Effectiveness of Ozone Compared to Chlorine in Drinking Water for Community Use, 2026

[1]Muñoz Sánchez César Baruch, [2]Alcalde Giove Julio Cesar, [3]Alcalde Mendo Julie Sheyla, [4]Ocas Izquierdo Maritza Yhanet, [5]Romero Cueva Yoner Jaime
[1]Universidad Nacional de Cajamarca (UNC), Cajamarca - Perú, baruch.cesarb@gmail.com
[2]Universidad Nacional de Cajamarca (UNC), Cajamarca - Perú, jalcalde@unc.edu.pe
[3]Universidad Nacional de Cajamarca (UNC), Cajamarca - Perú, juliealcaldem@gmail.com
[4]Universidad Nacional de Cajamarca (UNC), Cajamarca - Perú, mari4379@hotmail.com
[5]Universidad Nacional de Cajamarca (UNC), Cajamarca - Perú, yromeroc@unc.edu.pe

Abstract: Ozone and chlorine have very similar characteristics when used as disinfectants in drinking water. However, the use of ozone for this purpose is little known globally. Chlorine is recognized as the most common disinfectant in most regions of the world. Despite this, ozone is easy to use and is considered safer, as it has high oxidation potential, great disinfecting power, and does not generate by-products that are harmful to health compared to chlorine. This study aims to examine the effectiveness of ozone compared to chlorine in water for human consumption, considering it a healthier option, according to the WHO. The research is conducted with a quantitative approach and an applied experimental design; the sample is composed of free-living organisms found in river and well water, using non-probabilistic convenience sampling. Four liters of water were analyzed, repeating the experiment three times, and it was determined that with a concentration of 1.5 mg/L of ozone dissolved in water, 85.42% of molds, bacteria, and yeasts were eliminated, while the percentage of other microorganisms reached 99.5% in a period of 5 to 10 minutes and up to 30 minutes.

Keywords – Ozone, chlorine, disinfectant, drinking water.

Efectividad del Ozono Comparado con el Cloro en el Agua Potable para el uso de la Comunidad, 2026

Resumen*– El ozono y el cloro tienen características muy similares al funcionar como desinfectantes en el agua potable. Sin embargo, el uso del ozono para este propósito es poco conocido a nivel global. Se reconoce que el cloro es el desinfectante más habitual en la mayoría de las regiones del mundo. A pesar de esto, el ozono es fácil de utilizar y se considera más seguro, dado que tiene un alto potencial de oxidación, un gran poder desinfectante y no genera subproductos nocivos para la salud en comparación con el cloro. El estudio tuvo como objetivo examinar la eficacia del ozono en comparación con el cloro en el agua para consumo humano, considerándolo como una opción más saludable, de acuerdo con la OMS. La investigación se realizó con un enfoque cuantitativo y un diseño experimental; la muestra está compuesta por organismos de vida libre que se encuentran en el agua de ríos y pozos, utilizando un muestreo no probabilístico por conveniencia. Se analizaron 4 litros de agua, repitiendo el experimento tres veces, y se determinó que con una concentración de 1,5 mg/L de ozono disuelto en agua, se eliminó el 85,42% de mohos, bacterias y levaduras, mientras que el porcentaje de otros microorganismos alcanzó el 99,5%, en un lapso de 5 a 10 minutos y hasta 30 minutos.

***Palabras Clave*– Ozono, cloro, desinfectante, Agua potable.**

I. Introducción

En la actualidad, el consumo de agua puede generar inconvenientes para la salud de quienes la ingieren, y las malas circunstancias en las que puede hallarse en su forma natural pueden restringir su uso por las personas.

La pureza del agua que se consume es crucial para la salud de las personas, y su proceso de tratamiento es clave para asegurarse de que se ajuste a los requisitos necesarios para su uso. Dentro de las múltiples técnicas empleadas para depurar el agua, el ozono y el cloro son dos de los desinfectantes más utilizados según [1].

