

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL
(UCI)



ESPACIO PARA QUE SE ANOTE EL NOMBRE COMPLETO DEL PROYECTO
La importancia del uso de la ozonificación en el agua embotellada para el
consumo humano.

NOMBRE DEL SUSTENTANTE
María Gabriela Vega Méndez

PROYECTO FINAL DE GRADUACION PRESENTADO COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TITULO DE MÁSTER EN Gerencia de
Programas Sanitarios en Inocuidad de Alimentos

San José, Costa Rica

Junio 2013

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL
(UCI)

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como
Requisito parcial para optar al grado de Máster en Gerencia de Programas
Sanitarios en Inocuidad de Alimentos

Javier Berterreche
PROFESOR TUTOR

Se debe anotar el nombre
LECTOR N.º 1

Se debe anotar el nombre
LECTOR N.º 2

María Gabriela Vega Méndez
SUSTENTANTE

DEDICATORIA

A Dios, Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A Jerry. Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su gran amor. Y a nuestro bebe que nos da la ilusión de seguir adelante.

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

A mi Hermana Naty, por estar conmigo y apoyarme siempre.

AGRADECIMIENTOS

El agradecimiento de mi artículo científico es principalmente a Dios quien me ha guiado y me ha dado la fortaleza de seguir adelante. A los Profesores por quienes he llegado a obtener los conocimientos necesarios para poder desarrollar mi proyecto de graduación y de manera especial a la siguiente persona Alexander Quiros que me permitió desarrollar el proyecto en la Planta.

La importancia del uso de la ozonificación en el agua embotellada para el consumo humano.

Nombre del autor(es): María Gabriela Vega Méndez

Contactos completos del autor(es): María Gabriela Vega Méndez

Resumen

“El número de muertes anuales directamente relacionado con el consumo de agua potable es de 3 millones a nivel mundial. Una cifra enorme y muy preocupante si se la compara con los 168 millones de personas que en la Región de América no disponen en la actualidad de un abastecimiento continuo de agua microbiológicamente segura.” (1)

Por lo que las autoridades locales son las principales responsables por eliminar este riesgo y hacer frente a contaminaciones que aun siendo mínimas puedan causar grandes epidemias.” Organización Mundial de la Salud

En base en lo anterior, se determina la importancia de contar con un buen método de desinfección como lo es el ozono para disminuir la carga microbiana inicial y poder embotellar con total tranquilidad el producto, así se garantiza que este es 100 por ciento seguro e inocuo.

Palabras clave

Ozono: (O_3) es una sustancia cuya molécula está compuesta por tres átomos de oxígeno, formada al disociarse los 2 átomos que componen el gas de oxígeno. Cada átomo de oxígeno liberado se une a otra molécula de oxígeno (O_2), formando moléculas de Ozono (O_3).

Desinfección: Acción y efecto de desinfectar.

Inocuidad: Es la garantía de que ningún alimento va a causar daño a la salud de los consumidores.

Calidad: Conjunto de atributos que hacen referencia de una parte a la presentación, composición y pureza, tratamiento tecnológico y conservación que hacen del alimento algo más o menos apetecible al consumidor y por otra parte al aspecto sanitario y valor nutritivo del alimento.

(1) Organización Panamericana de la Salud. (1996). *La desinfección del agua*. Recuperado de www.paho.org

Agua embotellada: Es el agua potable envasada en botellas individuales de consumo y venta al por menor.

Microorganismos: Son seres microscópicamente pequeños que solo con la ayuda de un microscopio se pueden observar.

Agua potable: Es el agua que puede ser consumida sin restricción debido a que, gracias a un proceso de purificación, no representa un riesgo para la salud. El término se aplica al agua que cumple con las normas de calidad promulgadas por las autoridades locales e internacionales.

Abstract

"The annual number of deaths directly related to the consumption of drinking water is 3 million worldwide. A huge number of particular concern if the purchase with the 168 million people in the Americas region currently do not have a continuous supply of water microbiologically safe.

As local authorities are major responsibility to eliminate this risk and face that still remain minimal contamination can cause large epidemics. "World Health Organization

Based on the above determines the importance of a good method of disinfection such as ozone to reduce microbial load and with confidence to bottling the product which ensures that the product is 100% safe and secure.

