es recomendado trabajar con desinfectes con alto poder germicida a concentración altas para la eliminación total de microorganismo en el agua tratada envasada, considerando que los envases se encuentre en condiciones estériles. Cáceres y Guerrero (2012) dicen la utilización de peróxido y ácido peracético con esterilizante de envases de policarbonato deben tener un tiempo de contacto por los menos de cincuenta segundos y ser enjuagados con agua tratada con esa razón el ozono oxidaría la poca cantidad de microorganismos en su totalidad dejando a los iones de plata expuesto en el agua tratada envasada en caso si habría recontaminación microbiana.

4.2.3. EVALUACIÓN DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS CON IONES DE PLATA Y OZONO EN COLIFORMES TOTALES EN EL AGUA TRATADA ENVASADA

En el cuadro 9 se muestra resumen de los resultados del conteo de Coliformes Totales en los diferentes tratamientos con ozono e iones de plata.

Cuadro 9: Resultados de tratamientos con iones de plata y ozono para el conteo de coliformes totales

| OZONIZADO(*) | IONIZADO(**) | RESULTADO(***) |
|--------------|--------------|----------------|
| 2 | 0.2 | < 1.1 |
| 3 | 0.2 | < 1.1 |
| 4 | 0.2 | < 1.1 |
| 5 | 0.2 | < 1.1 |
| 6 | 0.2 | < 1.1 |
| 2 | 0.4 | < 1.1 |
| 3 | 0.4 | < 1.1 |
| 4 | 0.4 | < 1.1 |
| 5 | 0.4 | < 1.1 |
| 6 | 0.4 | < 1.1 |
| 2 | 0.6 | < 1.1 |
| 3 | 0.6 | < 1.1 |
| 4 | 0.6 | < 1.1 |
| 5 | 0.6 | < 1.1 |
| 6 | 0.6 | < 1.1 |
| 2 | 0.8 | < 1.1 |
| 3 | 0.8 | < 1.1 |
| 4 | 0.8 | < 1.1 |
| 5 | 0.8 | < 1.1 |
| 6 | 0.8 | < 1.1 |

(*) : SCFH Standar Cubic Feet per Hour

(**): Amperios

(***) : NPM/ 100 ml (Número más probable por 100 mililitros)

FUENTE: Distribuidora de Agua Natural SAC

En el cuadro 9 muestra que no hay presencia de Coliformes Totales en los tratamientos de iones de plata y ozono. Por lo tanto se está cumpliendo con las normas que exige DIGESA ya sea a descargas eléctricas mínimas de iones de plata y concentraciones bajas de ozono.

4.2.4. EVALUACIÓN DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS CON IONES DE PLATA Y OZONO EN *PSEUDOMONAS AERUGINOSA* EN EL AGUA TRATADA ENVASADA.

En el cuadro 10 muestra un cuadro resumen del conteo de las *Pseudomonas aeruginosa* en los diferentes tratamientos con ozono e iones de plata para el tratamiento de agua envasada para consumo humano.

Cuadro 10: Resultados de tratamientos con ozono e iones de plata para el conteo de *pseudomonas aeruginosa*

| OZONIZADO(*) | IONIZADO(**) | PSEUDOMONAS(***) |
|---------------------|---------------------|-------------------------|
| 2 | 0.2 | Ausencia |
| 3 | 0.2 | Ausencia |
| 4 | 0.2 | Ausencia |
| 5 | 0.2 | Ausencia |
| 6 | 0.2 | Ausencia |
| 2 | 0.4 | Ausencia |
| 3 | 0.4 | Ausencia |
| 4 | 0.4 | Ausencia |
| 5 | 0.4 | Ausencia |
| 6 | 0.4 | Ausencia |
| 2 | 0.6 | Ausencia |
| 3 | 0.6 | Ausencia |
| 4 | 0.6 | Ausencia |
| 5 | 0.6 | Ausencia |
| 6 | 0.6 | Ausencia |
| 2 | 0.8 | Ausencia |
| 3 | 0.8 | Ausencia |

«Continuación»

| | | |
|---|-----|----------|
| 4 | 0.8 | Ausencia |
| 5 | 0.8 | Ausencia |
| 6 | 0.8 | Ausencia |

(*): SCFH Standar Cubic Feet per Hour

(**): Amperios

(***): NPM/ 100 ml (Número más probable por 100 mililitros)

FUENTE: Distribuidora de Agua Natural SAC

En el cuadro 10 se muestra que no hay presencia de *Pseudomonas aeruginosa* en los tratamientos de iones de plata y ozono. . Por lo tanto cualquier tratamiento es válido.

En los cuadros 9 y 10 no hay conteo de Coliformes Totales ni *Pseudomonas aeruginosa*. Según Cabrera (2007) la poca resistencia de las bacterias Gram (-) se da a su composición de su membrana lipopolisacárido (LPS) y el ácido en la membrana externa los cuales los hace vulnerables a desinfectados con concentraciones regulares y tiempos cortos de contacto.

La ausencia de Coliformes Totales y *Pseudomonas aeruginosa* en el tratamiento de aguas, según Galeano (2007) es debido a retención por los filtros pulidor de 0.2 micras en el proceso de tratamiento de agua tratada. Según Bouza *et al.* (1999) las *Pseudomonas aeruginosa* es un bacilo Gram (-) de 0.5 micras de ancho y 1.05 micras de largo casi todas las cepas son móviles por medio de un solo flagelo polar. Galeano (2007) menciona que la bacteria Coliforme típica mide de 2 a 7 micras. Por lo tanto según los resultados de los cuadros 9 y 10 no hay conteo debido al tamaño de estos microorganismos.

Sánchez y Sáenz (2005) mencionan que el poder desinfectante del ozono no es lo suficiente para la desinfección del agua tratada envasada para el consumo humano, lo cual se deben complementar. Quimex S.A (2016) explica la acción bactericida del peróxido de hidrógeno en los envases de retornables tiene efectos oxidantes por producir OH y radicales libres, los cuales atacan a los componentes esenciales de los microorganismos. Dresen química SA (2016) explica la acción bactericida del ácido peracético en los envases retornables es un antiséptico de tipo oxidante, considerado un biosida más potente que el peróxido de hidrógeno, tiene la ventaja que destruye todo tipo de microorganismos, incluidos las esporas,

es más activo en presencia de materia orgánica. Por lo tanto se sabe que los coliformes totales y *Pseudomonas aeruginosa* forman una capa biofilm dentro de los envases retornables de 20 litros y por los sistemas de tuberías, donde el peróxido y el ácido peracético actúan como complementarios para una reducción absoluta de estos microorganismos.

4.2.5. ANÁLISIS DE GRÁFICAS ESTADÍSTICAS DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS CON IONES DE PLATA Y OZONO PARA COLIFORMES TOTALES Y *PSEUDOMONAS AERUGINOSA*

Los resultados no se pueden analizar debido a que no hay presencia de coliformes totales ni *Pseudomonas aeruginosa*, en ambos casos no hay datos de numeración diferenciado por lo tanto no se puede aplicar el programa estadístico Stat Advisor®.

4.3. ANÁLISIS RESIDUAL DE LOS IONES DE PLATA

Se analizaron muestras de agua tratada envasada en cuanto al contenido residual de plata, para determinar si se encuentra dentro de límite permisible y ver si afecta la salud del consumidor. Los resultados se indican en el cuadro 11.

Cuadro 11: Resultados residual de los iones de plata

| MUESTRA | FECHA DE PRODUCCIÓN | FECHA DE ANÁLISIS | RESULTADOS mg/L | LÍMITE mg/L | ANEXO |
|----------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------|--------------|
| A | 04/05/16 | 10/05/16 | 0.054 | 0.05 | Anexo 8 |
| B | 07/04/15 | 09/04/15 | 0.010 | 0.05 | Anexo 9 |
| C | 25/11/14 | 28/04/14 | 0.001 | 0.05 | Anexo 12 |
| D | 14/04/14 | 21/04/14 | 0.001 | 0.05 | Anexo 14 |
| E | 23/05/13 | 25/05/13 | 0.024 | 0.05 | Anexo 26 |

FUENTE: Elaboración propia

En las muestras de residuos de iones plata se aprecia que la única muestra que se encuentra arriba de lo permisible es la muestra A, según OSHA (2016) el límite aceptable es de 0.1 ppm, por lo tanto la muestra A está mucho abajo al límite permisible de la norma americana

lo cual es inocuo para el consumidor. Según la empresa mexicana INTRA (2016) indica que con una concentración de 0.05 mg/L hasta 0.1 mg/L de iones de plata son los rangos recomendados para eliminar bacterias, hongos y algas, considerando a medida que broten microorganismos en el agua tratada envasada. Según SILVER INSTITUTE (2012) menciona que los equipos generadores de iones de plata industriales para tratamiento de aguas están en la categoría de soluciones de plata iónica debido a la baja complejidad. El contenido de estos productos es más de 90% iones de plata (0.001 micras) y solo menos de 10 por ciento coloides verdadero (nano partículas con fines terapéuticos), los cuales se considera que los iones de plata no generan problemas graves de toxicidad al consumidor. Según Lenntech (2016) la plata se puede oxidar electrolíticamente y formar sal de plata o peróxido de plata con un agente oxidante poderoso en ese caso con el ozono perdiendo su poder reductor, por tanto pierde rendimiento. Pancorbo (1996) dice que la plata particularmente no es toxica pero podría oxidarse y forma complejo que si podría ser dañinos para consumo humano, el ozono con una agente oxidante fuerte puede oxidar a la plata y formar complejo pero según las pruebas fisicoquímicas (anexo 11 y 13) no muestra problemas toxicológicos por tanto la dosis de ozono y de iones de plata es la adecuada para el tratamiento del agua envasada.

V. CONCLUSIONES

- La cantidad de bacterias heterotróficas encontradas en la cisterna de depósito de agua potable de la empresa Distribuidora de agua natural SAC es 48 UFC/ml.
- No se encontró Coliformes Totales ni *Pseudomonas aeruginosa* en la cisterna de depósito de agua potable de la empresa Distribuidora de agua natural SAC.
- Cuando se incrementan las descargas eléctricas de iones de plata y concentraciones de ozono se tiene un efecto inversamente proporcional con respecto a la reducción de Heterotróficas, en el agua tratada envasada para el consumo humano.
- A concentraciones regulares de iones de plata y ozono con filtración - purificador de 0.2 micras se elimina en su totalidad Coliformes Totales y *Pseudomonas aeruginosa* en el agua tratada envasada para el consumo humano.
- Los mejores tratamiento del agua tratada se encuentra 5 y 6 SCFH (dosis de ozono) con 0.8 amperios (iones de plata) para la reducción mínima de heterotrofos.
- Debido a que no se encontraron Coliformes Totales ni *Pseudomonas aeruginosa* en los 60 tratamientos no se realizaron los tratamientos ideales.
- El tratamiento ideal realizada por el programa estadístico Stat Advisor fue ionizado de 0.7825 amperios y ozonizado de 5.03728 SCFH para una meta 0.0 UFC/mL de conteo heterotrófico.
- Los resultados heterotróficos del tratamiento ideal fueron de 0.0 UFC/mL, validados por laboratorios a nombre de la nación.
- Los resultados residuales de iones de plata están dentro los límites permisibles.
- No existe residuos de ozono en el agua tratada envasada.

VI. RECOMENDACIONES

- Las cisternas de depósitos de agua potable deberían hacer pruebas microbiológicas semanales para su control microbiológico.
- Se debería hacer un análisis diario de cloro libre residual en los depósitos de agua potable.
- Es importante un buen lavado y desinfectado en los bidones retornables ya que podría contaminar el agua tratada durante su almacenamiento.
- Se debe considerar tiempos altos de contacto entre los bidones retornables y los desinfectantes.
- Un bidón retornable bien desinfectado no contamina el agua tratada.
- Se deben calibrar los equipos de iones de plata y de ozono.
- Se deben contar con un tanque de contacto que genere turbulencia para que el ozono se combine en su totalidad con el agua tratada.
- Se debe contar con campanas extractoras de aire en caso si se aumentara fuertes dosis de ozono.
- Revisar periódicamente las placas de plata de la máquina de iones de plata ya que se desgastan con las descargas eléctricas.
- Se debe diseñar un sistema de tratamiento de aguas que el ozono y los iones de plata que no inyecten al mismo tiempo debido que puede se puede oxidar la plata.
- La plata oxida puede causar incrustaciones en los filtros – purificadores de 0.2 micras perdiendo eficiencia en la retención en el caudal de llenado

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHPA (American Herbal Products Association). 1995. Standar Methods for the examination of water and wastewater. With the 19 th edition. Available in September 1995 and at pubmart at APHA 123 rd annual meeting and exhibition in San Diego.
- Allen, M. 1996. La importancia para la salud pública de los indicadores bacterianos que se encuentran en el agua potable. Reunión sobre la calidad del agua potable. CEPIS, OPS, OMS. Lima, Perú.
- Aquascenic. 2016. Soluciones integrales para el tratamiento de agua de consumo humano. Sistemas de tratamiento en la actualidad. Reporte científico. Barcelona, España. (en línea). Consultado 27 abr. 2016. Disponible en: <http://www.sugar-valley.net/es>
- Bejaron, R; Sauri, T. 2005. Proyecto para la instalación de una planta de agua de mesa. Universidad de San Agustín, Facultad de Ciencia Contables y Administrativa. Arequipa, Perú.
- Bouza, E; García, F; Cercendo, E; Marín, M; Díaz, M; Sánchez I; Vindel, A. 2003. Identificación de *Pseudomonas aeruginosa* por reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Servicio de microbiología, hospital general universitario Gregorio Marañón, Madrid y centro nacional de microbiología, virología e inmunología sanitarias del instituto de salud Carlos III, Majadahonda, Madrid. Rev. Esp Quimioterap. 16(1):41-52. (en línea). Consultado 20 abr. 2015. Disponible en <http://www.seq.es/seq/0214-3429/16/1/41.pdf>
- Cabrera, C; Edmundo, A; Rommel, F. 2007. La resistencia de bacterias a antibióticos, antisépticos y desinfectantes, una manifestación de los mecanismos de supervivencia y adaptación. Tesis Lic. Colombia, Universidad Libre Seccional Cali.
- Cáceres, E; Guerrero, D; Artadir, J; Caminati, A; Caqui, R; Estrada, M; Gutiérrez, P. 2012. Evaluación comparativa de dos sistemas de purificación de agua para consumo en la Universidad de Piura. Tesis Ing. Piura, Perú.

- Camacho, A; Giles, A. 2009. Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos. Facultad de Química, 2a ed. UNAM. México. Método para la determinación de bacterias Coliformes, Coliformes fecales y *Escherichia coli* por la técnica de diluciones en tubo múltiple (Número más Probable o NMP). Ciudad de México D.F., México.
- Calvo, S. 2011. Bacterias Simbióticas fijadoras de nitrógeno. Facultad de ciencias biológicas. Universidad de Salamanca. España. p. 173-186.
- Castro, C. 2009. Coliformes totales - Calidad de agua. p. 100-126. (en línea). Consultado 20 may. 2016. Disponible en <http://es.slideshare.net/dicoello/diseo-de-una-planta-de-tratamiento-de-agua-potable>
- CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial). 2016. Sistema de generación de ozono – efecto Corona. (en línea). Consultado 16 may. 2016. Disponible en <http://www.valoriza-agua.com/generador.de.ozono>
- Coello, D.; Guali, T. 2012. Diseño de una Planta de Tratamiento de agua Potable. (en línea). Consultado 20 jul. 2014. Disponible en <http://es.slideshare.net/dicoello/diseo-de-una-planta-de-tratamiento-de-agua-potable>
- Deininger, R.; Skadsen, J. 1998. Desinfección del agua con ozono. (en línea). Consultado 10 mar. 2016. Disponible en OPS/CEPIS. p. 71.
- Díaz, L.; Campos, J. 2011. Convergencia catabólica de las rutas degradativas de isoprenoides acíclicos y de Leucina en bacterias de género *Pseudomonas*. (en línea). Consultado 05 may. 2015. Disponible en http://www.facmed.unam.mx/publicaciones/ampb/numeros/2012/04/f_2oArticulo.pdf
- DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental). 2016. Agua purificada envasada. (en línea). Consultado 12 oct. 2016.
- Dresen Química SA. 2016. Ácido Peracético estabilizado BIACID 15. Col. Del Valle, Del. Benito Juárez, México D.F. (en línea). Consultado 27 abr. 2016. Disponible en <http://www.dresen-quimica.com>
- EPA (Environmental Protection Agency). 1999. Folleto informativo de tecnología de aguas residuales – desinfección con ozono - Office of water, Washington D.C, United State of water, EPA 832-F-99-063. Washington, Estados Unidos. 48 p.
- Galarraga, E. 1984. Algunos aspectos relacionados con microorganismos en agua potable. Revista politécnica de información científica 9 (3)p.
- Galeano, M. 2007. Validación de la retención microbiana en los filtros de acetato y nitrato de celulosa para filtración por membrana para la prueba de esterilidad. Tesis para optar