La pureza del agua potable es esencial para el bienestar de la población, y la desinfección es un paso crucial en su purificación. En este sentido, el ozono surge como una opción eficaz frente al cloro, un desinfectante convencional. La manera en que el ozono actúa, en comparación con el cloro, en el agua destinada al consumo humano incluye una serie de reacciones químicas que eliminan microorganismos dañinos y contaminantes. A diferencia del cloro, que puede generar subproductos perjudiciales, el ozono se descompone rápidamente en oxígeno, lo que lo hace una alternativa más segura y amigable con el medio ambiente.

Además, el ozono posee una capacidad oxidante mayor, lo que le permite atacar una variedad amplia de microorganismos y compuestos orgánicos. Esta introducción resalta la necesidad de analizar y comparar estos métodos de desinfección, teniendo en cuenta tanto su eficacia como su impacto en la salud pública y el entorno.

El ozono (O_3) actúa como un fuerte desinfectante empleado en el proceso de purificación del agua debido a su habilidad para eliminar bacterias, virus y otros microorganismos, así como por su eficacia en la oxidación de sustancias orgánicas, eliminando olores y sabores indeseados. A diferencia del cloro, que deja un residuo en el agua, el ozono se descompone rápidamente en oxígeno, lo cual puede ser beneficioso para la calidad del agua tratada [2].

El uso de cloro, el agente oxidante más utilizado por su acción bactericida, produce compuestos cancerígenos como los trihalometanos cuando reacciona con la materia orgánica presente, por lo que el problema de la desinfección del agua para consumo humano está siendo desafiado por las nuevas tecnologías; debido principalmente a que los microorganismos patógenos como virus, bacterias (Legionella, Pseudomonas aeruginosa, Mycobacterium), protozoos (Entamoeba histolytica, quistes de Giardia, Christosporidium parvum) y organismos de vida libre son altamente resistentes a la cloración.

No hay certidumbre de que se pueda eliminar; En este contexto, se están investigando tecnologías innovadoras que permitan la obtención de productos sin residuos perjudiciales para la salud.

La acción del ozono comparado con el cloro requiere analizar diversas características, tales como la rapidez en la desinfección, los tipos de microorganismos que se eliminan, la capacidad de oxidación y la producción de subproductos. Al evaluar la efectividad de ambos métodos, es esencial considerar no solo la eliminación de patógenos, sino también la calidad sensorial del agua y la seguridad para el consumidor.

Dado que el cloro es el agente más comúnmente utilizado para desinfectar agua potable a nivel global, como se explicará más adelante, hay una constante rivalidad entre el ozono (O3) y el cloro (Cl). Ambos elementos realizan, en parte, la misma tarea: oxidar el agua químicamente (el cloro lo hace en parte mediante la combinación, formando compuestos organoclorados), pero las propiedades del ozono superan cualquier tratamiento actual con cloro [3].

El ozono se presenta como una opción para la desinfección del agua, ya que funciona como un potente desinfectante, no genera subproductos de desinfección y permite disminuir costos gracias a su elevado poder oxidante en el proceso de tratamiento del agua potable. El ozono (O3) es una forma de oxígeno. Su composición química es O3.

Surge en varias condiciones, pero generalmente: en las partes más altas de la atmósfera, la luz ultravioleta solar afecta las

moléculas de oxígeno (O2) y produce átomos de oxígeno en forma de radicales libres. Estos radicales de oxígeno son átomos con solamente 7 electrones en su capa externa. Tienen una alta reactividad y son oxidantes muy potentes. El ozono (O3) se genera cuando un radical de oxígeno libre se une a otra molécula de oxígeno (O2) [4].

El ozono posee una gran capacidad oxidante y desinfectante, lo que lo convierte en una opción efectiva para eliminar sustancias orgánicas y químicos contaminantes en el agua.

El ozono actúa como un poderoso bactericida, viricida y esporicida, superando en eficacia al cloro, lo que fomenta su interés para su aplicación. Las propiedades que tiene para desodorizar, blanquear y destruir compuestos orgánicos lo vuelven esencial en la industria para el tratamiento de aguas en diferentes sectores.

Además, el ozono no deja residuos químicos en el agua, a diferencia del cloro, que puede generar subproductos de desinfección como los trihalometanos, los cuales pueden ser nocivos para la salud a largo plazo. El ozono también actúa de manera más rápida en su efecto desinfectante y no necesita tiempos prolongados de contacto como el cloro.