Keywords

Ozone/ Disinfection/Safety/Quality/Drinking Water/Bottled Water/Microorganisms

Introducción:

El objetivo de este trabajo es evaluar la viabilidad y eficiencia de los tratamientos con ozono como forma de asegurar la inocuidad del agua potable embotellada a través de una serie de pruebas efectuadas en Planta con el fin de asegurar la calidad de la desinfección en el producto terminado.

La desinfección del agua para el consumo humano tiene como finalidad la eliminación de los microorganismos patógenos contenidos en el agua que no fueron eliminados en la primera fase de purificación del agua.

La desinfección del agua es uno de los últimos pasos en la planta embotelladora de agua potable, este resulta necesario para prevenir que esta sea dañina para la salud o potencialmente no inocua. Muchas veces, al tratarse de agua de pozo o de manantiales, la desinfección se convierte en el único tratamiento que se le da al agua para obtener agua potable y 100 % inocua.

Se denomina agua potable o agua para consumo humano, a la que puede ser consumida sin restricción debido a que gracias a un proceso de purificación, no representa un riesgo para la salud. El término se aplica al agua que cumple con las normas de calidad promulgadas por las autoridades locales e internacionales.

"El agua y la desinfección son uno de los principales motores de la salud pública. Suelo referirme a ellos como 'Salud 101', lo que significa que en cuanto se pueda garantizar el acceso al agua salubre y a instalaciones sanitarias adecuadas para todos, independientemente de la diferencia de sus condiciones de vida, se habrá ganado una importante batalla contra todo tipo de enfermedades."(2)

"Dr LEE Jong-wook, director general, Organización Mundial de la Salud"

Es importante mencionar que las técnicas de purificación del agua se han desarrollado extensamente durante el siglo pasado, por lo que la desinfección del agua destinada al consumo humano ha significado una reducción en el número de enfermedades transmitidas por este líquido, como lo son el cólera, hepatitis A, norovirus, entre otras.

En los países en vías de desarrollo normalmente no hay suficiente agua limpia o sistemas de recolección. Una gran parte de la población de estos países muere o se enferma por causa de patógenos existentes en el agua que consumen. El mayor impacto se genera en grupos más vulnerables como los niños, personas

(2) Organización Panamericana de la Salud. (1996). *La desinfección del agua*. Recuperado de www.paho.org

mayores o parte de la población con un sistema inmunológico débil (ej. pacientes de SIDA o sometidos a trasplantes de órganos).

La gran mayoría de estos microorganismos patógenos se pueden eliminar mediante la aplicación de técnicas de tratamiento del agua como la floculación y coagulación, sedimentación y filtración. Con el fin de garantizar la seguridad del agua potable, los sistemas de desinfección del agua se aplica generalmente en una etapa final del tratamiento del agua.

Existen diferentes desinfectantes que pueden matar o desactivar los microorganismos patógenos; por ejemplo la aplicación de cloro o de sustancias que contienen cloro, peróxido, bromo, plata-cobre, ozono y radiación ultravioleta.

El ozono es considerado un gran desinfectante que asegura la inocuidad en el producto o en el agua embotellada, desde el punto de vista químico es una forma alotrópica del oxígeno, formado por tres átomos de este y cuya función más conocida es la de protección frente a la radiación ultravioleta del sol, pero también es un potente oxidante y desinfectante con gran variedad de utilidades.

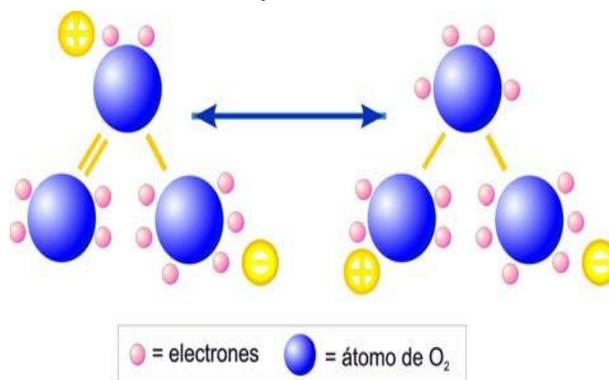


Figura N°1

Fuente: Cosemar Ozono. Informe sobre el uso del ozono

Se trata de un gas azul pálido e inestable que a temperatura ambiente se caracteriza por un olor picante y perceptible.