- el título en Microbiología Industrial. Universidad Javeriana de Ciencia. Bogotá, Colombia.
- García, J. 1982. El agua en la producción. Omega. S.A, España, Barcelona. p. 112-113. (en línea). Consultado 10 ago. 2014. Disponible en http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:48101/componente48099.pdf
- García, L. 2014. *Pseudomonas aeruginosa* un indicador complementario de la calidad del agua potable. Laboratorio Ecofisiología animal. Universidad Nacional Federico Villarreal. Facultad de Ciencias Biológicas. Lima, Perú.
- Geldreich, E. 1978. Characterizing bacterial populationsa in trated wáter supplies: A progress report. International Seminar on Microbiological Sao Paulo. Brasil.
- Guerin, M.; Liboa, A. 2012. Agua envasada revela datos preocupantes. Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Villa María. (en línea). Consultado 2 abr. 2015. Disponible en la biblioteca virtual de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Villa María.
- Hidritec. 2015. Planta con tratamiento de aguas, desinfección con ozono. (en línea). Consultado 29 abr. 2015. Disponible en <http://www.hidritec.com/hidritec/desinfeccion-con-ozono>
- Hydromatic SAC. 2014. Máquinas para tratamiento de aguas. Maquina Ozonizadora. Lima, Perú. (en línea). Consultado 04 ago. 2014. Disponible en: www.hyromatic.com
- Hydrotech Perú Import EIRL. 2016. Tratamiento de aguas. Equipos y filtros para el tratamiento y purificación de agua. Lima, Perú. (en línea). Consultado 28 abr. 2016. Disponible en <http://hpi.com.pe/productos>.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2013. Medición de cloro libre residual para consumo humano, según ámbitos geográficos. (en línea). Consultado 09 oct. 2014. Disponible en: <https://www.inei.gob.pe>
- INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial). 2014. Programa pruebas de desempeño de productos. Aguas de mesa. Argentina 2011. p. 6-10. (en línea). Consultado 24 jul. 2014. Disponible en http://www.inti.gob.ar/productos/pdf/aguas_de_mesa2011.pdf
- Intra Mecatrónica y Eléctrica. 2016. Ionizador de plata. Artículo científico. México D.F. (en línea). Consultado 28 abr. 2016. Disponible en <http://www.intrapue.com.mx/iones-de-plata/>
- Iwater. 2016. Fabricantes de Plantas Purificadoras de Agua y Centros de llenado, generador de oxígeno y generador de ozono. Emilio Portes Campa N° 155, Iztapalapa, Santa

- Marha Acatitla Norte, 09140 Ciudad de México, D.F., México. (en línea). Consultado 27 abr. 2016. Disponible en: <http://www.comaaipe.org.mx>
- James, C. 1971. El uso de la plata en los antibióticos del futuro. Departamento de ingeniería Biomedica. Universidad de Boston, United States of America. 10(10). (en línea). Consultado 05 ene. 2016. Disponible en <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num10/art69/art69.pdf>
- Khan, O. 2006. Report Ultraviolet Disinfection Guidance Manual for the Final Long Term 2 Enhanced Surface Water Treatment Rule. EPA 815-R-06-007, November 2006. (en línea). Consultado 11 ago. 2014. Disponible en: <http://viqua.com/why-uv/>
- Kuai, I; Nair, A. 2001. Rapid and simple method for the most-probable-number estimation of arsenic-reducing bacteria. American Society for microbiology. Applied and Environmental microbiology. 67(7):3168-3173.
- Laing, *et al.* 2010. Desinfección de agua de mesa. Tecnología ultravioleta. México. p. 7-10. (en línea). Consultado 07 ago. 2014. Disponible en http://www.agualatinoamerica.com/docs/pdf/Laing_V11_N5.pdf
- La Gastroteca. 2014. Las mejores aguas de mesa del mundo. España. 2013. (en línea). Consultado 24 jul 2014. Disponible en: <http://www.lagastroteca.es/las-mejores-aguas-naturales-del-mundo/>
- Laphan, L. 2011. Mejoramiento de un generador de ozono para purificación de agua potable Colombia. 10 p. (en línea). Consultado 05 abr. 2015. Disponible en <http://bosstech.pe/tratamiento-terciario/generador-ozono-bst?gclid=CKn8t4CDl8YCFdGQHwoddXUA0g>
- Lenntech. 2016. Tratamiento y purificación del agua para consumo humano. Iones de plata. (en línea). Consultado 28 abr. 2016. Disponible en <http://www.lenntech.es/periodica>
- Leyva, G. 2013. Nanopartículas de plata: Tecnología para obtención, características y actividad biológica. Distrito Federal de México. (en línea). Consultado 15 may. 2016. Disponible en <http://www.medigraphic.com/pdfs/invd/ir-2013/ir131c.pdf>
- Lin, Y; Vidic, R; Stout, J; Yu, V. 1996. Individual and combined effects of copper and silver ions on inactivation of *Legionella pneumophila*. Benedun Hall, university of Pittsburgh, Pittsburgh, PA 15261, USA. Veterran affairs medical center, Pittsburgh, PA 1520, USA. Wat Res. 30(8):1905-1913. Copyright 1996. Elsevier Science Ltd Printed in Great Britain.

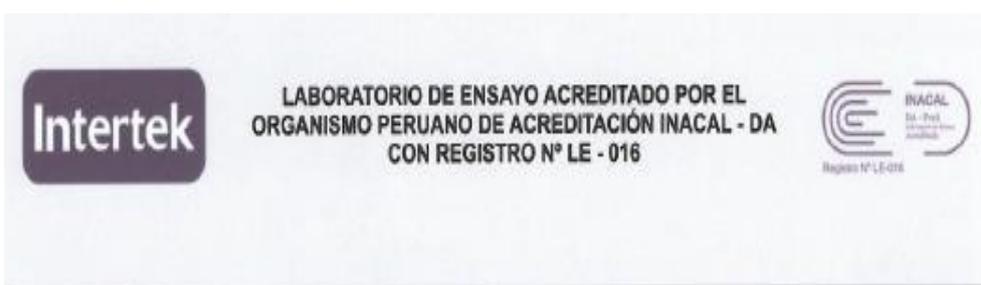
- Madigam, M; Martinko, M; Parker, J. 2003. Brock. Biología de los microorganismos. M. Gacto F., I. García A., T. González V., R. Guerrero M. y M. Sánchez P. (trads) 7a. ed. Rev. y Aum. Prentice may Iberia. Madrid, España. 998 p.
- Marchand, E. 2002. Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Lima Metropolitana. Universidad Mayor de San Marcos. Tesis para obtener el título de Biólogo. 71 p.
- Marín, R. 2006. Característica física, química y biológica del agua tratada. Proceso de tratamiento de agua. Zaragoza, España. p. 20-23. Visitada el 10/08/14. Disponible en http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:48101/componente48099.pdf
- Marron, C. 1999. Plantas de tratamiento por filtración lenta, diseño, operación y mantenimiento. Lima, Perú. 21 p. (en línea). Consultado 30 jul. 2014. Disponible en <http://www.unh.edu.pe/facultades/fca/escuelas/agroindustrias/biblioteca/PLANTAS%20DE%20TRATAMIENTO%20POR%20FILTRACION%20LENTA.PDF>
- MINSA (Ministerio de Salud Perú). 2008. Normas Sanitarias de microbiológicos de calidad e inocuidad para bebidas. (en línea). Consultado 10 ago. 2014. Disponible en <http://www.minsa.gob.pe/>
- MINSA (Ministerio de Salud Perú). 2012. Normas Oficiales para la Calidad del Agua en el Perú. DEMESA. (en línea). Consultado 10 ago. 2014. Disponible en <http://www.minsa.gob.pe/>
- Muller, C. 1977. Electrically Generated Silver Ions: Quantitative Effects on Bacterial and Mammalian Cells. Antimicrobial Agents and Chemotherapy, p. 357-358. American Society for Microbiology.
- Nace International. 1990. Review of current practices for monitoring bacterial growth in oilfield systems. Item: #54281 Houston, Texas. Scientific journal. p. 152-155.
- Pancorbo, F. 1996. Desinfección del agua mediante procedimientos electrofísicos de iones de cobre/plata. p. 125-132. BAN, UNALM.
- Paredes, D. 2011. Estudio del efecto antibacteriano de nanopartículas de plata sobre *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ciencia, escuela de química. Bucaramanga, Colombia. p. 52-54.
- Pérez, F. 2011. Abastecimiento de aguas. Potabilización de aguas filtración. Tesis para optar el grado de ciencias. Universidad politécnica de Cartagena. Colombia.
- Prowater. 2016. Sistema de tratamiento y purificación de agua. Catálogo de equipo de iones de plata y generadores de ozono. Buenos Aires, Argentina. (en línea). Consultado 28 abr. 2016. Disponible en <http://www.prowaterargentina.com.ar>

- Quality Water System. 2016. Ingeniería, Diseño y fabricación de equipos para tratamientos y purificador de agua. Máquinas de iones de plata. Calle Florida Ecatepec. Edo. de México. (en línea). Consultado 27 abr. 2016. Disponible en <http://www.qualitywatersystems.com.mx>
- Quimex SA. 2016. Insumos químicos para el desinfectado y esterilizado de envases para la industria alimentaria. Peróxido de Hidrogeno al 50 % de concentración. San Martín de Porres, Lima, Perú. (en línea). Consultado 27 abr. 2016. Disponible en <http://www.quimexsa.com>
- Reasoner, D. 1985 División de Contaminantes Microbiológicos, Heterotróficas en el agua potable WSRWD, NRMRL Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, Cincinnati, Ohio 45268 Reasoner, D.J. y Geldreich. E.E. A New Medium for the Enumeration and Subculture of Bacteria from Potable Water. Appl. Environ. Microbiol. p. 49: 1-7.
- Reilly, K; Kippin, J. 2000. Relación entre el conteo bacteriológico y otros parámetros de calidad del agua tratada en sistemas de distribución. Hojas de divulgación técnica. CEPIS. 4 p Nuevo México, United States of America.
- Romin. 2011. Especialista en agua. Ionizador de cobre u plata ensenada. Buenos Aires, Argentina. (en línea). Consultado 10 may. 2015. Disponible en <http://www.romin.com/2011/Ion.pdf>
- Ruskin, R. 2001. Manejo de cuencas microbiológicas ambiental. Universidad de Arizona. Facultad de Ciencias Ambientales. Estados Unidos.
- Sánchez, L.; Sáenz, L. 2005. E. Dermatología Peruana. Oxidantes, peróxido de hidrogeno y ácido peracético. Tesis para optar el grado de Ciencia. Universidad Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina. Lima, Perú.
- Silver Institute. 2012. Estudio de los iones de plata y plata coloidal y sus efectos positivos en los procesos industriales. Informe científico. Editor Larry kahamer. Washington D.C., United States of America.
- Soares, P; Silva, C; Da Cruz, O. 1996. Pseudomonas aeruginosa como indicador em análises bacteriológicas de águas de abastecimento público. Associacao Brasileira de Engenharia Sanitária e ambiental. II-014.
- Soflex (Soluciones Flexibles). 2016. Guía de seguridad medioambiental, seguridad química, planta y maquinaria general, guía ejecutiva de seguridad e higiene en el trabajo. p. 12. (en línea). Consultado 26 abr. 2016. Caracas, Venezuela.

- Soler, J. 2006. Validación secundaria del método de número más probable y recuento en placa profunda para Coliformes Totales y Fecales en muestras de alimentos basada en la norma ISO N-TC 17025. Tesis para optar el grado de Ciencia. Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 2006. p. 125-128.
- Töpfer, K. 2016. Las historia del ozono. (en línea). Consultado 18 may. 2016. Disponible en: <http://www.sinia.cl/1292/fo-article-39776.pdf>
- Woodward, R. 1963. Review of the bactericidal effectiveness of silver. J. Am. Water Works Assoc., 7, 881886.
- Zamora, L. 2011. Proceso de ozonación en agua de manantial, tratamiento y embotellado de agua mineral. (en línea). Consultado 20 mar. 2015. Disponible en <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/tratagua/peru/perapa031.pdf>
- Zavagala, E. 2011. Calidad microbiológica y fisicoquímica del agua embotellada, comercializada en la ciudad de Tacna. Tesis Ing. Tacna, Universidad Nacional Jorge Basadre Grojmann de Tacna.
- Zher, J. 1993. Modification of the iron protein of nitrogenase in natural populations of *Trichodesmium thiebautii*. Appl. Environ. Microbiol. 59:669-676. (en línea). Disponible en <http://www.medigraphic.com/pdfs/lamicro/mi-2001/mi011f.pdf>

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: ANÁLISIS DEL TRATAMIENTO IDEAL CON IONES DE PLATA 0.7825 A CON OZONO 5.03728 NÚMERO 1



INFORME DE ENSAYO N° 9915A/15

ITS REF.: PER/4292-15

| | |
|---|--|
| CLIENTE | : DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL S.A.C |
| DIRECCIÓN | : AV. CESAR CANEVARO NRO. 722 FND. LOBATON LIMA - LIMA - LINCE |
| DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA ^(*) | : AGUA TRATADA PARA CONSUMO HUMANO |
| INFORMACIÓN DE LA MUESTRA | |
| IDENTIFICACIÓN | : IONES DE PLATA : 0.7825 (A) , OZONO : 5.03728 (SCFH) // Identificable: muestra "B", fecha de producción 11/05/15 |
| CANTIDAD | : Una muestra x 20 Litros |
| PRESENTACION | : envases de polycarbonato |
| PROCEDENCIA | : Muestra proporcionada por el cliente |
| FECHA DE RECEPCIÓN EN EL LAB. | : 12 de Agosto de 2015 |
| FECHA DE ANALISIS | : 12 al 14 de Agosto de 2015 |
| REFERENCIA DEL LABORATORIO | : 9796A/15 |

| ENSAYO | UNIDADES | RESULTADOS |
|-----------------------------------|----------|------------|
| Recuento de Heterótrofos en placa | UFC/mL | < 1* |

| METODOS DE ENSAYO | |
|-----------------------------------|--|
| Recuento de Heterótrofos en placa | SMEWA-APHA-AWWA-WEF Part 9215 B, 22nd Ed. 2012 Heterotrophic Plate Count, Pour Plate Method. |

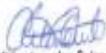
(*) Según lo indicado por el cliente

(*) Estimated

Notas:

- Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente sin la aprobación por escrito de INTERTEK TESTING SERVICES PERU S.A.
 - Los resultados de los ensayos emitidos en el presente informe solo son válidos para la muestra indicada y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
 - La información contenida en este informe es solo basada en pruebas de laboratorio y observaciones realizadas por Intertek Testing Services Peru S.A. La muestra fue enviada por el cliente solo para análisis.
- En estos casos, donde nosotros no podemos acreditar la procedencia de la muestra, Intertek Testing Services Perú S.A. renuncia a cualquier responsabilidad por daño o lesión que puede resultar por el uso de la información contenida en este informe, y cada de lo contenido debe ser considerado como una garantía o representación por Intertek Testing Services Perú S.A. con respecto a la exactitud de la información, la muestra, producto o ítem de servicio, o su adecuación de uso para cualquier propósito específico.

Lima, 14 de Agosto de 2015


Milya Lourdes Sulca Cáchar
SIGNATARIO AUTORIZADO
Supervisor de Microbiología
CBP 7011

**ANEXO 2: ANÁLISIS DEL TRATAMIENTO IDEAL CON IONES DE PLATA
0.7825 A CON OZONO 5.03728 NÚMERO 2**



INFORME DE ENSAYO N° 12824A/15

ITS REF.: PER/5513-15

CLIENTE : DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL S.A.C.
DIRECCIÓN : AV. CESAR CANEVARO NRO. 722 FND. LOBATON LIMA - LIMA - LINGE
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA^(M) : AGUA TRATADA PARA CONSUMO HUMANO
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN : IONES DE PLATA: 0.7825(A) / OZONO: 5.03728(SCFH) / MUESTRA "A" / FP: 15/08/15
CANTIDAD : Una muestra x 20 Litros
PRESENTACION : envases de policarbonato
PROCEDENCIA : Muestra proporcionada por el cliente
FECHA DE RECEPCIÓN EN EL LAB. : 16 de Octubre de 2015
FECHA DE ANALISIS : 16 al 17 de Octubre de 2015
REFERENCIA DEL LABORATORIO : 12025A/15

| ENSAYO | UNIDADES | RESULTADOS |
|-----------------------------------|----------|------------|
| Recuento de Heterótrofos en placa | UFC/mL | < 1* |

| METODOS DE ENSAYO | |
|-----------------------------------|--|
| Recuento de Heterótrofos en placa | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 B, 22nd Ed. 2012 Heterotrophic Plate Count, Pour Plate Method. |

(a) Según lo indicado por el cliente

(*) Estimated

Notas:

- Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente sin la aprobación por escrito de **INTERTEK TESTING SERVICES PERU S.A.**
- Los resultados de los ensayos emitidos en el presente informe solo son válidos para la muestra indicada y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- La información contenida en este informe está basada en pruebas de laboratorio y observaciones realizadas por Intertek Testing Services Perú S.A. La muestra fue enviada por el cliente sólo para análisis.
En estos casos, donde nosotros no podemos acreditar la procedencia de la muestra, Intertek Testing Services Perú S.A. renuncia a cualquier responsabilidad por daño o lesión que puede resultar por el uso de la información contenida en este informe, y nada de lo contenido debe ser considerado como una garantía o representación por Intertek Testing Services Perú S.A. con respecto a la exactitud de la información, la muestra, producto o item descrito, o su adecuación de uso para cualquier propósito específico.