Como consecuencia, el ozono en el agua tratada puede generar ozono residual, que puede ser dañino si se inhala en grandes cantidades; sin embargo, este peligro es mínimo en comparación con los subproductos generados por la desinfección con cloro.

Entre los subproductos de desinfección que el cloro produce se encuentran los trihalometanos y los ácidos haloacéticos. Se sabe que los trihalometanos están compuestos por cuatro sustancias: cloroformo, bromodiclorometano, dibromoclorometano y bromoformo [5].

Debido a que los trihalometanos son considerados cancerígenos para los seres humanos, la población está expuesta a un riesgo de salud pública, provocando principalmente cáncer, problemas en el hígado, afecciones renales, trastornos en el sistema nervioso y, en algunas ocasiones, complicaciones en el sistema reproductor.

La combinación de las tres formas de exposición a los subproductos de desinfección representa la exposición total de la ciudadanía: inhalación a través de las vías respiratorias, absorción a través de la piel y la ingestión oral.

El objetivo de esta investigación es analizar el uso de ozono en comparación con el cloro como principal agente desinfectante para el agua potable y evaluar si la utilización de ozono en lugar de cloro podría disminuir el riesgo de salud para los individuos.

Por lo tanto, la investigación plantea la siguiente pregunta: ¿Es el ozono más efectivo que el cloro en el agua destinada al consumo humano en 2026? El propósito general es estudiar la eficacia del ozono en comparación con el cloro en el agua para el uso humano y los objetivos específicos son: identificar si el ozono es más eficiente que el cloro en el agua potable de la ciudad de Cajabamba, conforme a las normas establecidas en el reglamento de calidad de agua para el consumo humano DS N° 031-2010-SA, confirmar que el ozono cumple con los criterios para proporcionar agua potable de calidad y evidenciar mediante pruebas de laboratorio que el ozono es más eficaz para disminuir el riesgo de salud en las personas.

El uso de ozono en el agua potable proporciona diversos beneficios, particularmente en el ámbito de la sostenibilidad ambiental, ya que logra una desinfección efectiva eliminando bacterias, virus y patógenos, mejorando la calidad del agua sin alterarla y reduciendo la propagación de enfermedades de origen hídrico. El ozono descompone contaminantes orgánicos y químicos presentes en el agua generados por el uso de pesticidas, herbicidas y productos farmacéuticos. No deja residuos químicos en el agua, lo que reduce la formación de subproductos altamente nocivos. Oxida el hierro y magnesio, facilitando su eliminación durante el tratamiento. Al eliminar compuestos orgánicos y microorganismos, el ozono puede mejorar el sabor y el olor del agua potable, haciéndola más atractiva para quienes la consumen. Disminuye la dependencia de químicos sintéticos que pueden tener efectos perjudiciales en el medio ambiente, favoreciendo la sostenibilidad. Los sistemas de ozonización bien diseñados pueden ser eficientes en términos de energía y aprovechar fuentes de energía renovables. El ozono elimina biofilms en los sistemas de distribución de agua, contribuyendo a tener sistemas de agua más limpios y efectivos. Además, el ozono es compatible con otras tecnologías para el tratamiento del agua, mejorando la eficacia del proceso de purificación. Dado que el ozono se descompone rápidamente en oxígeno, su uso en la purificación del agua tiene un impacto ambiental considerablemente menor que otros desinfectantes. En definitiva, se puede concluir que la aplicación del ozono en el tratamiento del agua potable no solo mejora la calidad del agua, sino que también impulsa prácticas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. bromoformo (CHBr3) [8].

La información presentada líneas arriba da lugar a la siguiente hipótesis: El ozono resulta ser más efectivo que el cloro en su función sobre el agua potable en la ciudad de Cajabamba, lo que lo convierte en una opción viable para el consumo humano.

La investigación se justificación en que la población al utilizar agua para consumo tratada con cloro en sus actividades diarias: bañarse, o permanecer por un tiempo en agua clorada pone en riesgo su salud [6], debido a que el cloro ingresa por la piel, ojos, nariz o boca, provocando irritación en ojos, mucosas, garganta; en algunos casos vomito, la zona de estudio tomada para esta investigación es la ciudad de Cajabamba, pues el agua utilizada

solo es agua clorada, siendo usado por más del 80% de la población. Por lo que al utilizar el ozono como alternativa disminuiría los riegos en la salud de la población de Cajabamba.