Debido a la inestabilidad del compuesto el ozono debe ser producido en el sitio de aplicación mediante generadores. El funcionamiento de estos equipos es sencillo, pues pasa un flujo de oxígeno a través de dos electrodos. De esta manera al aplicar un voltaje determinado se provoca un corriente de electrones en el espacio delimitado por los electrodos, por el cual pasa el gas. Estos electrones provocarán la disociación de las moléculas de oxígeno que posteriormente formarán el ozono.

El ozono puede ejercer su poder oxidante mediante dos mecanismos de acción:

1. Oxidación directa de los compuestos mediante el ozono molecular.
2. Oxidación por radicales libres hidroxilo.



Figura N°2

Los radicales hidroxilo generados por el ozono

Fuente: Cosemar Ozono. Informe sobre el uso del ozono

constituyen uno de los más potentes oxidantes, con un potencial de 2,80 V. No obstante, presentan el inconveniente de que su vida media es del orden de microsegundos, aunque la oxidación que llevan a cabo es mucho más rápida que la oxidación directa por moléculas de ozono. Dentro de los oxidantes más utilizados, los radicales libres de hidroxilo y el ozono tienen el potencial más alto.

En el *Codex Alimentarius*, el ozono viene definido por tener un uso funcional en alimentos como agente antimicrobiano y desinfectante, tanto del agua destinada a consumo directo, del hielo, o de sustancias de consumo indirecto, como es el caso del agua utilizada en el tratamiento o presentación del pescado, productos agrícolas y otros alimentos perecederos.

Metodología

El presente trabajo se desarrolla en una empresa embotelladora de agua purificada ubicada en Costa Rica, en la cual recientemente se adquirió un ozonificador para poder desinfectar el agua antes de embotellarla y asegurar la calidad e inocuidad del producto terminado y que los consumidores la puedan adquirir con total seguridad.

En sus inicios la planta desinfectaba con cloro el agua pero los resultados no eran 100 % seguros y efectivos, por lo que se inició con la búsqueda de otros métodos de desinfección y se realizó la inversión de compra de un ozonificador como método más efectivo y seguro para potabilizar.

El proceso de generación del ozono es sencillo. El ozono se obtiene con generadores especiales a partir de gases que contienen oxígeno, a los que se les aplica una descarga eléctrica, generando así una corriente de alta tensión entre dos electrodos.

Estos electrodos están separados por un dieléctrico y dos espacios de descarga por los que pasa un flujo de gas. Una parte de las moléculas del oxígeno del gas utilizado se disocian en el campo eléctrico y se asocian a moléculas de oxígeno liberadas, formando moléculas de ozono

El agua al entrar hace contacto con el ozono por medio de burbujas que están saturadas con ozono y durante cuatro minutos, así elimina instantáneamente las bacterias mesolíticas, patógenos y virus que generan enfermedades alimentarias.

Los niveles de producción de ozono pueden ser ajustados entre un rango de valores que son de 0.1 a 0.4 ppm aprobados por la FDA para el consumo y desinfección, para conseguir la aplicación requerida y que debe ser verificada por medio de un equipo de laboratorio adquirido para medir este punto crítico de control en la línea de purificación, este equipo analiza y verifica el valor del ozono en el agua.

Por lo que para poder confirmar la efectividad de la ozonificación en el agua se procedió a efectuar análisis microbiológicos antes del ozono y después de la ozonificación, como también en producto terminado.

La metodología utilizada como parte del muestreo es durante la línea de producción de manera aleatoria, el método utilizado para los análisis microbiológicos son Bacteriological Analytical Methods, AOAC; Online, Standard Methods of Water and Wastewater, 2012 (Decreto 25018-MEIC) FSIS-USDA online Petrifilm

Resultados

Se procede a efectuar varios análisis microbiológicos en un laboratorio acreditado por el Ente Costarricense de Acreditación, para poder confirmar la efectividad de los resultados.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Mes de Noviembre 2012