Lima, 20 de Octubre de 2015


Milya Lourdes Sulca Cachay
SIGNATARIO AUTORIZADO
 Supervisor de Microbiología
 CBP 7011

/EAL

Página 1 de 1

**ANEXO 3: ANÁLISIS DEL TRATAMIENTO IDEAL CON IONES DE PLATA
0.7825 A CON OZONO 5.03728 NUMERO 3**



INFORME DE ENSAYO N° 12825A/15

ITS REF.: PER/5513-15

CLIENTE : DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL S.A.C.
DIRECCIÓN : AV. CESAR CANEVARO NRO. 722 FND. LOBATON LIMA - LIMA - LINCE
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA⁽⁶⁾ : AGUA TRATADA PARA CONSUMO HUMANO
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN : 2) 1) IONES DE PLATA: 0.79825(A) / OZONO: 5.03728(SCFH) / MUESTRA "B" / FP: 15/08/15
CANTIDAD : Una muestra x 20 Litros
PRESENTACION : envases de policarbonato
PROCEDENCIA : Muestra proporcionada por el cliente
FECHA DE RECEPCIÓN EN EL LAB. : 16 de Octubre de 2015
FECHA DE ANALISIS : 16 al 17 de Octubre de 2015
REFERENCIA DEL LABORATORIO : 12026A/15

| ENSAYO | UNIDADES | RESULTADOS |
|-----------------------------------|----------|------------|
| Recuento de Heterótrofos en placa | UFC/mL | < 1* |

| METODOS DE ENSAYO | |
|-----------------------------------|--|
| Recuento de Heterótrofos en placa | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 B, 22nd Ed. 2012 Heterotrophic Plate Count, Pour Plate Method. |

(6) Según lo indicado por el cliente

(*) Estimated

Notas:

- Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente sin la aprobación por escrito de **INTERTEK TESTING SERVICES PERU S.A.**
- Los resultados de los ensayos emitidos en el presente informe solo son válidos para la muestra indicada y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- La información contenida en este informe está basada en pruebas de laboratorio y observaciones realizadas por Intertek Testing Services Perú S.A. La muestra fue enviada por el cliente sólo para análisis.

En estos casos, donde nosotros no podemos acreditar la procedencia de la muestra, Intertek Testing Services Perú S.A. renuncia a cualquier responsabilidad por daño o lesión que puede resultar por el uso de la información contenida en este informe, y nada de lo contenido debe ser constituido como una garantía o representación por Intertek Testing Services Perú S.A. con respecto a la exactitud de la información, la muestra, producto o ítem descrito, o su adecuación de uso para cualquier propósito específico.

Lima, 20 de Octubre de 2015

Marga Lourdes Sulca Cachay
SIGNATARIO AUTORIZADO
 Supervisor de Microbiología
 CSP 7011

REAL

Página 1 de 1

**ANEXO 4: ANÁLISIS DEL TRATAMIENTO IDEAL CON IONES DE PLATA
0.7825 A CON OZONO 5.03728 NUMERO 4**



Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-036



INFORME DE ENSAYO
N° 2852/LI-15

Pág. 1 de 1

Cliente : DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL S.A.C

Dirección : Av. Canevaro N° 722 - Lince

Producto descrito por el cliente : Agua para Consumo Humano (Agua de Mesa)

Identificación de la muestra : Fresh Life
Bidón llenado el 03-06, O3 – 5.0728 IP – 0.79825

Cantidad de muestra : 01 Muestra de 1 Bidón de 20 L. Aprox.

Envase : Bidón Sellado

Características de la muestra : Buena

Fecha de recepción : 04-06-15

Inicio de análisis : 04-06-15

Término de análisis : 08-06-15

Referencia : Orden de Análisis N° 006806 / Cotización N° 1139

RESULTADOS:

| ASAS N° 6968-LI | | | |
|--------------------------------|-----------------|------------|----------|
| Análisis | Unidades | Resultados | Límite |
| Bacterias Heterotróficas | UFC/ml | < 1 | 16 |
| Coliformes Totales | NMP/100 ml | < 1.1 | < 1.1 |
| Coliformes Termotolerantes | NMP/100 ml | < 1.1 | < 1.1 |
| <i>*Pseudomonas aeruginosa</i> | Ausencia/250 ml | Ausencia | Ausencia |

MÉTODOS:
 SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 B, 22 nd Ed, 2012. Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method, Approved by Standard Methods Committee, 2004.
 SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B 3-3, 22 nd Ed, 2012 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
 SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 22 nd Ed, 2012 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium), Approved by Standard Methods Comittee, 2006.
 *ISO 16266:2006 Calidad de agua – Detección y Enumeración de *Pseudomonas aeruginosa*- Método por filtración en membrana.

OBSERVACIONES:

ANEXO 5: INFORME DE ENSAYO DE AGUA POTABLE 1



Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-036



Registro N° LE-036

INFORME DE ENSAYO N° 2997/LI-15

Pág. 1 de 1

Cliete : DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL S.A.C
Dirección : Av. Canevaro N° 722 - Lince
Producto descrito por el cliente : Agua para Consumo Humano (Agua Potable)
Identificación de la muestra : Sin identificación
Cantidad de muestra : 01 Muestra de 2 L. Aprox.
Envase : Bidón Sellado
Características de la muestra : Buena
Fecha de recepción : 18-06-15
Inicio de análisis : 18-06-15
Término de análisis : 20-06-15
Referencia : Orden de Análisis N° 006873

RESULTADOS:

| ASAS N° 7790-LI | | | |
|--------------------------------|-----------------|------------|----------|
| Análisis | Unidades | Resultados | Límite |
| Bacterias Heterotróficas | UFC/ml | < 1 | 500 |
| Coliformes Totales | NMP/100 ml | < 1.1 | < 1.8 |
| * <i>Pseudomona aeruginosa</i> | Ausencia/250 ml | Ausencia | Ausencia |

MÉTODOS:

SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 B, 22 of Ed, 2012. Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method. Approved by Standard Methods Comitee, 2004.
 SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B 2-3, 22 ed Ed, 2012 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
 *ISO 14766:2006 Calidad de agua - Detección y Enumeración de *Pseudomonas aeruginosa*- Método por filtración en membranas.

OBSERVACIONES:

(*) El método indicado no ha sido acreditado por INDECOPI-SNA

*La muestra fue traída por el cliente.

Lima, 22 de Junio del 2015


Gerente de Calidad
Lic. Karyn Loo P.
CQP 651



J.P.Y.

Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio, no deben ser utilizados como certificación de conformidad con las normas de producto o sistema de calidad.
ADVERTENCIA: La alteración parcial o total de este documento es penalizado por ley. Cualquier corrección sólo podrá ser realizada por Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L. reemplazándolo por uno nuevo.

ASA-P-1-09

Form. 15 -Rev.08-Ene.13

ANEXO 6: INFORME DE ENSAYO DE AGUA POTABLE 2



Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-036



INFORME DE ENSAYO
N° 2854/LI-15

Pág. 1 de 1

Cliente : DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL S.A.C
Dirección : Av. Canevaro N° 722 - Lince
Producto descrito por el cliente : Agua para Consumo Humano (Agua Potable)
Identificación de la muestra : Bidón agua de red pública – toma en la cisterna – Lince
Cantidad de muestra : 01 Muestra de 1 Bidón de 20 L. Aprox.
Envase : Bidón Sellado
Características de la muestra : Buena
Fecha de recepción : 04-06-15
Inicio de análisis : 04-06-15
Término de análisis : 08-06-15
Referencia : Orden de Análisis N° 006806 / Cotización N° 1139

RESULTADOS:

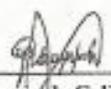
| ASAS N° 6970-LI | | | |
|-------------------------------|-----------------|------------|----------|
| Análisis | Unidades | Resultados | Límite |
| Bacterias Heterotróficas | UFC/ml | < 1 | 500 |
| Coliformes Totales | NMP/100 ml | < 1.1 | < 1.8 |
| Coliformes Termotolerantes | NMP/100 ml | < 1.1 | < 1.8 |
| <i>*Pseudomona aeruginosa</i> | Ausencia/250 ml | Ausencia | Ausencia |

MÉTODOS:
 SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 B, 22 nd Ed, 2012. Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method, Approved by Standard Methods Comité, 2004.
 SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B.2-3, 22 nd Ed, 2012 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
 SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 22 nd Ed, 2012 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium), Approved by Standard Methods Comité, 2006.
 *ISO 16266:2004 Calidad de agua – Detección y Enumeración de *Pseudomonas aeruginosa*– Método por filtración en membrana.

OBSERVACIONES:
 (*) El método indicado no ha sido acreditado por INDECOPI-SNA

De acuerdo a la referencia del cliente la muestra fue tomada el día 04/06/15 a las 9:00am. Lugar de Muestra: Planta

Lima, 11 de Junio del 2015



Gerencia de Calidad
Lic. Karyn Loo P.
CQP 651

LEY:
 Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio, no deben ser utilizados como certificación de conformidad con las normas de producto o sistema de calidad.
ADVERTENCIA: La alteración parcial o total de este documento es penalizado por ley. Cualquier corrección sólo podrá ser realizada por Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L. reemplazándolo por uno nuevo.

ASA-P-T-09

Form: 15 - Rev 06-Ene.13

ANEXO 7: INFORME DE ENSAYO DE AGUA DE MESA 1



Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-036



INFORME DE ENSAYO
N° 2852/LI-15

Pág. 1 de 1

Cliente : DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL S.A.C
Dirección : Ay. Canevaro N° 722 - Lince
Producto descrito por el cliente : Agua para Consumo Humano (Agua de Mesa)
Identificación de la muestra : Fresh Life
 Bidón llenado el 03-06, O3 – 5.0728 IP – 0.79825
Cantidad de muestra : 01 Muestra de 1 Bidón de 20 L. Aprox.
Envase : Bidón Sellado
Características de la muestra : Buena
Fecha de recepción : 04-06-15
Inicio de análisis : 04-06-15
Término de análisis : 08-06-15
Referencia : Orden de Análisis N° 006806 / Cotización N° 1139

RESULTADOS:

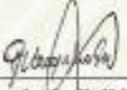
| ASAS N° 6968-LI | | | |
|---------------------------------|-----------------|------------|----------|
| Análisis | Unidades | Resultados | Límite |
| Bacterias Heterotróficas | UFC/ml | < 1 | 10 |
| Coliformes Totales | NMP/100 ml | < 1.1 | < 1.1 |
| Coliformes Termotolerantes | NMP/100 ml | < 1.1 | < 1.1 |
| * <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | Ausencia/250 ml | Ausencia | Ausencia |

MÉTODOS:
 SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 B, 22 nd Ed, 2012. Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method, Approved by Standard Methods Committee, 2004.
 SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B.2-3, 22 nd Ed, 2012 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
 SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 22 nd Ed, 2012 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium), Approved by Standard Methods Committee, 2008.
 *ISO 16266:2016 Calidad de agua – Detección y Enumeración de *Pseudomonas aeruginosa*- Método por filtración en membrana.

OBSERVACIONES:
 (*) El método indicado no ha sido acreditado por INDECOPI-SNA

De acuerdo a la referencia del cliente la muestra fue tomada el día 04/06/15 a las 9.00am. Lugar de Muestra: Planta

Lima, 11 de Junio del 2015



Gerencia de Calidad
Lic. Karyn Loo P.
CQP 651

J.P.V.

Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio, no deben ser utilizados como certificación de conformidad con las normas de producto o sistema de calidad.
ADVERTENCIA: La alteración parcial o total de este documento es penalizada por ley. Cualquier corrección sólo podrá ser realizada por Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L. reemplazándolo por uno nuevo.

ANEXO 8: INFORME DE ENSAYO QUIMICO DE AGUA MESA 1

INFORME DE ENSAYO

2472/LI-16

Pág. 1 de 1

Cliente : DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL S.A.C
Dirección : Av. Canevaro N° 722 - Lince
Producto descrito por el cliente : Agua para Uso y Consumo Humano (Agua de Mesa)
Identificación de la muestra : Fresh Life - A - Llenado 13.04
Cantidad de muestra : 01 Muestra de 1 Bidón de 20 L. Aprox.
Envase : Bidón Sellado
Características de la muestra : Buena
Fecha de recepción : 04-05-16
Inicio de análisis : 04-05-16
Término de análisis : 10-05-16
Referencia : Orden de Análisis N° 008647
Cotización N° 956

RESULTADOS:

| ASAS N° 7138-LI | | |
|-----------------|----------|------------|
| Análisis | Unidades | Resultados |
| Plata (Ag) | mg/L | 0.054 |

MÉTODO:

ANEXO 9: INFORME DE ENSAYO DE AGUA MESA 2



Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-036



INFORME DE ENSAYO
N° 2853/LI-15

Pg. 1 de 1

| | |
|----------------------------------|--|
| Cliente | : DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL S.A.C |
| Dirección | : Av. Canevaro N° 722 - Lince |
| Producto descrito por el cliente | : Agua para Consumo Humano (Agua de Mesa) |
| Identificación de la muestra | : Fresh Life Bidón llenado el 03-06, O3 – 5.0728 IP – 0.79825 |
| Cantidad de muestra | : 01 Muestra de 1 Bidón de 20 L. Aprox. |
| Envase | : Bidón Sellado |
| Características de la muestra | : Buena |
| Fecha de recepción | : 04-06-15 |
| Inicio de análisis | : 04-06-15 |
| Término de análisis | : 08-06-15 |
| Referencia | : Orden de Análisis N° 006806 / Cotización N° 1139 |

RESULTADOS:

| ASAS N° 6969-LI | | | |
|---------------------------------|-----------------|----------------------|----------|
| Análisis | Unidades | Resultados | Limite |
| Bacterias Heterotróficas | UPC/ml | 10 x 10 ³ | :0 |
| Coliformes Totales | NMP/100 ml | < 1.1 | < 1.1 |
| Coliformes Termotolerantes | NMP/100 ml | < 1.1 | < 1.1 |
| * <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | Ausencia/250 ml | Presencia | Ausencia |

MÉTODOS:
 SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 B, 22 nd Ed, 2012. Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method, Approved by Standard Methods Comité, 2004
 SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B.2-3, 22 nd Ed, 2012 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
 SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 22 nd Ed, 2012 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliforms Test (FC Medium), Approved by Standard Methods Comité, 2006.
 *ISO 16266:2006 Calidad de agua – Detección y Enumeración de *Pseudomonas aeruginosa*- Método por filtración en membrana.

OBSERVACIONES:
 (*) El método indicado no ha sido acreditado por INDECOPI-SNA

De acuerdo a la referencia del cliente la muestra fue tomada el día 04/06/15 a las 9:00am. Lugar de Muestra Planta

Lima, 11 de Junio del 2015



Gerardo de Calidad
Lic. Karyn Loo P.
CQP 651

J.P.V.
 Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio, no deben ser utilizados como certificación de conformidad con las normas de producto o sistema de calidad.
ADVERTENCIA: La alteración parcial o total de este documento es penalizado por ley. Cualquier corrección sólo podrá ser realizada por Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L. reemplazándolo por uno nuevo.

ASA-P-T-09
Form.15-Rev.06-Ene.15

ANEXO 10: INFORME DE ENSAYO DE AGUA MESA 3



Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-036



INFORME DE ENSAYO
N° 1337/LI-15

Fig. 1 de 1

| | |
|----------------------------------|---|
| Cliente | : DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL S.A.C |
| Dirección | : Av. Canevaro N° 722 - Lince |
| Producto descrito por el cliente | : Agua para Uso y Consumo Humano (Agua de Mesa) |
| Identificación de la muestra | : A - Bidón llenado el 23-03 Prueba iones 5 |
| Cantidad de muestra | : 01 Muestra de 1 Bidón de 20 L. Aprox. |
| Envase | : Bidón Sellado |
| Características de la muestra | : Buena |
| Fecha de recepción | : 07-04-15 |
| Inicio de análisis | : 07-04-15 |
| Término de análisis | : 09-04-15 |
| Referencia | : Orden de Análisis N° 006560 |

RESULTADOS:

| ASA N° 4448-LI | | | |
|---------------------------------|-----------------|----------------------|----------|
| Análisis | Unidades | Resultados | Límites |
| Bacterias Heterotróficas | UFC/ml | 64 x 10 ² | 10 |
| Coliformes Totales | NMP/100 ml | < 1,1 | < 1,1 |
| * <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | Ausencia/250 ml | Ausencia | Ausencia |

MÉTODOS:
 SM11WW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 B, 22 ed Ed, 2012. Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method. Approved by Standard Methods Committee, 2004.
 SM21WW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B.2-3, 22 ed Ed, 2012 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
 *ISO 16266:2006 Calidad de agua - Detección y Enumeración de *Pseudomonas aeruginosa*- Método por filtración en membrana.