II. METODOLOGÍA

La investigación presenta un enfoque cuantitativo, ya que su constatación se realizó a través del recojo de la información cuantificable, que derivaron de conceptos teóricos, que permitieron contrastar las hipótesis y al analizar la información nos permite determinar la relación entre las variables, se empleó la estadística y la prueba de hipótesis complementadas con la teoría de manera sistemática. El diseño de investigación es experimental debido a que se realizarán ensayos de laboratorio en donde cada una de las unidades de análisis fueron sometidas a diferentes pruebas para evaluar la eficiencia del ozono versus el cloro en el tratamiento de agua para consumo [7] .

Según su alcance es de tipo Descriptivo-relacional, ya que su propósito es entender la conexión o el grado de conexión que existe entre dos o más variables, categorías o conceptos en un contexto especifico. En este sentido se consideró como variables "A" al "Agua de pozo", "Agua de Rio" y se evalúa como están relacionados con la variable "B" "Acción del ozono y el cloro"

Para la investigación se consideró un total de 20 muestras tanto del agua de rio como agua de pozo. La muestra es no probabilística, establecida por conveniencia y es el total de la población.

Para el tratamiento de agua potable utilizando ozono y cloro implica varios pasos y consideraciones para asegurar que el agua sea segura para el consumo humano según [8]. Aquí se presenta un resumen de los procesos involucrados:

1. **Ozonización del Agua. -** En esta etapa ocurren los siguientes procesos:
   - **a. Generación de Ozono:**
     - Se utiliza un generador de ozono que produce ozono a partir del oxígeno del aire. Este ozono se inyecta en el agua a tratar.
   - **b. Proceso de Contacto:**
     - El agua y el ozono se hacen entrar en contacto en un reactor. El tiempo de contacto y la concentración de ozono son cruciales para asegurar la desinfección eficaz.
   - **c. Desinfección:**
     - El ozono actúa como un potente desinfectante al destruir bacterias, virus y otros microorganismos a través de la oxidación.
   - **d. Remoción de Ozonó:**
     - Es necesario eliminar el ozono residual para evitar efectos adversos en la salud. Esto se puede hacer mediante desgasificación o mediante el uso de un reactivo como el peróxido de hidrógeno.
2. **Cloración del Agua. -** Muy importante para el proceso según [9]. Tiene las siguientes etapas:
   - **a. Dosis de Cloro:**
     - Después del tratamiento con ozono, se puede añadir cloro a una dosis adecuada para asegurar que haya un residual de cloro en el agua tratada. El cloro actúa como un desinfectante y un agente de conservación.
   - **b. Tiempo de Contacto:**
     - Es importante mantener el agua en contacto con el cloro por un tiempo determinado para asegurar la desinfección y la eliminación de patógenos [10].
   - **c. Control de Residuos:**
     - Se debe monitorear la concentración de cloro residual en el agua para garantizar que sea suficiente para la protección y que no exceda los límites permitidos.
3. **Análisis y Monitoreo**
   - **a. Muestreo:**
     - Se deben tomar muestras del agua en diferentes etapas del proceso para analizar la presencia de microorganismos y la efectividad de la ozonización y cloración [1] [11].
   - **b. Parámetros de Calidad:**
     - Se deben monitorear parámetros como el pH, la demanda química de oxígeno (DQO), la presencia de compuestos como trihalometanos (TTHM) y otros subproductos de la desinfección.
4. **Seguridad y Regulación**
   - **a. Normativas:**
     - Es necesario seguir las sobre la calidad del agua potable, garantizando que el agua tratada cumpla con los estándares de seguridad [12] [13].
   - **b. Capacitación:**
     - El personal a cargo del tratamiento del agua debe estar capacitado en el uso seguro y efectivo de los sistemas de ozono y cloro.

III. RESULTADOS

Como resultado de la investigación se puede indicar que la eficiencia del ozono en comparación con el cloro es de 99.99% eliminando virus, bacterias, protozoos y coliformes y no dejando residuos persistentes en el agua, así como subproductos como el bromato que `pueden causar problemas nerviosos y renales. [11] Asimismo, tiene una eficiencia del 80% para eliminar los trihalometanos, 99%, virus 95%, Escherichia coli 99,9% y organismos de vida libre y protozoos 99%. Al comparar la reacción del ozono en el agua de rio y en el agua de pozo, se demuestra que en ambas muestras la eficiencia del ozono es muy superior a las del cloro llegando a más del 95%, mientras que el cloro llega en promedio a 85% [12]. Todo esto se puede apreciar en las tablas que a continuación se presenta:

TABLA I
CUADRO COMPARATIVO DE EFICIENCIA Y RESIDUO DEL CLORO Y OZONO EN EL AGUA DE RIO

Muestra 1: Agua de Rio

AGENTE	Eficiencia	Residuo
CLORO	98% elimina bacterias, patógenos, coliformes fecales	1.5 mg/L de cloro libre
OZONO	99.99% elimina virus, bacterias, protozoos y coliformes	No deja residuos persistentes, pero si subproductos como bromato

Según la tabla I, al realizar los ensayos de efectividad del cloro y ozono en las muestras del agua de rio se evidencia que el ozono con 99.99% es más eficiente que el cloro con un 98%. Además, el cloro deja un residuo de 1.5 mg/L de cloro libre; a diferencia del ozono que no deja residuos persistentes. Con esto se demuestra que el ozono es mas potente y efectivo que el cloro con una gama mas amplia de microorganismos, incluyendo parásitos resistentes al cloro como el Cryptosporidium, que causa criptosporidiosis pudiendo sobrevivir en el agua clorada durante largos períodos, razón por la cual requiere el uso de ozono o luz ultravioleta [5].

TABLA II
CUADRO COMPARATIVO DE EFICIENCIA Y RESIDUO DEL CLORO Y OZONO EN EL AGUA DE POZO

Muestra 2: Agua de Pozo

AGENTE	Eficiencia	Residuo
CLORO	99% elimina bacterias, microorganismos, E.Coli	0.5 mg/L de cloro libre. Genera trihalometanos al combinarse con materia orgánica
OZONO	99.99% elimina virus, bacterias, protozoos y coliformes	No deja residuos persistentes, pero si subproductos como bromato

Según la tabla II, al realizar los ensayos de efectividad del cloro y ozono en las muestras del agua de rio se evidencia que el ozono con 99,99 % es más eficiente que el cloro con un 99%. Además, el cloro deja un residuo de 0.5 mg/L de cloro libre; a diferencia del ozono que no deja residuos persistentes. Todo esto a pesar de que el agua de rio por ser agua superficial esta mas expuesta a mas contaminantes, pero el ozono sigue mas efectivo que el cloro [11].

TABLA III
CUADRO COMPARATIVO DE OZONO Y CLORO EN AGUA DE RÍO Y POZO

Parámetro	Agua de Río (Cloro)	Agua de Río (Ozono)	Agua de Pozo (Cloro)	Agua de Pozo (Ozono)
Eficacia en Desinfección	70-90%	90-99%	80-95%	95-99%
Eliminación de Virus	60-80%	90-95%	70-90%	95-99%
Eliminación de E. coli	70-90%	95-99%	80-95%	95-100%
Impacto en Turbidez	50-70% (menos efectivo en alta turbidez)	80-90% (mayor efectividad)	60-80% (más efectivo)	80-95% (muy efectivo)
Formación de Subproductos	100% (sí, trihalometanos)	10% (mínimo, pocos o ninguno)	100% (sí, trihalometanos)	10% (mínimo, pocos o ninguno)
Tiempo de Contacto Necesario	30 min. (mínimo)	5-10 min.	30 min. (mínimo)	5-10 min.
Costo Relativo	Bajo	Moderado-Alto	Bajo	Moderado-Alto
Facilidad de Manejo	Sencillo	Requiere equipo especializado	Sencillo	Requiere equipo especializado

Según la tabla III, al realizar los ensayos observamos un cuadro comparativo de la acción del cloro y ozono en las muestras del agua de rio y de pozo, evidenciándose que el ozono muestra mayo porcentaje de eficiencia de desinfección con más del 90%, en comparación con el cloro más del 80%. En cuanto a eliminación de virus el ozono es más efectivo con un promedio de 95%, mientras que el cloro con un promedio de 75%. El ozono deja muy pocos subproductos con un 10%, a diferencia del coro que deja 100% trihalometanos. En cuento al tiempo de contacto necesario para que se active su poder desinfectante en el caso del ozono es de 10 minutos, mientas que el cloro requiere de 30 minutos [12].

TABLA IV
RESULTADOS DE LA ACCION DEL OZONO (2.5 MG/L) Y CLORO (2.5 MG/L) EN AGUA DE RIO

PARAMETROS	CLORO	OZONO
Ph	**7.6**	
DQO	**8 mg/L**	
Trihalometanos	**45%**	**80%**
Bacterias	**95%**	**99%**
Virus	**90%**	**95%**
Escherichia Coli	**99.9% inactividad en 30 minutos**	**99,9% inactividad en minutos**
Organismos de vida libre	**85% después de 30 minutos**	**99% en minutos**
Protozoos	**85%**	**99%**

Según la tabla IV, al realizar los ensayos observamos un cuadro comparativo de la acción del cloro y ozono en el agua de rio, evidenciándose que con un Ph de 7,6 y con DQO de 8 mg/L el ozono es más efectivo que el cloro frente a los trihalometanos con un 80% de efectividad, mientras que el cloro con 45%. Referente a las bacterias el ozono presenta una efectividad del 99%, en cambio el cloro 95%. La efectividad del ozono frente a los virus es del 95% frente al cloro con un 90% de efectividad. En el caso de la escherichia Coli, Organismos de vida libre y protozoos el ozono muestra una efectividad de más del 99%, en cambio el cloro tiene porcentajes que oscilan entre 99,99, 85% respectivamente [1].

TABLA V
RESULTADOS DE LA ACCION DEL OZONO (2.5 MG/L) Y CLORO (2.5 MG/L) EN AGUA DE POZO

PARAMETROS	CLORO	OZONO
PH	**7.5**	
DQO	**7.5 mg/L**	
Trihalometanos	**44%**	**81%**
Bacterias	**95%**	**99%**
Virus	**90%**	**95%**
Escherichia Coli	**99.9% inactividad en 30 minutos**	**99,9% inactividad en minutos**
Organismos de vida libre	**85% después de 30 minutos**	**99% en minutos**
Protozoos	**85%**	**99%**

Según la tabla V, al realizar los ensayos observamos un cuadro comparativo de la acción del cloro y ozono en el agua de pozo, evidenciándose que con un PH de 7,5 y con DQO de 7.5 mg/L, el ozono es más efectivo que el cloro frente a los trihalometanos con un 81% de efectividad, mientras que el cloro con 44%. Referente a las bacterias el ozono presenta una efectividad del 99%, en cambio el cloro 95%. La efectividad del ozono frente a los virus es del 95% frente al cloro con un 90% de efectividad. En el caso de la escherichia Coli, Organismos de vida libre y protozoos el ozono muestra una efectividad de más del 99%, en cambio el cloro tiene porcentajes que oscilan entre 99,99, 85% respectivamente [10].

Frente a esto es necesario tener algunas consideraciones:

- **Agua de Río**: La contaminación puede ser más variable, lo que puede afectar la eficacia del cloro, especialmente en condiciones de alta turbidez y materia orgánica. El ozono es generalmente más efectivo en la desinfección debido a su rápida acción y capacidad de oxidación [9] [1].
- **Agua de Pozo**: Usualmente presenta menos turbidez y materia orgánica, lo que hace que tanto el cloro como el ozono sean efectivos. Sin embargo, la eliminación de microorganismos puede ser particularmente eficiente con ozono según [9].

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El ozono es más eficiente que el cloro en el agua para consumo humano en la ciudad de Cajabamba. Con relación a este objetivo se muestran los ensayos de efectividad del cloro y ozono en las muestras que el ozono en comparación con el cloro tiene más significancia y eficiencia en un 1,99%, asimismo el cloro deja un residuo de 1.5 mg/L de cloro libre; a diferencia del ozono que no deja residuos persistentes.

FIGURA 1
EFICIENCIA DEL OZONO EN COMPARACION CON EL CLORO

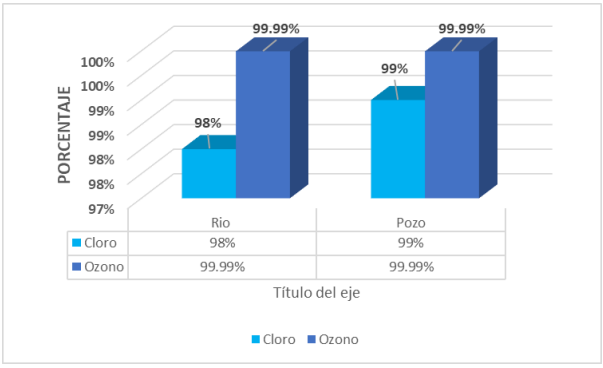


Fig. 1 Eficiencia del Ozono en comparación con el Cloro

Como se puede observar en la figura 1, la eficiencia del ozono en comparación con el cloro, tanto en el agua de rio como en el agua de pozo, es notable con más del 1.5% de efectividad lo que demuestra que el ozono es más efectivo que el cloro.

FIGURA 2
PARAMETROS DE EFICIENCIA DEL OZONO Y CLORO EN EL AGUA DE RIO Y POZO

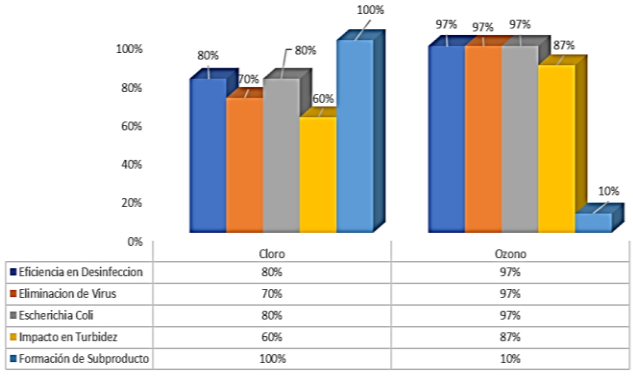


Fig. 2 Eficiencia del ozono y cloro en el agua de rio y pozo

Como se puede observar en la figura 2, la eficiencia de desinfección del ozono en comparación con el cloro es del 17%, en eliminar virus, Escherichia coli e impacto de turbidez alcanza el 27% de eficiencia más que el cloro y en formación de subproductos el cloro supera al ozono en 90% de cloro libre.

Estos resultados son respaldados por investigaciones como la de Liz Paola Benito quien obtuvo en 10 minutos de tratamiento con ozono a una concentración de 1,71 mg/L, Liz Paola Benito logró una remoción del 99,69% de microalgas y del 82,37% de mohos, bacterias y levaduras, respaldando estos hallazgos. Para demostrar la interferencia y la reducción de su potencial desinfectante, se evaluaron los parámetros fisicoquímicos después del proceso de filtración porque tienen un impacto directo en la solubilización del ozono con el agua. Asimismo, en el experimento se inyectó ozono en el agua durante 10 minutos con una solubilidad máxima de 1,71 mg/L. La dosis de ozono utilizada fue de 0,2 g/min [14].

El ozono cumple con los estándares para tener un agua para consumo humano de calidad

Con relación con el segundo, según el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA, el ozono cumple con los requerimientos del mencionado reglamento según la siguiente figura:

FIGURA 3
ACCION DEL OZONO EN COMPONENTES DEL AGUA DE RIO Y DE POZO

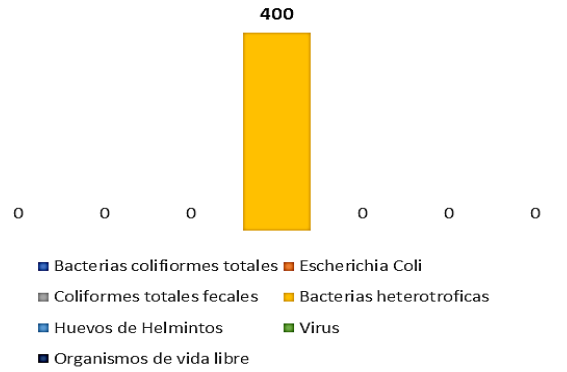


Fig. 3 Acción del ozono en componentes del agua de rio y pozo

Como se puede observar en la figura 3, el ozono elimina el total de componentes por cada 100 unidades formadoras de colonias a 35º Celsius, especialmente las bacterias coliformes totales, Escherichia coli, bacterias coliformes totales fecales, huevos y larvas de helmintos, virus y organismos de vida libre. En el caso de las bacterias heterotróficas alcanzo un total de 400, donde el LMP permisible según el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA es de 500. Por lo que el ozono cumple con los estándares respectivos para tener agua para consumo humano de calidad, reduciendo el riesgo de salud en las personas.

Por otro lado, se realizó una prueba piloto con el agua de rio y de pozo combinando el ozono y cloro, el cual dio como resultado un aumento de más del 15% en la eficiencia y eficacia en el tratamiento de agua potable, ya que el ozono desinfecta de manera rápida y eficiente, mientras que el cloro proporciona un residual que ayuda a mantener la calidad del agua en la distribución. Sin embargo, es muy importante tener mucho cuidado con la gestión de los subproductos de la desinfección y el monitoreo constante de la calidad del agua tratada, permitiendo tener una calidad de agua óptima para su consumo. Es muy importante conocer que, el ozono no produce THM; además, es un desinfectante más poderoso que el cloro. En algunos estudios se han logrado reducciones de entre el 70% y el 90% o más, ya que su habilidad para oxidar y descomponer los THM existentes es muy alta.

REFERENCIAS

[1] N. Gray, Calidad del agua potablE, Zaragoza: Acribia: Problemas y soluciones, 1996.

[2] T. McGhee, Abastecimiento de agua y alcantarillado, Colombia: Mcgraw-Hill Interamericana, 1999, pp. McGhee TJ. Abastecimiento de agua y alcantarillado. Colombia: Mcgraw-Hill Interamericana, 1999..

[3] ENVIRONMENT LEGISLATION EUROPEAN COMMUNITY, «Calidad Del Agua,» *Oficina De Publicaciones Oficiales De Las Comunidades Europeas,* Vol. 7, 1992.

[4] E. Ecology, «El ozono como oxidante y desinfectante,» *Tecnología del agua,* pp. 216:56-64 , 2001 .

[5] J. Arboleda, «Teoría y práctica de la purificación del agua,» Mcgraw Hill Interamericana, Colombia, 2000.

[6] F. Rodríguez Vidal, A. Pérez Serrano, C. Orozco, M. González Delgado y M. Ibeas, «Rodríguez Vidal FJ, Pérez Serrano A, Orozco C, GonzálBiodegradabilidad de la materia orgánica natural del agua y efecto del ozono,» *Rodríguez Vidal FJ, Pérez Serrano A, Orozco C, González Delgado MN, Ibeas MV. BiIngeniería del Agua,* pp. 3:271-8., 2000.

[7] P. López Figueroa, Tecnología de su distribución y uso, 1era ed., vol. 5, S.A. España: Promotora General de Estudios, 1997, pp. LÓPEZ FIGUEROA, PEDRO. (1997). El agua: Tecnología de su distribución y uso. 1era Edición. Promotora General de Estudios, S.A. España. 5.

[8] UNESCO, «El valor del Agua,» 2021. [En línea]. Available: https://www.unesco.org/reports/wwdr/2021/es.

[9] J. Martí, Water treatment/Tratamiento de aguas, Barcelona: STENCO, 2003.

[10] ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Our Planet, Our Health: report of the WHO Commission on Health and Environment, Ginebra, 1992.

[11] MERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, Calidad y tratamiento del agua, 1era ed., España: McGraw-Hill, 2002.

[12] ANUAL DE TRATAMIENTO DE AGUA, Unidad Potabilización de Agua, España: Formaselect, 2007.

[13] L. Monforte y E. Borrás , «Agua potable: estrategias de desinfección.,» *Química e Industria,* nº 140/2003, pp. 12-24, 1999.

[14] L. P. Benito, «Efecto microbicida del ozono sobre organismos de vida libre en el proceso de potabilización del agua,» Ayacucho, 2018.