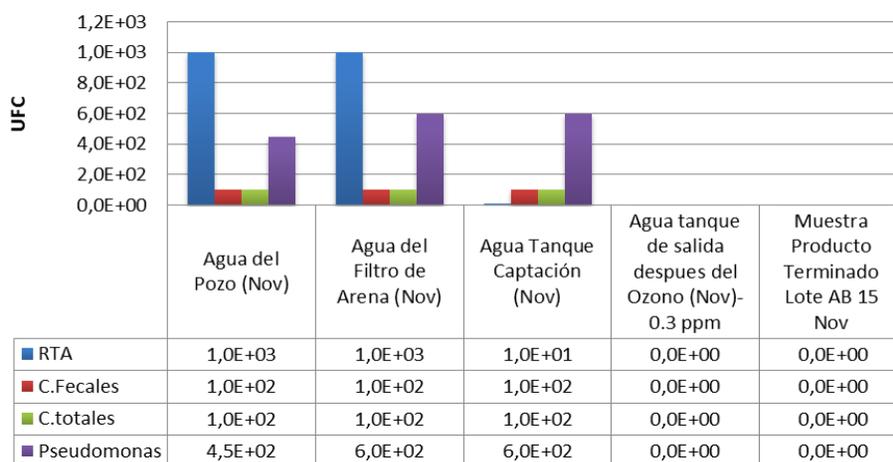


Gráfico I. Parámetros de Ozono vs. Análisis Microbiológicos para el mes de noviembre 2012.

Mes de Diciembre 2012

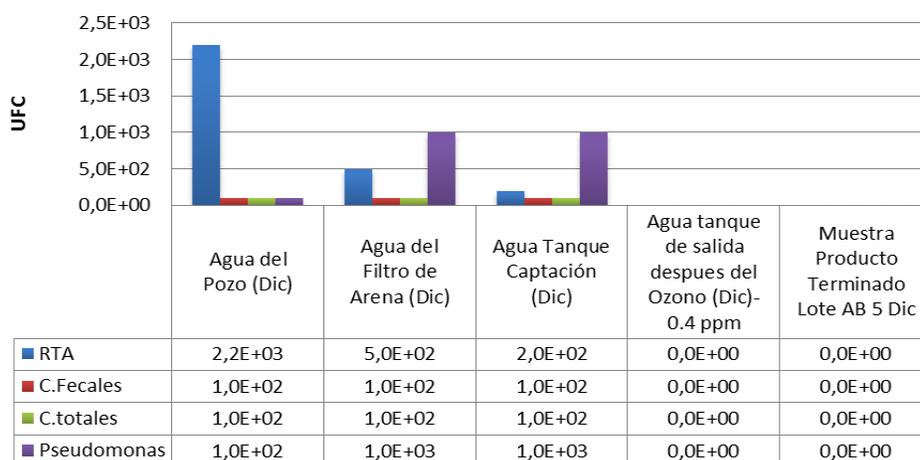


Gráfico II. Parámetros de Ozono vs. Análisis Microbiológicos para el mes de diciembre 2012.

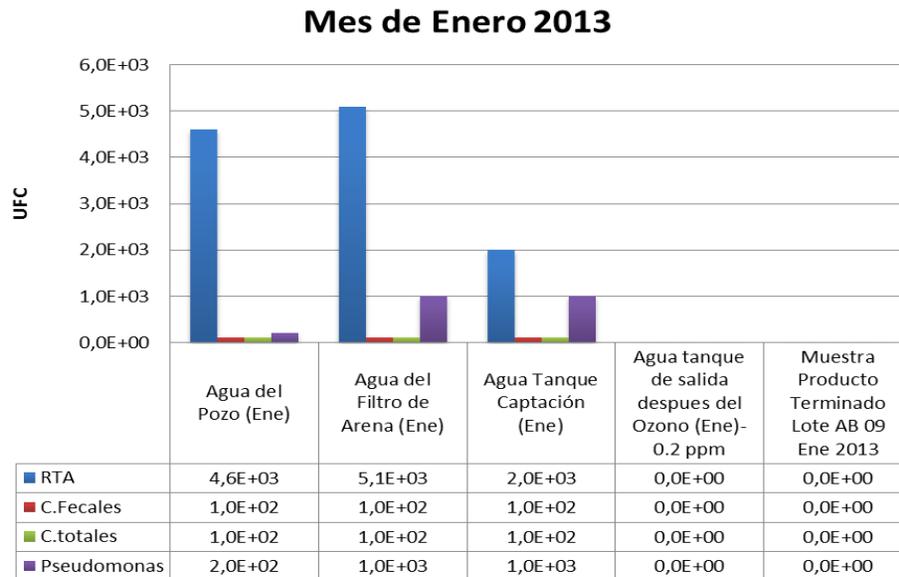


Gráfico III. *Parámetros de Ozono vs. Análisis Microbiológicos para el mes de enero 2013.*