OBSERVACIONES:
 (*) El método indicado no ha sido acreditado por INDECOPI-SNA

De acuerdo a la referencia del cliente la muestra fue tomada el día 07/04/15 a las 3:00 p.m. Lugar de Muestra Planta

Lima, 10 de Abril del 2015




Gerente de Calidad
Lic. Karyn Loo
CQP 651

J.P.Y.
 Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio, no deben ser utilizados como certificación de conformidad con las normas de producto o sistema de calidad.
ADVERTENCIA: La obtención parcial o total de este documento es penalizada por ley. Cualquier corrección sólo podrá ser realizada por Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L. retransmitiéndolo por una nueva.

ASA-PT-09

Form. 15 - Rev. 06 - Frec. 1

ANEXO 11: INFORME DE ENSAYO QUIMICO DE AGUA MESA 2



**Alex Stewart
(Assayers) Del Perú S.R.L.**

INFORME DE ENSAYO N° 1338/LI-15

Pág. 1 de 1

Cliente : DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL S.A.C
Dirección : Av. Canevaro N° 722 - Lince
Producto descrito por el cliente : Agua para Uso y Consumo Humano (Agua de Mesa)
Identificación de la muestra : A - Bidón llenado el 23-03 Prueba iones 5
Cantidad de muestra : 01 Muestra de 1 Bidón de 20 L. Aprox.
Envase : Bidón Sellado
Características de la muestra : Buena
Fecha de recepción : 07-04-15
Inicio de análisis : 07-04-15
Término de análisis : 09-04-15
Referencia : Orden de Análisis N° 006560

RESULTADOS:

| N° ASA | Ag mg/L | Al mg/L | As mg/L | B mg/L | Ba mg/L | Be ppm | Bi mg/L | Cu mg/L | Cd mg/L | Co mg/L |
|--------|------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 4448 | <0,010 | <0,003 | 0.112 | 0.026 | <0,001 | <0,003 | 48.335 | <0,001 | <0,001 | <0,010 |

| N° ASA | Cr mg/L | Cu mg/L | Fe mg/L | Ga mg/L | Hg mg/L | K mg/L | Li mg/L | Mg mg/L | Mn mg/L | Mo mg/L |
|--------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 4448 | <0,001 | <0,003 | <0,010 | <0,003 | <0,001 | 1.448 | 0.016 | 5.200 | <0,001 | <0,003 |

| N° ASA | Na mg/L | Ni mg/L | P mg/L | Pb mg/L | Sb mg/L | Se mg/L | Si mg/L | Sr mg/L | Ta mg/L | Te mg/L |
|--------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 4448 | 8.313 | <0,003 | <0,010 | <0,002 | <0,005 | <0,006 | 4.951 | <0,005 | 0.386 | <0,005 |

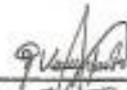
| N° ASA | Ti mg/L | Tl mg/L | V mg/L | W mg/L | Zn mg/L | U mg/L | Ce mg/L |
|--------|------------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|
| 4448 | <0,005 | <0,005 | <0,003 | <0,005 | 0,0,115 | <0,010 | <0,010 |

MÉTODO:

EPA Method 200.7:1995 Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometric Method for Trace Element Analysis of Water and Wastes.

OBSERVACIONES:

De acuerdo a la referencia del cliente la muestra fue tomada el día 07-04-15 a las 3:00 p.m. Lugar de Muestreo Plaza.


 Gerente de Calidad
 Lic. Karyn Loo
 CQP 651
 

I.P.Y.

Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio, no deben ser utilizados como certificación de conformidad con las normas de producto o sistema de calidad.
ADVERTENCIA: La alteración parcial o total de este documento es penalizado por ley. Cualquier corrección sólo podrá ser realizada por Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L. reemplazándolo por uno nuevo.

ASA-P-T-09

Form 15 - Rev 04 - Ene 15

ANEXO 12: INFORME DE ENSAYO DE AGUA MESA 4



Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-036



INFORME DE ENSAYO
N° 5480/LI-14

Fig. 1 de 1

| | |
|---|---|
| Cliente | : DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL S.A.C |
| Dirección | : Av. Canevaro N° 722 - Lince |
| Producto descrito por el cliente | : Agua para Consumo Humano (Agua de Mesa) |
| Identificación de la muestra | : Fresh Life Fecha de Producción: 25.11.14 Fecha de Vencimiento: 25.01.15 |
| Cantidad de muestra | : 01 Muestra de 2 Bidones de 20 L. Aprox. c/u |
| Envase | : Bidón Sellado |
| Características de la muestra | : Buena |
| Fecha de recepción | : 25-11-14 |
| Inicio de análisis | : 26-11-14 |
| Término de análisis | : 28-11-14 |
| Referencia | : Orden de Análisis N° 005938 Cotización N° 2152 |

RESULTADOS:

| ASAS N° 14476-LI | | | |
|-------------------------------|-----------------|------------|----------|
| Análisis | Unidades | Resultados | Límite |
| Bacterias Heterotróficas | UFC/ml | < 1 | 10 |
| Coliformes Totales | NMP/100 ml | < 1,1 | < 1,1 |
| <i>*Pseudomona aeruginosa</i> | Ausencia/250 ml | Ausencia | Ausencia |

MÉTODOS:
 SMEIWW-APHA-AWWA-WEFF Pág. 9215-B, 22nd. Ed. 2012. Heterotrophic Plate Count, Pour Plate Method.
 SMEIWW-APHA-AWWA-WEFF Pág. 9221-B, C, 22nd. Ed. 2012. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliforms Fermentation Technique. Estimation of Bacterial Density.
 *ISO International Standard, 16266, First Edition 2006/ Detection and enumeration of *Pseudomonas aeruginosa*- Method by membrane filtration.

OBSERVACIONES:

(*) El método indicado no ha sido acreditado por INDECOPI-SNA

* La muestra fue traída por el cliente.



10 de Diciembre del 2014

Gonzalo Paredes
Ing. Gonzalo Paredes
CIP 92774



J.P.V.

Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio, no deben ser utilizados como certificación de conformidad con las normas de producto o sistema de calidad.

ADVERTENCIA: La alteración parcial o total de este documento es penalizada por ley. Cualquier corrección sólo podrá ser realizada por Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L. reemplazándolo por uno nuevo.

ASA-P-E-09

Págs. 13 - Rev. 06 - Bas. 13

ANEXO 13: INFORME DE ENSAYO FISICO - QUIMICO DE AGUA MESA 1



Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-036



Registro N° LE-036

INFORME DE ENSAYO N° 5481/LI-14

Pág. 1 de 2

Ciente : DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL S.A.C
Dirección : Av. Canevaro N° 722 - Lince
Producto descrito por el cliente : Agua para Consumo Humano (Agua de Mesa)
Identificación de la muestra : Fresh Life
 Fecha de Producción: 25.11.14
 Fecha de Vencimiento: 25.01.15
Cantidad de muestra : 01 Muestra de 2 Bidones de 20 L. Aprox. c/u
Envase : Bidón Sellado
Características de la muestra : Buena
Fecha de recepción : 25-11-14
Inicio de análisis : 26-11-14
Término de análisis : 28-11-14
Referencia : Orden de Análisis N° 005938
 Cotización N° 2152

RESULTADOS:

| ASA N° 14476-LI | | |
|-----------------|------------------------|------------|
| Análisis | Unidades | Resultados |
| Dureza Total | mgCaCO ₃ /L | 238.40 |
| Cloruros | mg/L | 25.09 |
| *Nitratos | mg/L | 0.64 |
| *pH a 23.3°C | - | 7.22 |
| *Cianuro Total | mg/L | 0.003 |
| *Sulfatos | mg/L | 157.22 |
| *Temperatura | °C | 23.3 |
| *Cloro | mg/L | < 0.05 |
| *Clorato | mg/L | < 0.10 |
| *Clorito | mg/L | < 0.10 |
| *Nitritos | mg/L | < 0.006 |
| *Flúor | mg/L | 0.17 |

J.P.Y.

Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio, no deben ser utilizados como certificación de conformidad con las normas de producto o sistema de calidad.
ADVERTENCIA: La alteración parcial o total de este documento es penalizada por ley. Cualquier corrección sólo podrá ser realizada por Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L. reconstruyéndolo por uso nuevo.

ASA-P-T-09

Form.15 -Rev 04-2013

ANEXO 14: INFORME DE ENSAYO QUIMICO DE AGUA MESA 3



Alex Stewart
(Assayers) Del Perú S.R.L.

1-3110000

INFORME DE ENSAYO

N° 2975/LI-14

Pág. 1 de 1

Cliente : DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL S.A.C
Dirección : Av. Canevaro N° 722 - Lince
Producto descrito por el cliente : Agua para Consumo Humano (Agua de Mesa)
Identificación de la muestra : Fresh Life
 Fecha de Producción: 25.11.14
 Fecha de Vencimiento: 25.01.15

Cantidad de muestra : 01 Muestra de 2 Bidones de 20 L. Aprox. c/u
Envase : Bidón Sellado
Características de la muestra : Buena
Fecha de recepción : 25-11-14
Inicio de análisis : 26-11-14
Término de análisis : 28-11-14
Referencia : Orden de Análisis N° 005938
 Cotización N° 2152

RESULTADOS:

| N° ASA | Ag mg/L | Al mg/L | As mg/L | B mg/L | Ba mg/L | Be ppm | Bi mg/L | Cu mg/L | Cd mg/L | Co mg/L |
|--------|------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 14476 | <0,001 | 0.019 | <0,003 | 0.220 | 0.037 | <0,001 | <0,005 | >50 | <0,001 | <0,001 |

| N° ASA | Cr mg/L | Cu mg/L | Fe mg/L | Ga mg/L | Hg mg/L | K mg/L | Li mg/L | Mg mg/L | Mn mg/L | Mo mg/L |
|--------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 14476 | <0,001 | 0.007 | <0,010 | <0,003 | <0,001 | 2.591 | 0.080 | 8.535 | <0,001 | <0,003 |

| N° ASA | Na mg/L | Ni mg/L | P mg/L | Pb mg/L | Sb mg/L | Se mg/L | Si mg/L | Sn mg/L | Sr mg/L | Te mg/L |
|--------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 14476 | 15.345 | <0,003 | <0,010 | <0,002 | <0,005 | <0,006 | 4.745 | <0,005 | 0.822 | <0,005 |

| N° ASA | Ti mg/L | Tl mg/L | V mg/L | W mg/L | Zn mg/L | U mg/L | Ce mg/L |
|--------|------------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|
| 14476 | <0,005 | <0,005 | <0,003 | <0,005 | 0.167 | <0,010 | <0,010 |

MÉTODO:
EPA Method 200.7:1995 Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometric Method for Trace Element Analysis of Water and Wastes.

OBSERVACIONES:
* La muestra fue traída por el cliente.

04 de Diciembre del 2014


Gonzalo Paredes
 CIP 92774



LEY.
Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio, no deben ser utilizados como certificación de conformidad con las normas de producto o sistema de calidad.
ADVERTENCIA: La alteración parcial o total de este documento es penalizado por ley. Cualquier corrección sólo podrá ser realizada por Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L. reemplazándolo por uno nuevo.

A.G.A. 9.7.1.01
Forma 14 - Rev. 06 - Dec. 13

ANEXO 15: INFORME DE ENSAYO FISICO - QUIMICO DE AGUA MESA 2



Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-036



Registro N° LE-036

INFORME DE ENSAYO N° 1891/LI-14

Pág. 1 de 2

| | |
|----------------------------------|---|
| Cliente | : DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL S.A.C |
| Dirección | : Av. Canevaro N° 722 - Lince |
| Producto descrito por el cliente | : Agua para Consumo Humano (Agua de Mesa) |
| Identificación de la muestra | : 4 - Realizar Físicoquímicos |
| Cantidad de muestra | : 01 Muestra de 1 Bidón de 20 L. Aprox. |
| Envase | : Bidón Sellado |
| Fecha de recepción | : 14-04-14 |
| Inicio de análisis | : 15-04-14 |
| Término de análisis | : 29-04-14 |
| Referencia | : Orden de Análisis N° 004883 |

RESULTADOS:

| ASA N° 4519-LI | | |
|----------------|-------------------------|------------|
| Análisis | Unidades | Resultados |
| Dureza Total | mg CaCO ₃ /L | 214 |
| Cloruros | mg/L | 24,64 |
| *Nitratos | mg/L | 0,48 |
| *pH a 23.3°C | - | 7,32 |
| *Cianuro Total | mg/L | 0,001 |
| *Sulfatos | mg/L | 119,29 |
| *Temperatura | °C | 23,3 |
| *Cloro | mg/L | 0,02 |
| *Clorato | mg/L | < 0,10 |
| *Clorito | mg/L | < 0,10 |
| * Nitritos | mg/L | < 0,006 |
| * Fluoruros | mg/L | < 0,040 |

LEYENDA:

Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio, no deben ser utilizados como certificación de conformidad con los normas de producto o sistema de calidad.
ADVERTENCIA: La alteración parcial o total de este documento es penalizado por ley. Cualquier corrección sólo podrá ser realizada por Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L. reemplazándolo por uno nuevo.

ASA-P-T-09

Form 15.-Rev.06-Ene.13

ESTE DOCUMENTO HA SIDO EMITIDO EN BASE A LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS Y PRUEBAS EFECTUADOS EN NUESTRO LABORATORIO CON LA MAYOR HABILIDAD, CONOCIMIENTO Y BUENA FE. LA RESPONSABILIDAD DE ALEX STEWART (ASSAYERS) DEL PERÚ S.R.L. AL EMITIR EL PRESENTE DOCUMENTO ESTÁ LIMITADA A LAS CONDICIONES DE PRESTACIÓN DE NUESTROS SERVICIOS ACREDITADOS POR EL CUENTE. EL PRESENTE DOCUMENTO NO OBLIGA A LAS PARTES CONTRATANTES DE SUS OBLIGACIONES NI LIMITA EL EJERCICIO DE SUS DERECHOS.

ANEXO 16: INFORME DE ENSAYO QUIMICO DE AGUA MESA 4



Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-036



Registro N° LE-036

INFORME DE ENSAYO N° 1892/LI-14

Pág. 1 de 1

Cliente : DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL S.A.C
Dirección : Av. Canevaro N° 722 - Lince
Producto descrito por el cliente : Agua para Consumo Humano (Agua de Mesa)
Identificación de la muestra : 4 - Realizar Físicoquímicos
Cantidad de muestra : 01 Muestra de 1 Bidón de 20 L. Aprox.
Envase : Bidón Sellado
Fecha de recepción : 14-04-14
Inicio de análisis : 15-04-14
Término de análisis : 21-04-14
Referencia : Orden de Análisis N° 004883

RESULTADOS:

RESULTADOS:

| N° ASA | Ag mg/L | Al mg/L | As mg/L | B mg/L | Ba mg/L | Be ppm | Bi mg/L | Ca mg/L | Cd mg/L | Co mg/L |
|--------|------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 4519 | <0.001 | <0.010 | <0.003 | 0.235 | 0.033 | <0.001 | <0.005 | >50 | 0.002 | <0.001 |

| N° ASA | Cr mg/L | Cu mg/L | Fe mg/L | Ga mg/L | Hg mg/L | K mg/L | Li mg/L | Mg mg/L | Mn mg/L | Ni mg/L |
|--------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 4519 | <0.001 | <0.003 | <0.010 | <0.003 | <0.002 | 2.299 | 0.057 | 8.342 | <0.001 | <0.003 |

| N° ASA | Na mg/L | Ni mg/L | P mg/L | Pb mg/L | Sb mg/L | Se mg/L | Si mg/L | Sr mg/L | Te mg/L |
|--------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 4519 | 16.247 | <0.003 | <0.010 | <0.002 | <0.003 | <0.006 | 5.639 | <0.005 | 0.663 |

| N° ASA | Tl mg/L | Tl mg/L | V mg/L | W mg/L | Zn mg/L | U mg/L | Ce mg/L |
|--------|------------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|
| 4519 | <0.005 | <0.005 | <0.003 | <0.005 | 0.200 | <0.010 | <0.010 |

MÉTODO:

EPA Method 200.7:1995 Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometric Method for Trace Element Analysis of Water and Wastes

22 de Abril del 2014


 Gerencia de Calidad
 Lic. Karyn Loo P.
 CQP 651



L.P.V.

Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio, no deben ser utilizados como certificación de conformidad con las normas de producto o sistema de calidad.

ADVERTENCIA: La alteración parcial o total de este documento es penalizada por ley. Cualquier corrección sólo podrá ser realizada por Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L. reemplazándolo por uno nuevo.

ASA-P-T-09

Form.15.-Rev.06-Enc.13

ESTE DOCUMENTO HA SIDO EMITIDO EN BASE A LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS Y PRUEBAS EFECTUADOS EN NUESTRO LABORATORIO CON LA MÁXIMA PRECISIÓN, CUIDADOSOS Y SERiedad. LA RESPONSABILIDAD DE ALEX STEWART (ASSAYERS) DEL PERU S.R.L. AL EMITIR EL PRESENTE DOCUMENTO ESTA LIMITADA A LAS CONDICIONES DE PRESTACIÓN DE NUESTROS SERVICIOS.

ANEXO 17: INFORME DE ENSAYO DE AGUA MESA 5



Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-036



INFORME DE ENSAYO N° 1890/LI-14

Pág. 1 de 2

Cliente : DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL S.A.C
Dirección : Av. Canevaro N° 722 - Lince
Producto descrito por el cliente : Agua para Consumo Humano (Agua de Mesa)
Identificación de la muestra : 3 - Bidón llenado hoy
Cantidad de muestra : 01 Muestra de 1 Bidón de 20 L. Aprox.
Envase : Bidón Sellado
Fecha de recepción : 14-04-14
Inicio de análisis : 15-04-14
Término de análisis : 29-04-14
Referencia : Orden de Análisis N° 004883

RESULTADOS:

| ASA N° 4518-LI | | | |
|---|-----------------|------------|----------|
| Análisis | Unidades | Resultados | Límites |
| Bacterias Heterotróficas | UFC/ml | < 1 | 10 |
| Coliformes Totales | NMP/100 ml | < 1.1 | < 1.1 |
| Coliformes Termotolerantes | NMP/100 ml | < 1.1 | < 1.1 |
| <i>Escherichia Coli</i> | NMP/100ml | < 1.1 | < 1.1 |
| <i>Pseudomona aeruginosa</i> | Ausencia/100 ml | Ausencia | Ausencia |
| * Huevos de Helmintos | N° Org/Litro | 0 | 0 |
| * <i>Giardia</i> | N° OOquistes/L | 0 | 0 |
| * <i>Cryptosporidium</i> | N° OOquistes/L | 0 | 0 |
| *Organismo de Vida Libre, como algas, protozoarios ciliópodas, rotíferos, nemátodos en todos sus estados evolutivos | N° Org/L | <1 | 0 |

J.P.V.

Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio, no deben ser utilizados como certificación de conformidad con las normas de producto o sistema de calidad.
ADVERTENCIA: La alteración parcial o total de este documento es penalizada por ley. Cualquier corrección sólo podrá ser realizada por Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L. reemplazándolo por uno nuevo.

ASA-P-T-09

Form. 15.-Rev.06-Ene.13

ESTE DOCUMENTO HA SIDO EMITIDO EN BASE A LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS Y PRUEBAS EFECTUADAS EN NUESTRO LABORATORIO CON LA MAYOR HABILIDAD, CONOCIMIENTO Y BUENA FE. LA RESPONSABILIDAD DE ALEX STEWART (ASSAYERS) DEL PERÚ S.R.L. AL EMITIR EL PRESENTE DOCUMENTO ESTÁ LIMITADA A LAS CONDICIONES DE PRESTACIÓN DE NUESTROS SERVICIOS ACEPTADAS POR EL CLIENTE. EL PRESENTE DOCUMENTO NO DA NI A LAS PARTES CONTRATANTES DE SUS OBLIGACIONES NI LIMITA EL EJERCICIO DE SUS DERECHOS.



Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-036



INFORME DE ENSAYO

N° 1890/LI-14

Pág. 2 de 2

Géneros y/o especies encontradas en Organismos de vida Libre:

| | |
|---------------------|-----|
| <i>Fitoplankton</i> | 1 |
| <i>Zooplankton</i> | < 1 |

MÉTODOS:

SMEWW-APHA-AWWA-WEFPP Part 9215-B, 21st. Ed. 2005. Approved by SM Committee 2004. Heterotrophic Plate Count, Pour Plate Method.

SMEWW-APHA-AWWA-WEFPP Part 9221-B, C, 21st. Ed. 2005. Approved by SM Committee 2006. Multiple - Tube Fermentation technique for members of the coliform group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.

SMEWW-APHA-AWWA-WEFPP Part 9221-E.1, 21st. Ed. 2005. Approved by SM Committee 2006. Multiple - Tube Fermentation technique for members of the coliform group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).

SMEWW-APHA-AWWA-WEFPP Part 9221-G.2, 21st. Ed. 2005. Approved by SM Committee 2006. Multiple - tube Fermentation technique for members of the coliform group. Other *Escherichia coli* Procedure (Proposed). *Escherichia coli* Test (Indole Production)

SMEWW-APHA-AWWA-WEFPP Part 9213-F, 21 St Ed. 2005. Approved by Standard Methods, Committee, 2007. *Pseudomonas aeruginosa*.

* NMX-AA-113-SCFI-1993 Análisis de Agua, Determinación de Huevos de Helminto pp 1-12

* Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). Identificación y Cuantificación de Enteroparásitos en Aguas Residuales 199X.

* APHA Standard Methods, 9224-B Somatic Coliphages Assay

OBSERVACIONES:

(*) El método indicado no ha sido acreditado por INDECOPI-SNA

(*) Análisis subsecuente

De acuerdo a la referencia del cliente la muestra fue tomada el día 14/04/14 a las 11:40a.m. Lugar de Muestreo Planta.

Lima, 29 de Abril del 2014

Gerente de Calidad

Lic. Karyn Loo P.
CQP 651



J.P.V.

Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio, no deben ser utilizados como certificación de conformidad con las normas de producto o sistema de calidad.

ADVERTENCIA: La alteración parcial o total de este documento es penalizado por ley. Cualquier conexión año podrá ser realizada por Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L. reemplazándolo por uno nuevo.

ASA-P-T-09

Form.15.-Rev.06-Ene.13

ANEXO 18: INFORME DE ENSAYO DE AGUA MESA 6



Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L.
 LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
 SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACION
 INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-036



INFORME DE ENSAYO
N° 8010/LI-13

Pág. 1 de 2

Cliente : DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL S.A.C
Dirección : Av. Canevaro N° 722 - Lince
Producto descrito por el cliente : Agua de Mesa
Identificación de la muestra : Sin identificación
Cantidad de muestra : 01 Muestra de 1 Bidón de 20 L. Aprox.
Envase : Bidón Sellado
Fecha de recepción : 07-11-13
Inicio de análisis : 07-11-13
Término de análisis : 19-11-13
Referencia : Orden de Análisis N° 004002
 Cotización N° 1478

RESULTADOS:

| ASA N° 14230-LI | | | |
|------------------------------|-----------------|------------|----------|
| Análisis | Unidades | Resultados | Límites |
| Coliformes Totales | NMP/100 ml | < 1.1 | < 1.1 |
| Coliformes Termotolerantes | NMP/100 ml | < 1.1 | < 1.1 |
| <i>Escherichia Coli</i> | NMP/100ml | < 1.1 | < 1.1 |
| <i>Pseudomona aeruginosa</i> | Ausencia/100 ml | Ausencia | Ausencia |
| * Huevos de Helminos | N° Org/Litro | 0 | 0 |
| * <i>Giardia</i> | N° OOquistes/L | 0 | 0 |
| * <i>Cryptosporidium</i> | N° OOquistes/L | 0 | 0 |

J.P.V.

Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio, no deben ser utilizados como certificación de conformidad con los normen de producto o sistema de calidad.

ADVERTENCIA: La alteración parcial o total de este documento es penalizado por ley. Cualquier corrección sólo podrá ser realizada por Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L. reemplazándolo por uno nuevo.

ASA-P-T-09 Form 15 -Rev.06-Ene.13

ESTE DOCUMENTO HA SIDO EMITIDO EN BASE A LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS Y PRUEBAS EFECTUADOS EN NUESTRO LABORATORIO CON LA MAYOR HABILIDAD, CONOCIMIENTOS Y CUIDADO. LA RESPONSABILIDAD DE ALEX STEWART (ASSAYERS) DEL PERÚ S.R.L. AL EMITIR EL PRESENTE DOCUMENTO ESTA LIMITADA A LAS CONDICIONES DE PRESTACIÓN DE NUESTROS SERVICIOS ACEPTADAS POR EL CLIENTE. EL PRESENTE DOCUMENTO NO EXIME A LAS PARTES CONTRATANTES DE SUS OBLIGACIONES NI LIMITA EL EJERCICIO DE SUS DERECHOS.

ANEXO 19: INFORME DE ENSAYO DE AGUA MESA 7



Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L.
 LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
 SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACION
 INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-036



INFORME DE ENSAYO
N° 3702/LI-13

Pág. 1 de 1

Cliente : DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL S.A.C
Dirección : Av. Canevaro N° 722 - Lince
Producto descrito por el cliente : Agua de Mesa
Identificación de la muestra : Sin identificación
Cantidad de muestra : 01 Muestra de 20 Litros Aprox.
Envase : Bidón Sellado
Fecha de recepción : 29-05-13
Inicio de análisis : 29-05-13
Término de análisis : 13-06-13
Referencia : Orden de Análisis N° 002819
 Cotización N° 520-A

RESULTADOS:

| ASA N° 6971-LI | | | |
|---|-----------------|------------|----------|
| Análisis | Unidades | Resultados | Límites |
| Bacterias Heterotróficas | UFC/ml | < 1 | 10 |
| Coliformes Totales | NMP/100 ml | < 1.1 | < 1.1 |
| Coliformes Termotolerantes | NMP/100 ml | < 1.1 | < 1.1 |
| <i>Escherichia Coli</i> | NMP/100ml | < 1.1 | <1.1 |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | Ausencia/100 ml | Ausencia | Ausencia |
| * Huevos de Helmintos | N° Org/Litro | 0 | 0 |
| * <i>Giardia</i> | N° OOquistes/L | 0 | 0 |
| * <i>Cryptosporidium</i> | N° OOquistes/L | 0 | 0 |
| * <i>Organismo de Vida Libre, como algas, protozoarios copepodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos</i> | N° Org/L | <1 | 0 |

J.P.V.

Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio, no deben ser utilizadas como certificación de conformidad con las normas de producto o sistema de calidad.
ADVERTENCIA: La alteración parcial o total de este documento es penalizada por ley. Cualquier corrección sólo podrá ser realizada por Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L. reemplazándolo por uno nuevo.

ASA-P-T-09 Form.15-Rev.06-Ene.13

ESTE DOCUMENTO HA SIDO EMITIDO EN BASE A LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS Y PRUEBAS EFECTUADAS EN NUESTRO LABORATORIO CON LA MAYOR HABILIDAD, CONOCIMIENTOS Y BUENA FE. LA RESPONSABILIDAD DE ALEX STEWART (ASSAYERS) DEL PERÚ S.R.L. AL EMITIR EL PRESENTE DOCUMENTO ESTÁ LIMITADA A LAS CONDICIONES DE PRESTACIÓN DE NUESTROS SERVICIOS ACEPTADAS POR EL CLIENTE. EL PRESENTE DOCUMENTO NO EXIME A LAS PARTES CONTRATANTES DE SUS OBLIGACIONES NI LIMITA EL EJERCICIO DE SUS DERECHOS.

ANEXO 20: INFORME DE ENSAYO DE AGUA MESA 8



Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-036



INFORME DE ENSAYO
N° 868/LI-13

Pág. 1 de 1

Ciente : DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL S.A.C

Dirección : Av. Canevaro N° 722 - Lince

Producto descrito por el cliente : Agua de Mesa

Identificación de la muestra : Sin identificación

Cantidad de muestra : 01 Muestra de 2 Bidones de 20 L. Aprox. c/u

Envase : Bidón Sellado

Fecha de recepción : 14-02-13

Inicio de análisis : 14-02-13

Término de análisis : 27-02-13

Referencia : Orden de Análisis N° 001989

RESULTADOS:

| ASA N° 1819-LI | | | |
|--|-----------------|------------|----------|
| Análisis | Unidades | Resultados | Límites |
| Bacterias Heterotróficas | UFC/ml | < 1.0 | 10 |
| Coliformes Totales | NMP/100 ml | < 1.1 | < 1.1 |
| Coliformes Termotolerantes | NMP/100 ml | < 1.1 | < 1.1 |
| <i>Escherichia Coli</i> | NMP/100ml | < 1.1 | < 1.1 |
| <i>Pseudomona aeruginosa</i> | Ausencia/100 ml | Ausencia | Ausencia |
| * Huevos de Helminfos | N° Org/Litro | 0 | 0 |
| * Virus | UFC/ml | < 1 | 0 |
| * Giardia | N° OOquistes/L | 0 | 0 |
| * Cryptosporidium | N° OOquistes/L | 0 | 0 |
| * Organismo de Vida Libre, como algas, protozoarios copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos | N° Org/L | < 1 | 0 |

J.P.V.

Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio, no deben ser utilizados como certificación de conformidad con las normas de producto o sistema de calidad.

ADVERTENCIA: La alteración parcial o total de este documento es penalizada por ley. Cualquier corrección sólo podrá ser realizada por Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L. reemplazándolo por uno nuevo.

ESTE DOCUMENTO HA SIDO EMITIDO EN BASE A LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS Y PRUEBAS EFECTUADOS EN NUESTRO LABORATORIO CON LA MAYOR CALIDAD, CUIDADO Y SERiedad. LA RESPONSABILIDAD DE ALEX STEWART (ASSAYERS) DEL PERÚ S.R.L. EN TORO EL PRESENTE DOCUMENTO, ESTÁ LIMITADA A LAS CONDICIONES DE PRESTACIÓN DE NUESTROS SERVICIOS ACREDITADOS POR EL SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACION. EL PRESENTE DOCUMENTO NO EXCUSA A LAS PARTES CONTRATANTES DE SUS OBLIGACIONES RELATIVAS AL ESPACIO DE SUS DEBERES. LAS OBSERVACIONES NO PODRAN PARTIR DEL ALCAÑICE DE LA ACREDITACION POR INDECOPI-SNA.

Form 15 - Rev 06 - Ene 13

ANEXO 21: INFORME DE ENSAYO DE AGUA MESA 9



Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-036



Registro N° LE-036

INFORME DE ENSAYO
N° 8587/LI-12

Fig. 1 de 2

| | |
|------------------------------|--|
| Cliente | : DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL S.A.C |
| Dirección | : Jr. Franklin de Roosevelt N° 447-Santiago de Surco |
| Producto | : Agua de Mesa |
| Identificación de la muestra | : A - Bidón Sellado |
| Cantidad de muestra | : 01 Muestra de 20 Litros Aprox. |
| Envase | : Bidón de Plástico |
| Fecha de recepción | : 11-12-12 |
| Inicio de análisis | : 11-12-12 |
| Término de análisis | : 24-12-12 |
| Referencia | : Orden de Análisis N° 001572 |

RESULTADOS:

| ASA N° 13340-LI | | | |
|---|----------|------------|---------|
| ANALISIS | Unidad | Resultados | Límites |
| Bacterias Heterotróficas | UFC/ ml | <1 | 10 |
| <i>*Organismo de Vida Libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos</i> | N° Org/L | <1 | 0 |

MÉTODOS:

SMEWW-APHA-AWWA-WEPF Pag. 9215-B, 21st. Ed. 2005. Approved by SM Committee 2004. Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method.

*APHA Standard Methods, 9224-B Somatic Coliphages Assay

J.P.V.

Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio, no deben ser utilizados como certificación de conformidad con las normas de producto o sistema de calidad.

ASA-P-T-09

Form.15-Rev.05-Ago.09

ESTE DOCUMENTO HA SIDO EMITIDO EN BASE A LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS Y PRUEBAS EFECTUADOS EN NUESTRO LABORATORIO CON LA MAYOR HABILIDAD, CONSCIENTE Y BUENA FE. LA RESPONSABILIDAD DE ALEX STEWART (ASSAYERS) DEL PERÚ S.R.L. AL EMITIR EL PRESENTE DOCUMENTO, ESTA LIMITADA A LAS CONDICIONES DE PRESTACIÓN DE NUESTROS SERVICIOS ACEPTADAS POR EL CLIENTE. EL PRESENTE DOCUMENTO NO SOBRELLEVA A LAS PARTES CONTRATANTES DE SUS OBLIGACIONES NI LIMITA EL EJERCICIO DE SUS DERECHOS. LAS OBLIGACIONES NO FORMAN PARTE DEL ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN POR INDECOPI-SNA.

THIS DOCUMENT HAS BEEN ISSUED BASED ON THE ANALYSIS AND TESTS PERFORMED IN OUR LABORATORY, CONSCIENTLY AND WITH THE BEST OF OUR ABILITY. THE RESPONSIBILITY OF ALEX STEWART (ASSAYERS) DEL PERÚ S.R.L. IN ISSUING THIS DOCUMENT IS LIMITED TO THE CONDITIONS OF OUR SERVICE, ACCEPTED BY THE CUSTOMER. THIS DOCUMENT DOES NOT RELIEVE TO THE PARTIES OF THEIR CONTRACTUAL OBLIGATIONS NEITHER LIMIT THE EXERCISE OF THEIR RIGHTS. THE NOTES CONTAIN REFERENCE TO THE SUPPLIER'S FULL ACREDITATION.



Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-036



Registro N° LE-036

INFORME DE ENSAYO
N° 8589/LI-12

Pág. 1 de 1

Cliente : DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL S.A.C
Dirección : Jr. Franklin de Roosevelt N° 447-Santiago de Surco
Producto : Agua Potable
Identificación de la muestra : C - SEDAPAL
Cantidad de muestra : 01 Muestra de 20 L. Aprox.
Envase : Bidón Sellado
Fecha de recepción : 11-12-12
Inicio de análisis : 11-12-12
Término de análisis : 24-12-12
Referencia : Orden de Análisis N° 001572

RESULTADOS:

| ASA N° 13342-LI | | |
|--|----------|------------|
| Análisis | Unidades | Resultados |
| Organismo de Vida Libre, como algas, protozoarios ciliópodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estados evolutivos | N° Org/L | 2 ← |

Géneros y/o especies encontradas en Organismos de vida Libre:

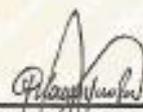
| | |
|-------------|-----------------------------------|
| Fitoplancan | < 1 |
| Zooplancan | PHILODINIDAE LARVA DE NEMATODA |

MÉTODOS:

APHA Standard Methods, 9224-B Somatic Coliphages Assay

OBSERVACIONES:

De acuerdo a la referencia del cliente la muestra fue tomada el día 26/11/12 a las 11:10 a.m. Lugar de Muestra Planta.


Gerencia de Calidad
Lic. Karyn Loo P.
CQP 651



Lima, 24 de Diciembre del 2012

J.P.V.

Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio, no deben ser utilizados como certificación de conformidad con las normas de producto o sistema de calidad.

ASA-P-T-09

Form.15-Rev.05-Ago.09

ESTE DOCUMENTO HA SIDO EMITIDO EN BASE A LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS Y PRUEBAS EFECTUADAS EN NUESTRO LABORATORIO COMO LA ÚNICA HABILIDAD, RESPONSABILIDAD Y BUENA FE. LA RESPONSABILIDAD DE ALEX STEWART (ASSAYERS) DEL PERÚ S.R.L. AL EMITIR EL PRESENTE DOCUMENTO, ES UN LÍMITE A LAS OBLIGACIONES DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS ACEPTADAS POR EL CLIENTE. EL PRESENTE DOCUMENTO NO DAÑA A LAS PARTES CONTRATANTES DE SUS OBLIGACIONES NI LIMITA EL EJERCICIO DE SUS DERECHOS. LAS OBSERVACIONES NO FORMAN PARTE DEL ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN POR INDECOPI-SNA.

ANEXO 22: INFORME DE ENSAYO DE AGUA MESA 10



Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-036



INFORME DE ENSAYO
N° 8169/LI-12

Fig. 1 de 1

| | |
|------------------------------|--|
| Cliente | : DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL S.A.C |
| Dirección | : Jr. Franklin de Roosevelt N° 447-Santiago de Surco |
| Producto | : Agua de Mesa |
| Identificación de la muestra | : A - Envase nuevo |
| Cantidad de muestra | : 01 Muestra de 20 L. Aprox. |
| Envase | : Bidón Sellado |
| Fecha de recepción | : 26-11-12 |
| Inicio de análisis | : 26-11-12 |
| Término de análisis | : 06-12-12 |
| Referencia | : Orden de Análisis N° 001405 |

RESULTADOS:

| ASA N° 12672-LI | | |
|---|-----------------|------------|
| Análisis | Unidades | Resultados |
| Bacterias Heterotróficas | UFC/ml | < 1 |
| Coliformes Totales | NSAP/100 ml | < 1.1 |
| Coliformes Termotolerantes | NMP/100 ml | < 1.1 |
| <i>Escherichia Coli</i> | NMP/100ml | < 1.1 |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | Ausencia/100 ml | Ausencia |
| * Huevos de Helminfos | N°/Litro | 0 |
| * <i>Giardia</i> | N° OOquistes/L | 0 |
| * <i>Cryptosporidium</i> | N° OOquistes/L | 0 |
| *Organismo de Vida Libre, como algas, protozoarios copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos | N° Org/L | 3 |

J.P.V.

Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio, no deben ser utilizados como certificación de conformidad con las normas de producto o sistema de calidad.

ASA-P-T-09
Form.15-Rev.05-Ago.09

ESTE DOCUMENTO HA SIDO EMITIDO EN BASE A LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS Y PRUEBAS EFECTUADOS EN NUESTRO LABORATORIO CON LA DEBIDA HABILIDAD, CONOCIMIENTO Y RESPONSABILIDAD. LA RESPONSABILIDAD DE ALEX STEWART (ASSAYERS) DEL PERÚ S.R.L. AL EMITIR EL PRESENTE DOCUMENTO, ESTA LIMITADA A LAS CONDICIONES DE PRESTACIÓN DE NUESTROS SERVICIOS ACREDITADOS POR EL CLIENTE. EL PRESENTE DOCUMENTO NO EXIME A LAS PARTES CONTRATANTES DE SUS OBLIGACIONES NI LIMITA EL EJERCICIO DE SUS DERECHOS. LAS OBSERVACIONES NO FORMAN PARTE DEL ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN POR INDECOPI-SNA.

ANEXO 23: INFORME DE ENSAYO DE AGUA MESA 11



Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L.
 LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
 SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACION
 INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-036



INFORME DE ENSAYO
N° 045/LM-11

Pág. 1 de 1

Cliete : DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL SAC
Dirección : Jr. Franklin de Roosevelt N° 447-Santiago de Surco
Producto : Agua de Mesa
Identificación de la muestra : Fresh Life (Agua de Mesa Ozonizada)
Cantidad de muestra : 01 Muestra de 20 Litros Aprox.
Envase : Bidón de Plástico
Fecha de recepción : 27-04-11
Inicio de análisis : 27-04-11
Término de análisis : 02-05-11
Referencia : Orden de Análisis N° 006914
 Cotización N° 295

RESULTADOS:

| ASA 3589-LI | | | |
|-------------------------------|-----------------|------------|----------|
| ANALISIS | Unidad | Resultados | Limites |
| Bacterias Heterotróficas | UFC/ ml | < 1 | 10 |
| Coliformes Totales | NMP/100 ml | < 1.1 | < 1.1 |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | Ausencia/100 ml | Ausencia | Ausencia |
| *Huevos de helmintos | N° Huevos/L | 0 | 0 |

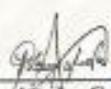
MÉTODOS:
 APHA Standard Methods, 9215-B Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method, 21st Edition, 2005, pp 9-37 a 9-38, item 1-5.
 APHA Standard Methods, 9221-B Multiple – tube Fermentation technique for members of the coliform group, Standard Total Coliform Fermentation Technique, 21st Edition, 2005, pp 9-49 a 9-55
 APHA Standard Methods, 9213-F Multiple for tube technique for *Pseudomonas aeruginosa*, 21st Edition, 2005, pp 9-33 a 9-34, 9-54
 *NMX-AA-113-SCFI-1999 Análisis de Agua, Determinación de Huevos de Helmintos pp 1-12

OBSERVACIONES:

(*) El método indicado no ha sido acreditado por INDECOPI - SNA

Los resultados están dentro de los límites permisibles de acuerdo RMN° 591-2008, item XVI.3 al documento "Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano" NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01.

ima, 02 de Mayo del 2011




Gerente de Calidad
Lic. Karyn Loo
CQP 651

T.L.S

Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio.

ASA-P-T-09

Form. 15-Rev. 05-Ago.09

ESTE DOCUMENTO HA SIDO EMITIDO EN BASE A LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS Y PRUEBAS EFECTUADAS EN NUESTRO LABORATORIO CON LA MAYOR HABILIDAD, CONOCIMIENTO Y BUENA FE. LA RESPONSABILIDAD DE AGUA STEWART (ASSAYERS) DEL PERÚ S.R.L. AL EMITIR EL PRESENTE DOCUMENTO ESTA LIMITADA A LAS CONDICIONES DE PRESTACIÓN DE NUESTROS SERVICIOS ACEPTADAS POR EL CLIENTE. EL PRESENTE DOCUMENTO NO SOBREPASA LAS PRUEBAS CONTRATANTES DE SUS OBLIGACIONES NI LIMITA EL RANGULO DE SUS DEBERES. LAS OBSERVACIONES NO FORMAN PARTE DEL ALCANCE DE LA ACREDITACION POR INDECOPI-SNA.

ANEXO 24: INFORME DE ENSAYO DE AGUA MESA 12



Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACIÓN
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-036



INFORME DE ENSAYO
N° 018/LM-11

Fig. 1 de 1

Cliete : DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL SAC
Dirección : Jr. Franklin de Roosevelt N° 447-Santiago de Surco
Producto : Agua de Mesa
Identificación de la muestra : Fresh Life (Agua de Mesa Ozonizada)
Cantidad de muestra : 01 Muestra de 20 Litros Aprox.
Envase : Bidón de Plástico
Fecha de recepción : 24-02-11
Inicio de análisis : 24-02-11
Término de análisis : 26-02-11
Referencia : Orden de Análisis N° 006477
 Cotización N° 142

RESULTADOS:

| ASA 1747-LI | | | |
|-------------------------------|-----------------|------------|----------|
| ANALISIS | Unidad | Resultados | Límites |
| Bacterias Heterotróficas | UFC/ ml | < 1 | 10 |
| Coliformes Totales | NMP/100 ml | < 1.1 | < 1.1 |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | Ausencia/100 ml | Ausencia | Ausencia |
| *Huevos de helmintos | N° Huevos/L | 0 | 0 |

MÉTODOS:
 APHA Standard Methods, 9215-B Heterotrophic Plate Count, Four Plate Method, 21st Edition, 2005, pp 9-37 a 9-38, Item 1-5.
 APHA Standard Methods, 9221-B Multiple-tube Fermentation technique for members of the coliform group, Standard Total Coliform Fermentation Technique, 21st Edition, 2005, pp 9-49 a 9-55
 APHA Standard Methods, 9213-F Multiple tube technique for *Pseudomonas aeruginosa*, 21st Edition, 2005, pp 9-33 a 9-34, 9-54
 *NMX-AA-113-SCFI-1999 Análisis de Agua, Determinación de Huevos de Helmintos pp 1-12

OBSERVACIONES:
 (*) El método indicado no ha sido acreditado por INDECOPI-SNA

Los resultados están dentro de los límites permisibles de acuerdo RMN° 591-2008, ítem XVI.3 al documento "Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano" NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01.

Lima, 28 de Febrero del 2011




ANG

Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio.

ASA-PT-09 Form. 15-Rev.05-Ago.09

ESTE DOCUMENTO HA SIDO EMITIDO EN VISTA A LOS PROBLEMAS DE ANÁLISIS Y PRUEBAS EFECTUADAS EN NUESTRO LABORATORIO CON LA MAYOR HABILIDAD, CONCORDANCIA Y BUENA FE. LA RESPONSABILIDAD DE ALEX STEWART (ASSAYERS) DEL PERÚ S.R.L. AL EMITIR EL PRESENTE DOCUMENTO, ESTÁ LIMITADA A LAS CONDICIONES DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS ACREDITADOS POR EL CLIENTE. EL PRESENTE DOCUMENTO NO COMO A LAS PARTES CONTRATANTES DE SUS OBLIGACIONES NI LIMITA EL EJERCICIO DE SUS DERECHOS. LAS OBSERVACIONES NO FORMAN PARTE DEL ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN POR INDECOPI-SNA.

ANEXO 25: INFORME DE ENSAYO DE AGUA MESA 13



Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACIÓN
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-036



Registro N° LE-036

INFORME DE ENSAYO

N° 204/LM-10

Pág. 1 de 1

Cliente : DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL S.A.C
Dirección : Jr. Franklin de Roosevelt N° 447-Santiago de Surco
Producto : Agua de Mesa
Identificación de la muestra : Agua de Mesa Ozonizada Fresh life
Cantidad de muestra : 01 Muestra de 20 Litros Aprox.
Envase : Bidón de Plástico
Fecha de recepción : 12-11-10
Inicio de análisis : 13-11-10
Término de análisis : 16-11-10
Referencia : Orden de Análisis N° 005683
 Cotización N° 711

RESULTADOS:

| ASA 9460-LI | | | |
|-------------------------------|-----------------|------------|----------|
| ANALISIS | Unidad | Resultados | Limites |
| Bacterias Heterotróficas | UFC/ ml | < 1 | 10 |
| Coliformes Totales | NMP/100 ml | < 1.1 | < 1.1 |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | Ausencia/100 ml | Ausencia | Ausencia |
| *Protozoarios | 0/Litro | 0 | 0 |

MÉTODOS:

APHA Standard Methods, 9215-B Heterotrophic Plate Count, Pour Plate Method, 21st Edition, 2005, pp 9-34 a 9-36.
 APHA Standard Methods, 9221-B Multiple - tube Fermentation technique for members of the coliform group, Standard Total Coliform Fermentation Technique, 21st Edition, 2005, pp 9-49 a 9-55
 APHA Standard Methods, 9213 -F Multiple tube technique for *Pseudomonas aeruginosa*, 21st Edition, 2005, pp 9-33 a 9-34, 9-34
 *CEPIS 1993 Manual de identificación y cuantificación de enteroparásitos

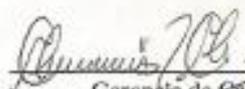
OBSERVACIONES

Los resultados están dentro de los límites permisibles de acuerdo RMN° 591-2006, ítem XVI.3 del documento "Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano" NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01.

(*) El método indicado no ha sido acreditado por INDECOPI - SNA

De acuerdo a la referencia del cliente la muestra fue tomada el día 11:00 a.m. Planta Fresh life

09 de Noviembre del 2010


 Gerencia de Calidad
 Blga. Nury Chirinos Chávez
 CBP. 5440

T.L.S

Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio.

ASA-P-T-09

Form.15-Rev.05-Ago.09

ESTE DOCUMENTO HA SIDO EMITIDO EN BASE A LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS Y PRUEBAS EFECTUADAS EN NUESTRO LABORATORIO CON LA MAYOR HABILIDAD, CONOCIMIENTO Y BUENA FE, LA RESPONSABILIDAD DE ALEX STEWART (ASSAYERS) DEL PERÚ S.R.L. AL EMITIR EL PRESENTE DOCUMENTO, ESTA LIMITADA A LAS CONDICIONES DE PROVISIÓN DE NUESTROS SERVICIOS ACREDITADOS POR EL SNA. EL PROBLEMA DOCUMENTADO NO SIEMPRE A LAS PARTES CONTRATANTES DE SUS OBLIGACIONES NI LIMITA EL EJERCICIO DE SUS DERECHOS. LAS OBSERVACIONES NO FORMAN PARTE DEL ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN POR INDECOPI-SNA.

ANEXO 26: INFORME DE ENSAYO QUMICO DE AGUA TRATADA 5

Cliente : **DISTRIBUIDORA DE AGU**
Dirección : Av. Canevaro N° 722 - Lince
Producto descrito por el cliente : **Agua de Mesa**
Identificación de la muestra : Bidón Sellado (1)
Cantidad de muestra : 01 Muestra de 20 Litros Aprox
Envase : Bidón de Plástico
Fecha de recepción : 23-05-13
Inicio de análisis : 23-05-13
Término de análisis : 25-05-13
Referencia : Orden de Análisis N° 002676
 Cotización N° 499

RESULTADOS:

| N° ASA | Ag mg/L | Al mg/L | As mg/L | B mg/L | Ba mg/L | Be ppm | B mg |
|--------|------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|---------|
| 6649 | 0.024 | 0.030 | <0.004 | 0.252 | 0.031 | <0.001 | <0.0 |

| N° ASA | Cr mg/L | Cu mg/L | Fe mg/L | Ga mg/L | Hg mg/L | K mg/L | Li mg/ |
|--------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|
| 6649 | <0.001 | <0.003 | <0.010 | <0.003 | <0.001 | 3.142 | 0.10 |

| N° ASA | Na mg/L | Ni mg/L | P mg/L | Pb mg/L | Sb mg/L | Se mg/L | Sn mg/l |
|--------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 6649 | 20.23 | <0.004 | 0.022 | <0.002 | <0.005 | <0.005 | <0.00 |

| N° ASA | Tl mg/L | V mg/L | W mg/L | Zn mg/L | Si mg/L |
|--------|------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 6649 | <0.005 | <0.003 | <0.005 | 0.080 | 2.75 |

ANEXO 27: INFORME DE ENSAYO DE AGUA MESA 14

Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L.

Los Negocios 420 Surquillo Lima 34 Perú
ADM. (51-1) 221-1315 - 421-9413 FAX: 221-1278 LAB (51-1) 221-1314 FAX: 221-1313
E-MAIL: asagerencia@wayna.icp.net.pe / asagerencia@alexstewartperu.com
www.alexstewartperu.com



INFORME DE ENSAYO N° 399 /LM-09

Pág. 1 de 1

Cliente : DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL S.A.C
Dirección : Jr. Franklin de Roosevelt N° 447-Santiago de Surco
Producto : Agua
Identificación de la muestra : Agua de Mesa Envasada
Cantidad de muestra : 01 Muestra de 20 L. aprox.
Envase : Botella de Plástico
Fecha de recepción : 21-12-09
Inicio de análisis : 22-12-09
Término de análisis : 24-12-09
Referencia : Orden de Análisis N° 003226

RESULTADOS:

| ASA 7708-LI | | | |
|-------------------------------|------------|------------|---------|
| ANALISIS | Unidad | Resultados | Limites |
| Bacterias Heterotróficas | UFC/100 ml | 10 | 10 |
| Coliformes Totales | NMP/100 ml | < 1.1 | <1.1 |
| Coliformes Fecales | NMP/100 ml | < 1.1 | <1.1 |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | NMP/100 ml | < 1.8 | <1.8 |

MÉTODOS:

APHA Standard Methods, 9215 Heterotrophic Plate Count, 21st Edition, 2005, pp 9-34 a 9-36.
APHA Standard Methods, 9221-E Multiple-tube Fermentation technique for members of the coliform group, 21st Edition, 2005, pp 9-49 a 9-55
APHA Standard Methods, 9213-F Multiple-tube technique for *Pseudomonas aeruginosa*, 21st Edition, 2005, pp 9-33 a 9-34, 9-34

OBSERVACIONES

Los resultados están dentro de los límites permisibles de acuerdo al ítem XVI.3 al documento "Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano" NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01.

Lima, 24 de Diciembre del 2009


Gerencia de Calidad
Ing. Gonzalo Paredes Contreras
CIP. 92774


Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio.

ASA-P-T-09

Form.15-Rev.05-Ago.09

ESTE DOCUMENTO HA SIDO EMITIDO EN BASE A LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS Y PRUEBAS EFECTUADOS EN NUESTRO LABORATORIO CON LA MAYOR HABILIDAD, CONOCIMIENTOS Y BUENA FE. LA RESPONSABILIDAD DE ALEX STEWART (ASSAYERS) DEL PERÚ S.R.L. AL EMITIR EL PRESENTE DOCUMENTO, ESTÁ LIMITADA A LAS CONDICIONES DE PRESTACIÓN DE NUESTROS SERVICIOS ACEPTADAS POR EL CLIENTE. EL PRESENTE DOCUMENTO NO DIXIME LAS PARTES CONTRAENTES DE SUS OBLIGACIONES NI LIMITA EL EJERCICIO DE SUS DERECHOS.

ANEXO 28: INFORME DE ENSAYO DE AGUA MESA 15

Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L.

Los Negocios 420 Surquillo Lima 34 Perú
 ADM. (51-1) 221-1315 - 421-9413 FAX: 221-1278 LAB (51-1) 221-1314 FAX: 221-1313
 E-MAIL: osagerencia@waynarcp.net.pe / osagerencia@alexstewartperu.com
www.alexstewartperu.com



INFORME DE ENSAYO N° 385 /LM-09

Pág. 1 de 1

Cliente : DISTRIBUIDORA DE AGUA NATURAL S.A.C
Dirección : Jr. Franklin de Roosevelt N° 447-Santiago de Surco
Producto : Agua
Identificación de la muestra : Agua de Mesa Envasada
Cantidad de muestra : 01 Muestra de 20 L. aprox.
Envase : Botella de Plástico
Fecha de recepción : 19-11-09
Inicio de análisis : 19-11-09
Término de análisis : 21-11-09
Referencia : Orden de Análisis N° 003077
 Cotización N° 638-A

RESULTADOS:

| ASA 6896-LI | | | |
|-------------------------------|------------|-----------------|---------|
| ANALISIS | Unidad | Resultados | Límites |
| Bacterias Heterotróficas | UFC/100 ml | 3.2×10 | 10 |
| Coliformes Totales | NMP/100 ml | < 1.1 | <1.1 |
| Coliformes Termotolerantes | NMP/100 ml | < 1.1 | <1.1 |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | NMP/100 ml | < 1.8 | <1.8 |
| Parásitos | 0/Litro | 0 | 0 |
| Protozoarios | 0/Litro | 0 | 0 |

MÉTODOS

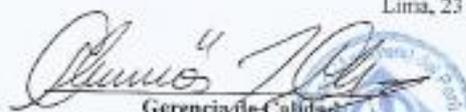
APHA Standard Methods, 9215 Heterotrophic Plate Count, 21st Edition, 2005, pp 9-34 a 9-36
 APHA Standard Methods, 9221-E Multiple – tube Fermentation technique for members of the coliform group, 21st Edition, 2005, pp 9-49 a 9-55
 APHA Standard Methods, 9213-F Multiple tube technique for *Pseudomonas aeruginosa*, 21st Edition, 2005, pp 9-33 a 9-34, 9-54
 CEPS 1993 Manual de identificación y cuantificación de enteropatógenos

OBSERVACIONES

Los resultados de Bact. Heterotróficas están fuera de los límites permisibles de acuerdo al ítem XVII.3 al documento "Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano" NTS N°071-MINSA/DIGI/SA-V.01.

- La muestra analizada fue tomada el día 19/11/09 a las 9:00 a.m por Alex Stewart (Assayers) del Perú – Área de Inspecciones.

Lima, 23 de Noviembre del 2009


 Gerencia de Calidad
 Blga. Nury Chirinos Chávez
 CBP. 5440

ASA-P-T-09

Form.15-Rev.05-Ago.09

ESTE DOCUMENTO HA SIDO EMITIDO EN BASE A LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS Y PRUEBAS EFECTUADOS EN NUESTRO LABORATORIO CON LA MAYOR FIABILIDAD, CONOCIMIENTOS Y BUENA FE. LA RESPONSABILIDAD DE ALEX STEWART (ASSAYERS) DEL PERÚ S.R.L. AL EMITIR EL PRESENTE DOCUMENTO, ESTÁ LIMITADA A LAS CONDICIONES DE PRESTACIÓN DE NUESTROS SERVICIOS ACEPTADAS POR EL CLIENTE. EL PRESENTE DOCUMENTO NO EXHIBE A LAS PARTES CONTRATANTES DE SUS OBLIGACIONES Y LIMITA EL EJERCICIO DE SUS DERECHOS.

ANEXO 29: RESULTADO MICROBIOLÓGICO A PRIMERA**HETEROTRÓFICO A PRIMERA SEMANA**

| SEMANA | RESULTADO | FECHA | LIMITES (*) |
|---------------|------------------|--------------|--------------------|
| 1 semana | < 1 | 02/03/2015 | 10 |
| 1 semana | < 1 | 24/02/2015 | 10 |
| 1 semana | < 1 | 24/02/2015 | 10 |
| 1 semana | 101 | 12/01/2015 | 10 |
| 1 semana | < 1 | 25/11/2014 | 10 |
| 1 semana | 37 | 19/11/2014 | 10 |
| 1 semana | < 1 | 09/10/2014 | 10 |
| 1 semana | < 1 | 25/09/2014 | 10 |
| 1 semana | < 1 | 18/08/2014 | 10 |
| 1 semana | < 1 | 13/08/2014 | 10 |
| 1 semana | < 1 | 23/06/2014 | 10 |
| 1 semana | < 1 | 23/06/2014 | 10 |
| 1 semana | 1 | 23/06/2014 | 10 |
| 1 semana | < 1 | 17/05/2014 | 10 |
| 1 semana | 22 | 14/04/2014 | 10 |
| 1 semana | < 1 | 11/03/2014 | 10 |
| 1 semana | < 1 | 10/02/2014 | 10 |
| 1 semana | < 1 | 16/12/2013 | 10 |
| 1 semana | < 1 | 16/12/2013 | 10 |
| 1 semana | 1 | 03/12/2013 | 10 |
| 1 semana | < 1 | 07/11/2013 | 10 |
| 1 semana | 10 | 01/11/2013 | 10 |
| 1 semana | < 1 | 16/12/2013 | 10 |
| 1 semana | < 1 | 16/12/2013 | 10 |
| 1 semana | < 1 | 03/12/2013 | 10 |
| 1 semana | < 1 | 07/11/2013 | 10 |
| 1 semana | 20 | 01/11/2013 | 10 |

COLIFORMES TOTALES A PRIMERA SEMANA

| SEMANA | RESULTADO | FECHA | LIMITES |
|---------------|------------------|--------------|----------------|
| 1 semana | < 1.1 | 24/03/2015 | < 1.1 |
| 1 semana | < 1.1 | 25/11/2014 | < 1.1 |
| 1 semana | < 1.1 | 14/04/2014 | < 1.1 |
| 1 semana | < 1.1 | 07/11/2013 | < 1.1 |
| 1 semana | < 1.1 | 07/11/2013 | < 1.1 |

PSEUDOMONAS AERUGINOSA A PRIMERA SEMANA

| SEMANA | RESULTADO | FECHA | LÍMITES: NPM/100 ml |
|---------------|------------------|--------------|----------------------------|
| 1 semana | Ausencia | 24/03/2015 | < 1.1 |
| 1 semana | Ausencia | 25/11/2014 | < 1.1 |
| 1 semana | Ausencia | 14/04/2014 | < 1.1 |
| 1 semana | Ausencia | 07/11/2013 | < 1.1 |
| 1 semana | Ausencia | 07/11/2013 | < 1.1 |

ANEXO 30: RESULTADO MICROBIOLÓGICO A SEGUNDA SEMANA

HETEROTRÓFICOS A SEGUNDA SEMANA

| SEMANA | RESULTADO | FECHA | LIMITES |
|-----------|-----------|------------|---------|
| 2 semanas | 2 | 10/03/2015 | 10 |
| 2 semanas | 45 | 10/03/2015 | 10 |
| 2 semanas | 150 | 09/10/2014 | 10 |
| 2 semanas | 360 | 23/06/2014 | 10 |
| 2 semanas | 360 | 24/06/2014 | 10 |
| 2 semanas | 360 | 02/06/2014 | 10 |
| 2 semanas | 560 | 02/06/2014 | 10 |
| 2 semanas | < 1 | 30/12/2013 | 10 |
| 2 semanas | 300 | 30/12/2013 | 10 |
| 2 semanas | 5 | 30/12/2013 | 10 |
| 2 semanas | 1000 | 30/12/2013 | 10 |

COLIFORMES TOTALES A SEGUNDA SEMANA

| SEMANA | RESULTADO | FECHA | LIMITES |
|-----------|-----------|------------|---------|
| 2 semanas | < 1.1 | 07/11/2014 | < 1.1 |
| 2 semanas | < 1.1 | 07/11/2014 | < 1.1 |
| 2 semanas | < 1.1 | 10/12/2014 | < 1.1 |
| 2 semanas | < 1.1 | 30/11/2013 | < 1.1 |

PSEUDOMONAS AERUGINOSA A SEGUNDA SEMANA

| SEMANA | RESULTADO | FECHA | LIMITES |
|-----------|-----------|------------|----------------|
| 2 semanas | Ausencia | 07/11/2014 | Ausencia/100ml |
| 2 semanas | Ausencia | 07/11/2014 | Ausencia/100ml |
| 2 semanas | Ausencia | 10/12/2014 | Ausencia/100ml |
| 2 semanas | Ausencia | 30/11/2013 | Ausencia/100ml |

ANEXO 31: RESULTADO MICROBIOLÓGICO A TERCERA SEMANA

HETEROTRÓFICOS A TERCERA SEMANA

| SEMANA | RESULTADO | FECHA | LIMITES |
|-----------|-----------|------------|---------|
| 3 semanas | 640 | 23/03/2015 | 10 |
| 3 semanas | 250 | 23/03/2015 | 10 |
| 3 semanas | 280 | 23/03/2015 | 10 |
| 3 semanas | 300 | 23/03/2015 | 10 |
| 3 semanas | 790 | 23/03/2015 | 10 |
| 3 semanas | 230 | 23/03/2015 | 10 |
| 3 semanas | 1001 | 09/10/2014 | 10 |
| 3 semanas | 52 | 09/10/2014 | 10 |
| 3 semanas | 1600 | 22/07/2014 | 10 |
| 3 semanas | 1200 | 22/07/2014 | 10 |
| 3 semanas | 760 | 24/06/2014 | 10 |
| 3 semanas | 1534 | 23/06/2014 | 10 |
| 3 semanas | 455 | 23/06/2014 | 10 |
| 3 semanas | 760 | 24/06/2014 | 10 |
| 3 semanas | 410 | 23/06/2014 | 10 |
| 3 semanas | 70 | 23/06/2014 | 10 |
| 3 semanas | 85 | 02/06/2014 | 10 |

COLIFORMES TOTALES A TERCERA SEMANA

| SEMANA | RESULTADO | FECHA | LIMITE |
|-----------|-----------|------------|--------|
| 3 semanas | < 1.1 | 24/03/2015 | < 1.1 |
| 3 semanas | < 1.1 | 25/03/2014 | < 1.1 |
| 3 semanas | < 1.1 | 14/03/2014 | < 1.1 |

PSEUDOMONAS AEROGINOSA A TERCERA SEMANA

| SEMANA | RESULTADO | FECHA | LIMITE |
|---------------|------------------|--------------|----------------|
| 3 semanas | Ausencia | 24/03/2015 | Ausencia/100ml |
| 3 semanas | Ausencia | 25/03/2014 | Ausencia/100ml |
| 3 semanas | Ausencia | 14/03/2014 | Ausencia/100ml |

ANEXO 32: RESULTADO MICROBIOLÓGICO A CUARTA Y QUINTA SEMANA

1. HETETROTRÓFICO A CUATRA Y QUINTA SEMANA

| SEMANA | RESULTADO | FECHA | LIMITES |
|---------------|------------------|--------------|----------------|
| 4 semanas | 8200 | 28/02/2015 | 10 |
| 4 semanas | 9001 | 28/02/2015 | 10 |
| 4 semanas | 523 | 19/01/2015 | 10 |
| 4 semanas | 2345 | 22/01/2014 | 10 |
| 4 semanas | 8790 | 19/01/2015 | 10 |
| 4 semanas | 299 | 19/03/2014 | 10 |
| 4 semanas | 666 | 19/03/2014 | 10 |
| 4 semanas | 6600 | 19/03/2014 | 10 |
| 4 semanas | 2700 | 19/03/2014 | 10 |
| 5 semanas | 20000 | 10/03/2015 | 10 |
| 5 semanas | 14555 | 10/03/2015 | 10 |
| 5 semanas | 12000 | 17/12/2014 | 10 |
| 5 semanas | 4567 | 17/12/2014 | 10 |
| 5 semanas | 2340 | 21/02/2014 | 10 |
| 5 semanas | 997 | 21/02/2014 | 10 |
| 5 semanas | 16000 | 21/02/2014 | 10 |

ANEXO 33: TRATAMIENTOS PARA LLEGAR AL TRATAMIENTO ÓPTIMO (PRIMERA REPETICIÓN)

| Repetición | Ozono(*) | Ionizado (**) | Heterotróficas(***) | Coliformes (****) | Pseudomonas (****) |
|------------|----------|---------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| 1 | 2 | 0.2 | 9200 | < 1.1 | Ausencia |
| 1 | 3 | 0.2 | 8600 | < 1.1 | Ausencia |
| 1 | 4 | 0.2 | 5600 | < 1.1 | Ausencia |
| 1 | 5 | 0.2 | 200 | < 1.1 | Ausencia |
| 1 | 6 | 0.2 | 502 | < 1.1 | Ausencia |
| 1 | 2 | 0.4 | 5500 | < 1.1 | Ausencia |
| 1 | 3 | 0.4 | 1020 | < 1.1 | Ausencia |
| 1 | 4 | 0.4 | 260 | < 1.1 | Ausencia |
| 1 | 5 | 0.4 | 100 | < 1.1 | Ausencia |
| 1 | 6 | 0.4 | 51 | < 1.1 | Ausencia |
| 1 | 2 | 0.6 | 3000 | < 1.1 | Ausencia |
| 1 | 3 | 0.6 | 1800 | < 1.1 | Ausencia |
| 1 | 4 | 0.6 | 500 | < 1.1 | Ausencia |
| 1 | 5 | 0.6 | 24 | < 1.1 | Ausencia |
| 1 | 6 | 0.6 | 18 | < 1.1 | Ausencia |
| 1 | 2 | 0.8 | 401 | < 1.1 | Ausencia |
| 1 | 3 | 0.8 | 91 | < 1.1 | Ausencia |
| 1 | 4 | 0.8 | 9 | < 1.1 | Ausencia |
| 1 | 5 | 0.8 | < 1 | < 1.1 | Ausencia |
| 1 | 6 | 0.8 | < 1 | < 1.1 | Ausencia |

(*) : SCFH Standar Cubic Feet per Hour

(**): Amperios

(***): UFC / ml (unidades formadora de colonias por mililitro)

(****) : NPM/ 100 ml (Número más probable por 100 mililitros)

ANEXO 34: TRATAMIENTOS PARA LLEGAR AL TRATAMIENTO ÓPTIMO (SEGUNDA REPETICIÓN)

| Repetición | Ozono(*) | Ionizado (**) | Heterotróficas(***) | Coliformes (****) | Pseudomonas (****) |
|-------------------|-----------------|----------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 2 | 2 | 0.2 | 7800 | < 1.1 | Ausencia |
| 2 | 3 | 0.2 | 5100 | < 1.1 | Ausencia |
| 2 | 4 | 0.2 | 2000 | < 1.1 | Ausencia |
| 2 | 5 | 0.2 | 800 | < 1.1 | Ausencia |
| 2 | 6 | 0.2 | 326 | < 1.1 | Ausencia |
| 2 | 2 | 0.4 | 6300 | < 1.1 | Ausencia |
| 2 | 3 | 0.4 | 200 | < 1.1 | Ausencia |
| 2 | 4 | 0.4 | 99 | < 1.1 | Ausencia |
| 2 | 5 | 0.4 | 78 | < 1.1 | Ausencia |
| 2 | 6 | 0.4 | 28 | < 1.1 | Ausencia |
| 2 | 2 | 0.6 | 500 | < 1.1 | Ausencia |
| 2 | 3 | 0.6 | 629 | < 1.1 | Ausencia |
| 2 | 4 | 0.6 | 69 | < 1.1 | Ausencia |
| 2 | 5 | 0.6 | 21 | < 1.1 | Ausencia |
| 2 | 6 | 0.6 | 9 | < 1.1 | Ausencia |
| 2 | 2 | 0.8 | 528 | < 1.1 | Ausencia |
| 2 | 3 | 0.8 | 101 | < 1.1 | Ausencia |
| 2 | 4 | 0.8 | 15 | < 1.1 | Ausencia |
| 2 | 5 | 0.8 | 8 | < 1.1 | Ausencia |
| 2 | 6 | 0.8 | 2 | < 1.1 | Ausencia |

ANEXO 35: TRATAMIENTOS PARA LLEGAR AL TRATAMIENTO ÓPTIMO (TERCERA REPETICIÓN)

| Repetición | Ozono(*) | Ionizado (**) | Heterotróficas(***) | Coliformes (****) | Pseudomonas (****) |
|-------------------|-----------------|----------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 3 | 2 | 0.2 | 10400 | < 1.1 | Ausencia |
| 3 | 3 | 0.2 | 7300 | < 1.1 | Ausencia |
| 3 | 4 | 0.2 | 3500 | < 1.1 | Ausencia |
| 3 | 5 | 0.2 | 1800 | < 1.1 | Ausencia |
| 3 | 6 | 0.2 | 448 | < 1.1 | Ausencia |
| 3 | 2 | 0.4 | 6700 | < 1.1 | Ausencia |
| 3 | 3 | 0.4 | 1200 | < 1.1 | Ausencia |
| 3 | 4 | 0.4 | 136 | < 1.1 | Ausencia |
| 3 | 5 | 0.4 | 85 | < 1.1 | Ausencia |
| 3 | 6 | 0.4 | 31 | < 1.1 | Ausencia |
| 3 | 2 | 0.6 | 1300 | < 1.1 | Ausencia |
| 3 | 3 | 0.6 | 729 | < 1.1 | Ausencia |
| 3 | 4 | 0.6 | 81 | < 1.1 | Ausencia |
| 3 | 5 | 0.6 | 31 | < 1.1 | Ausencia |
| 3 | 6 | 0.6 | 12 | < 1.1 | Ausencia |
| 3 | 2 | 0.8 | 551 | < 1.1 | Ausencia |
| 3 | 3 | 0.8 | 80 | < 1.1 | Ausencia |
| 3 | 4 | 0.8 | 25 | < 1.1 | Ausencia |
| 3 | 5 | 0.8 | 10 | < 1.1 | Ausencia |
| 3 | 6 | 0.8 | < 1 | < 1.1 | Ausencia |

ANEXO 36: PROCEDIMIENTO DE CONTEO MICROBIOLÓGICO

A. Recuento de bacterias heterótrofas por placa vertida (AHPA 1995)

1. Se funde el agar para recuento en placa (agar plate count), llevándolo de 44 a 46° C y controlar cuidadosamente su temperatura para que al mezclarlo con la muestra de agua no sean inactivados los microorganismos que puedan estar presentes.
2. Agitar vigorosamente la muestra, para asegurar su homogeneidad.
3. Pipetear 10 ml y combinarlo con 90 ml solución salina Peptonada y proceder a las diluciones hasta 10^{-4} y adicionar en placas de petri, esta operación realizarla para cada una de las muestras.
4. Agregar inmediatamente en las placas de Petri de 15 –20 ml del agar para recuento en placa, previamente fundido.
5. Mezclar el inóculo en el medio con movimiento en forma de ocho
6. Esperar la solidificación.
7. Agregar capa selladora aproximadamente 5 ml.
8. Al solidificarse el agar, invertir las placas e incubar a 35° C por 24 - 48 horas.
9. Realizar el recuento estándar en placa (REP) en límites de 30 – 300 colonias.

B. Recuento de Coniformes Totales por el método número más probable (AHPA1995).

1. Homogenizar la muestra líquida.
2. Para la prueba presuntiva se va utilizar en 9 tubos con caldo Lauril Triptosa con purpura bromocresol (como indicador de pH) en doble concentración para 3 tubos y 6 tubos en concentración simple.
3. Se vierten 10 ml de muestra en los tubos de doble concentración de caldo Lauril Triptosa (3 tubos), se vierte 1 ml de simple concentración de caldo Lauril Triptosa (3 tubos) y se vierte 0.1 ml de simple concentración de caldo Lauril Triptosa (3tubos).
4. Pasan incubar a 35°C por 24 - 48 horas, considerando positivo los tubos con gas y de color amarillo.
5. Para la prueba confirmativa se utiliza caldo Lactosado verde brillante bilis (CLVBB)
6. Se inoculan 0.1 ml de los tubos positivos a los tubos con CLVBB.
7. Incubar a 35 ± 0.5 °C durante 24 ± 3 h.

8. Si hay producción de gas se confirma la presencia de Coliformes Totales y si no incubar por 24 horas más.
9. La producción de gas confirma la presencia de Coliformes Totales.
10. Calcular el Número Más Probable con ayuda de los valores de la tabla según el número de tubos positivos.

C. Recuento de *Pseudomona aeruginosa* por el método número más probable (AHPA 1995)

1. Homogenizar la muestra líquida.
2. Para la prueba presuntiva se va utilizar en 9 tubos con caldo de Asparagina en doble concentración para 3 tubos y 6 tubos en concentración simple.
3. Se vierten 10 ml de muestra en los tubos de doble concentración de caldo de Asparagina (3 tubos), se vierte 1 ml de simple concentración de caldo de Asparagina (3 tubos) y se vierte 0.1 ml de simple concentración de caldo de Asparagina (3 tubos).
4. Pasan a incubar a 35 °C por 48 horas, luego examinando bajo luz ultravioleta de longitud de onda de 365 nm considerando positivo los tubos la producción de pigmentos fluorescentes verde que constituye la prueba presuntiva positiva.
5. Para la prueba confirmativa se utiliza agar Cetrimida por agotamiento de inóculo a 30°C por 24 horas.
6. La producción de pigmentos fluorescentes verde en las colonias constituye la prueba confirmativa positiva.
7. Calcular el Número Más Probable con ayuda de los valores de la tabla.

ANEXO 37: ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Nombre del archivo: E:\2013 y 2014\2014\diciembre 2014\lucas 05.12.14.sfx

1. Efectos estimados para Microorganismos Heterotróficos (ufc)

| Efecto | Estimado | Error Estd. | V.I.F. |
|--------------------------|----------|-------------|---------|
| Promedio | 246,909 | 252,739 | |
| A:Concentracion de ozono | -4171,89 | 357,826 | 1,0 |
| B:Ionizado de plata | -3965,89 | 339,463 | 1,0 |
| AA | 2504,25 | 604,836 | 1,0 |
| AB | 4561,59 | 480,074 | 1,0 |
| BB | 2614,13 | 569,297 | 1,0 |
| Bloque | -736,737 | 357,826 | 1,33333 |
| Bloque | 243,763 | 357,826 | 1,33333 |

Errores estándar basados en el error total con 52 g.l.

Esta tabla muestra las estimaciones para cada uno de los efectos estimados y las interacciones. También se muestra el error estándar de cada uno de estos efectos, el cual mide su error de muestreo. Note también que el factor de inflación de varianza (V.I.F.) más grande, es igual a 1,33333. Para un diseño perfectamente ortogonal, todos los factores serían igual a 1. Factores de 10 o más normalmente se interpretan como indicativos de confusión seria entre los efectos.

Para graficar los estimados en orden decreciente de importancia, seleccione Diagrama de Pareto de la lista de Opciones Gráficas. Para probar la significancia estadística de los efectos, seleccione Tabla ANOVA de la lista de Opciones Tabulares. Puede retirar efectos significativos pulsando el botón secundario del ratón, seleccionando Opciones de Análisis, y pulsando el botón de Excluir.

2. Análisis de Varianza para Microorganismos heterotróficos

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|--------------------------|-------------------|----|----------------|---------|---------------|
| A:Concentracion de ozono | 1,30535E8 | 1 | 1,30535E8 | 135,93 | 0,0000 |
| B:Ionizado de plata | 1,31069E8 | 1 | 1,31069E8 | 136,49 | 0,0000 |
| AA | 1,6462E7 | 1 | 1,6462E7 | 17,14 | 0,0001 |
| AB | 8,67005E7 | 1 | 8,67005E7 | 90,29 | 0,0000 |
| BB | 2,0248E7 | 1 | 2,0248E7 | 21,09 | 0,0000 |
| Bloques | 4,22612E6 | 2 | 2,11306E6 | 2,20 | 0,1210 |
| Error total | 4,99353E7 | 52 | 960295, | | |
| Total (corr.) | 4,39176E8 | 59 | | | |

R-cuadrada = 88,6298 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 87,0992 porciento

Error estándar del est. = 979,946

Error absoluto medio = 699,116

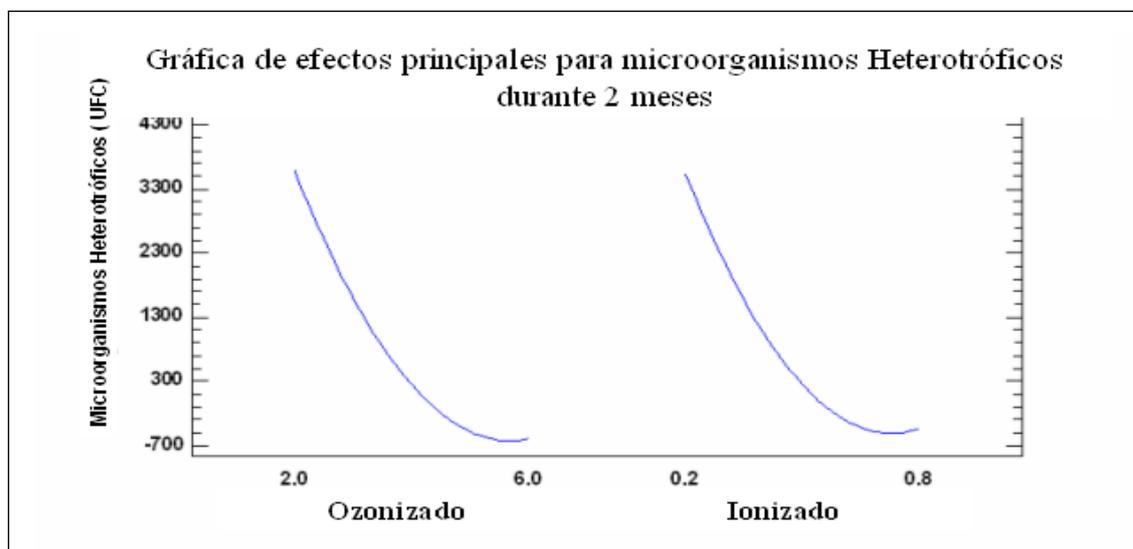
Estadístico Durbin-Watson = 1,73221 (P=0,0474)

Autocorrelación residual de Lag 1 = 0,120499

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Microorganismos heterotróficos en piezas separadas para cada uno de los efectos. entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 5 efectos tienen un valor-P menor que 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 88,6298% de la variabilidad en Microorganismos heterotróficos. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 87,0992%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 979,946. El error medio absoluto (MAE) de 699,116 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Debido a que el valor-

P es menor que 5,0%, hay una indicación de posible correlación serial al nivel de significancia del 5,0%. Grafique los residuos versus el orden de fila para ver si hay algún patrón que pueda detectarse.



Se ve ambos factores: concentración de ozono (Ozonizado) y el ionizado, ambos tienen un efecto inversamente proporcional (a mayor concentración de cada factor, menor contenido/supervivencia de microorganismo) con una tendencia cuadrática, es decir que para ambos casos, hay un nivel “óptimo” para los rangos evaluados.

3. Optimizar Respuesta

Meta: mantener Microorganismos heterotróficos en 0,0

Valor óptimo = 0,0

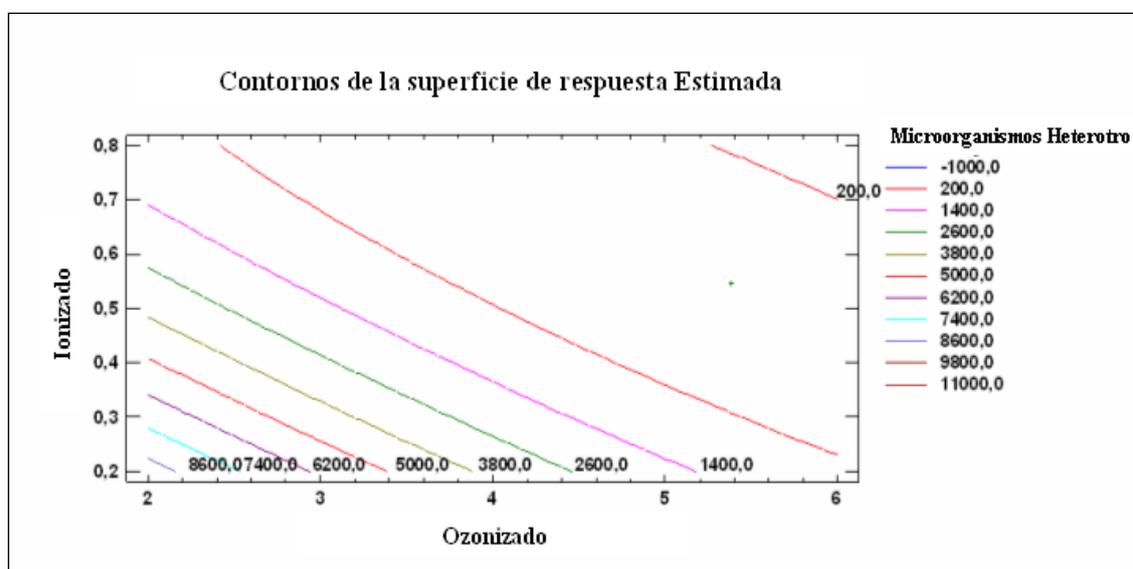
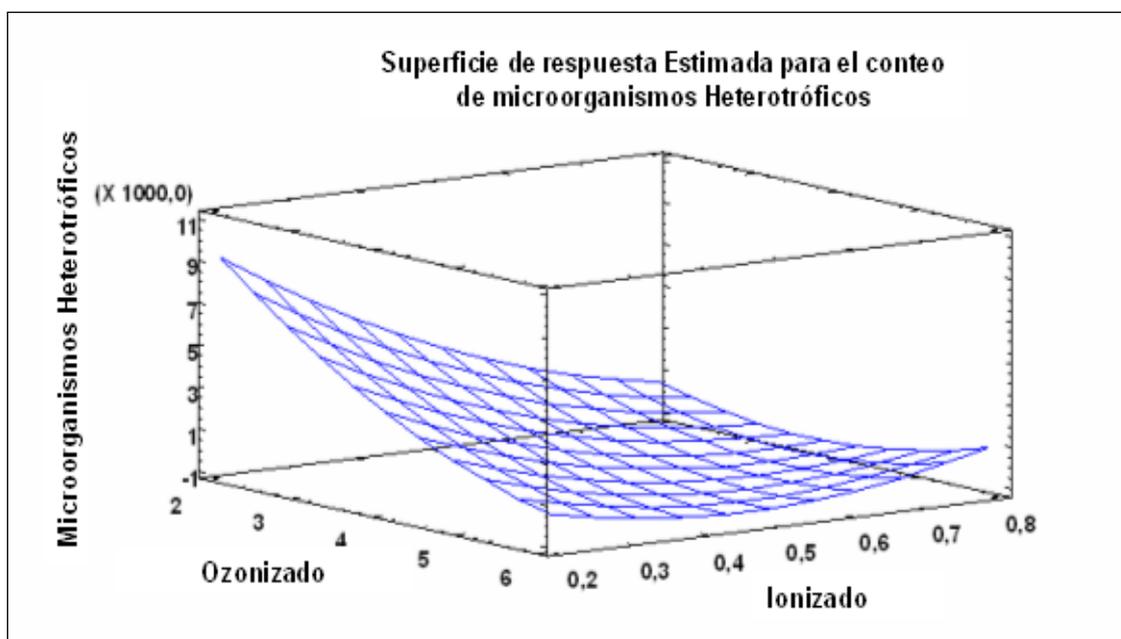
| Factor | Bajo | Alto | Óptimo |
|-------------------|------|------|----------|
| Ozono | 2,0 | 6,0 | 5,03728 |
| Ionizado de plata | 0,2 | 0,8 | 0,798525 |

4. El StatAdvisor

Esta tabla muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual mantiene Microorganismos heterotróficos en 0,0 sobre la región indicada. Use el cuadro de diálogo de Opciones de Ventana para indicar la región sobre la cual se llevará a cabo la optimización. Puede establecer el valor de uno o más factores a una constante,

estableciendo los límites alto y bajo en ese valor.

Para tener un contenido de U.F.C. de 0,0; se necesitaría trabajar con 5,03728 de Concentración de ozono y con 0,798525 de Ionizado.



$$\text{Microorganismos heterotróficos} = 23965,6 - 5447,88 \cdot \text{Concentración de ozono} - 36338,1 \cdot \text{Ionizado} + 313,031 \cdot \text{Concentración de ozono}^2 + 3801,33 \cdot \text{Concentración de ozono} \cdot \text{Ionizado} + 14523,0 \cdot \text{Ionizado}^2$$

En donde los valores de las variables están especificados en sus unidades originales.