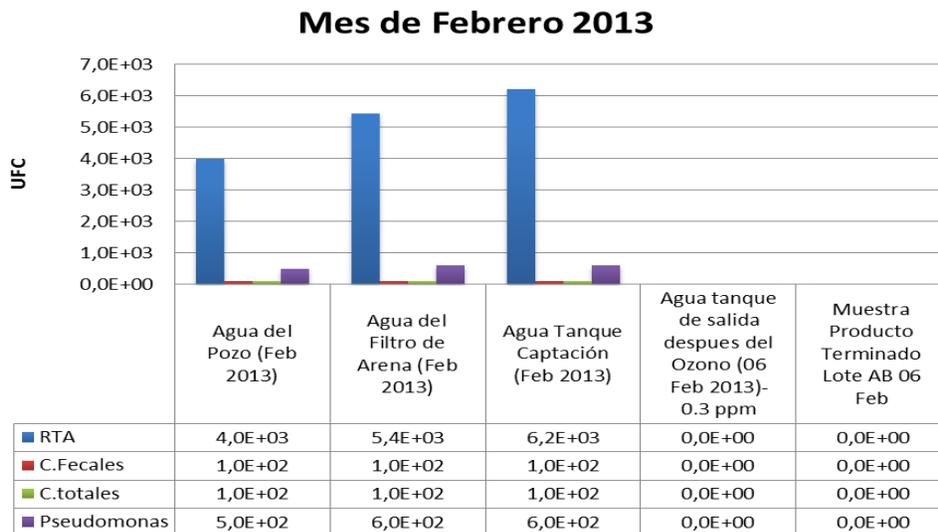


Gráfico IV. *Parámetros de Ozono vs. Análisis Microbiológicos para el mes de febrero 2013.*

Discusión

Con base en los resultados presentados en el mes de noviembre y diciembre del 2012, así como en enero y febrero del 2013, todas las muestras reflejan un contenido de recuentos bacteriológicos altos en las muestras, y una vez ozonificado el producto experimenta una desinfección donde los recuentos microbianos llegan a cero unidades formadoras de colonias con una concentración que va de 0.1 a 0.4 ppm según la FDA 21 CFR 141.531 con un tiempo de contacto de 3 a 4 minutos.

Esto demuestra que la desinfección es 100 % efectiva y segura, ya que al no existir presencia de microorganismos patógenos el producto certifica la calidad y la inocuidad del producto y que el consumidor se encuentre seguro de lo que va a ingerir.

Por lo que el ozono es efectivo frente a un número de microorganismos sobre los que actúa con gran rapidez a bajas concentraciones y en un amplio rango de pH, debido a su potencial de oxidación, además no presenta efecto inhibitor reversible en los enzimas intracelulares o lo que es lo mismo, los microorganismos no desarrollan resistencia ante él.

Conclusiones

Con base en el presente artículo se puede concluir que el ozono es un gran desinfectante y uno de los más eficientes donde la concentración adecuada y regulada según la FDA debe ser de 0.1 a 0.4 ppm para que se asegure la total desinfección del agua. Esto sin afectar la calidad del producto sin dejar sabor residual.

A diferencia de otros métodos de desinfección se considera como mas seguro el ozono ya que este elimina el 100% de posibles focos de contaminación tipo microbiológica, y no deja sabor residual en el agua.

Con base en los análisis efectuados se puede observar como el ozono en diferentes concentraciones (0.1-0.4 ppm) actúa y asegura la inocuidad del producto como tal.

Recomendaciones

Por la efectividad demostrada de la purificación de agua con ozono en comparación con métodos como la cloración o floculación, vale la pena hacer un análisis de factibilidad de la técnica poder contar con métodos más efectivos y eficientes que garanticen la calidad e inocuidad del agua y que cada vez sea menos riesgoso consumirla, disminuyendo así la incidencia de enfermedades provocadas por la no potabilidad de este líquido.

Bibliografía

Deninger, R.; Skadsen, J.; Sanford, L. y Myers, A. (1998). *El agua potable*. Recuperado el 30 de Marzo 2013
<http://www.elaguapotable.com/desinfeccion%20con%20ozono.html>

Organización Panamericana de la Salud. (1996). *La desinfección del agua*. Recuperado de www.paho.org

U. S. Food and Drug Administration. (s. f.). *Generally Recognized as Safe (GRAS)*. Recuperado el 30 de Marzo 2013:
<http://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/GRAS/default.htm>

ANEXOS

Anexo 1: ACTA DEL PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN

Anexo 2:

Anexo 3:

Anexo 4: