

Artículo Original

Efecto antimicrobiano de la irrigación postquirúrgica con agua ozonificada en el alveolo durante exodoncias simples

Antimicrobial effect of postsurgical irrigation with ozonated water in the socket during simple extractions

<https://doi.org/10.52808/bmsa.7e6.624.014>

Fernando Armijos Briones ^{1,*}

<https://orcid.org/0000-0002-5500-4768>

Emma Arroyo Lalama ¹

<https://orcid.org/0000-0002-0394-6921>

Silvia Cáceres Correa ¹

<https://orcid.org/0000-0002-5909-7754>

Liset Camaño Carballo ¹

<https://orcid.org/0000-0002-1479-1486>

Recibido: 03/01/2022

Aceptado: 20/03/2022

RESUMEN

El presente estudio se propone evaluar los efectos postquirúrgicos de la irrigación del alveolo con agua ozonificada durante una exodoncia simple en pacientes de la Unidad de Atención Odontológica UNIANDES. Para ello se seleccionaron 30 pacientes a los que se les practicaron dos exodoncias en sesiones diferentes aplicándose agua ozonificada post exodoncia solamente en la primera de ellas, lo que permitió comparar en cada alternativa el comportamiento de la intensidad del dolor, grado de inflamación, infección, y tiempo de cicatrización, de manera que las pruebas estadísticas fueron significativas mostrando asociación lineal entre las variables irrigación del alveolo y dolor; y entre la irrigación del alveolo e inflamación. Asimismo, se observó una cicatrización más rápida en los pacientes tratados con el agua ozonificada en comparación a aquellos que no fueron tratados. Además, se observó una disminución de la biota bucal, especialmente *Lactobacillus spp* y *Streptococcus mutans* al irrigar con agua ozonificada responsable de la inflamación y por ende del dolor de los pacientes. Por otra parte, se aprecia un escaso conocimiento acerca de la utilización de agua ozonificada en el alveolo por parte de los estudiantes, mientras que los profesionales odontólogos, y a pesar de tener conocimiento de los beneficios del agua ozonificada, son poco proclives a su uso.

Palabras claves: agua ozonificada, exodoncia, inflamación, dolor.

ABSTRACT

*The present study aims to evaluate the post-surgical effects of alveolar irrigation with ozonated water during a simple extraction in patients of the UNIANDES Dental Care Unit. For this, 30 patients were selected who underwent two extractions in different sessions, applying post-extraction ozonated water only in the first one, which allowed comparing in each alternative the behavior of pain intensity, degree of inflammation, infection, and healing time, so that the statistical tests were significant, showing a linear association between the variables irrigation of the socket and pain; and between alveolar blood supply and inflammation. Likewise, faster healing was observed in patients treated with ozonated water compared to those who were not treated. In addition, he observed a decrease in the oral biota, especially *Lactobacillus spp* and *Streptococcus mutans* when irrigating with ozonated water, responsible for the inflammation and therefore the pain of the patients. On the other hand, there is little knowledge about the use of ozonated water in the alveolus by students, while dental professionals, despite being aware of the benefits of ozonated water, are not inclined to use it.*

Keywords: ozonated water, extraction, inflammation, pain.

¹ Universidad Regional Autónoma de Los Andes (UNIANDES), Ecuador.

*Autor de Correspondencia: ua.brionesfernando@uniandes.edu.ec

Introducción

El ozono es un gas alotrópico del oxígeno O₃ de geometría angular, cuyo átomo de oxígeno central está implicado en un doble enlace covalente y un enlace covalente dativo. Su obtención es de manera natural o a través de la generación industrial. Se tienen datos de su existencia desde las postrimerías del siglo XVI, y fue empleado en la medicina desde la primera guerra mundial en el tratamiento de heridas y gangrena. Se caracteriza por ser un poderoso agente oxidante, desodorizante y desinfectante; así como por ser una posibilidad terapéutica a diversas patologías como cáncer cervical o de colon, úlceras de decúbito, entre otras (Padilla *et al.*, 2016).

A pesar del efecto bactericida y germicida del ozono, su manejo es complicado por tratarse de un gas. Es por eso que se prefiere solubilizarlo en agua. El agua ozonificada se obtiene haciendo pasar ozono gaseoso concentrado a través de difusores porosos o filtros en la base de tanques con agua.

En el campo odontológico, la ozonoterapia se evaluó por primera vez en 1933 para el tratamiento de lesiones orales e infecciones periodontales crónicas. La terapia dental con ozono se encuentra en la categoría de nuevos protocolos de

tratamiento odontológicos. El ozono se ha establecido como un mecanismo tradicional efectivo para caries radicular primaria con la condición de que se emplee junto a agentes remineralizantes para que la superficie radicular pueda responder al tratamiento. Se ha notado, además, el provecho del ozono en los tejidos dentales radiculares afectados por caries, al permitir la eliminación de ciertos microorganismos. En las enfermedades periodontales, las cuales son infecciones inducidas por un sinnúmero de microorganismos que se encuentran en la superficie dentaria y asociadas a una biopelícula, la prevención es la terapia más efectiva en el manejo de este tipo de enfermedades. El objetivo principal del tratamiento periodontal no quirúrgico es inhibir el proceso infeccioso e inflamatorio de la enfermedad, a través de la eliminación mecánica de la biopelícula supragingival y subgingival, como también cálculo y otros depósitos (Huynh-Ba *et al.*, 2009). De esta manera, se ha demostrado que la periodontitis puede ser tratada con éxito mediante terapia periodontal quirúrgica o no quirúrgica, aunando estas opciones a una adecuada terapia periodontal de soporte (Ojima *et al.*, 2005).

Asimismo, la carga bacteriana también debe ser mantenidas en su mínima expresión. Las bacterias orales pertenecen a una comunidad compleja de numerosas especies que participan en la formación de la placa bacteriana y por ende en los procesos de infección. En el concepto actual se contempla que varios microorganismos se incluyen en la patogénesis de las caries dentales (*Streptococcus mutans*, *Lactobacillus* spp. y *Actinomyces* spp.) de los cuales, *S. mutans* es el agente más importante asociado a ella. Las caries y la periodontitis son causadas por un desequilibrio en las poblaciones bacterianas de estas biopelículas (Ojeda-Garcé *et al.*, 2013)

Así, el agua ozonizada, puede ser usada para irrigar un área afectada durante y después de realizar el raspado y alisado radicular o posterior a un curetaje gingival no quirúrgico. En cirugía periodontal también puede ser utilizada como material de irrigación durante el procedimiento quirúrgico y como lavado final del área intervenida (Noites *et al.*, 2014). La terapia de ozono ha sido beneficiosa debido a sus modalidades terapéuticas mínimamente invasivas, así como por su capacidad de preservar los resultados del tratamiento periodontal (Saini, 2011).

Por otra parte, el efecto antimicrobiano de la capa de ozono es resultado de su acción sobre las células, dañando la membrana citoplasmática por medio de la ozonólisis de enlaces dobles, así como por la modificación inducida por ozono de los contenidos intracelulares (oxidación de proteínas y pérdida de la función de organelos) debido a los efectos secundarios oxidantes (Seidler *et al.*, 2011).

El ozono en su forma acuosa a altas concentraciones (20 µg/mL de agua), al igual que la clorhexidina, casi elimina todas las células de la biopelícula dental, por lo que es considerado como un potente desinfectante. El potencial oxidante del ozono ataca las glucoproteínas y glucolípidos de las células, causando permeabilidad en la membrana y permitiendo la entrada del ozono a la célula para finalmente eliminarla. Estudios in vitro han demostrado que las bacterias Gram-negativas como *Porphyromonas gingivalis* y *Porphyromonas endodontalis* son más susceptibles al agua ozonizada (0,5-4 mg l-1) que las bacterias Grampositivas como *Streptococcus* spp. (Azarpazhooh & Limeback., 2008, Dhingra & Vandana., 2011, Gómez *et al.*, 2013, Morillo-Monegro & Rodríguez-Pulido, 2015).

En el comienzo de la alveolitis puede corresponderse con factores que imposibilitan que una nutrición apropiada alcance al coágulo recién formado dentro del alvéolo, obstaculizando la dinámica de la coagulación fisiológica o el proceso de angiogénesis y neoformación vascular consecuente. La alveolitis tiene lugar generalmente en el tercer o cuarto día después de la operación, y se identifica por un fuerte y constante dolor, así como por olor necrótico. Clínicamente el estado puede referirse como un alvéolo en el que se ha necrosado el coágulo sanguíneo primario y se conserva dentro del alvéolo como un cuerpo extraño séptico. Dicha situación tiene lugar unos escasos días tras la extracción, y provoca que las paredes alveolares queden sin su cubierta protectora. Al hueso desnudado lo acompaña un extendido dolor, que puede dominarse con el empleo local de poderosos analgésicos y la utilización bucal o parenteral de analgésicos o narcóticos. Como medios convenientes para la terapéutica se ha implementado el ozono gas a través de insuflación negativa o por vía subatmosférica, y la irrigación de agua ozonizada. La discusión de cada tipología se ha centrado en las potenciales complicaciones que para la vía aérea superior, significa el ozono gas y la inconstante estabilidad del agua ozonizada (Álvarez & Wolfshon, 2000).

Una de las causas principales para que se produzca una complicación postquirúrgica en una extracción simple lo constituye la falta de irrigación del alveolo. Siendo el agua ozonificada uno de los agentes más efectivos, su uso es prácticamente desconocido por los odontólogos que no lo incluyen dentro de las prácticas de prevención, ignorando los beneficios de su uso. En Ecuador, a pesar de los múltiples beneficios de la utilización del ozono en la práctica odontológica, el uso de este agente ha caído en desuso, desplazado por la aparición de intereses mercantiles de la industria farmacéutica, que promueven el uso indiscriminado de antibióticos, haciendo que se pierda el interés y sobre todo el conocimiento sobre las propiedades de esta sustancia y su reconocida eficacia como una terapia alternativa promisoriosa en la odontología. Tras el empleo de agua ozonificada, los pacientes que han sido objeto de extracción de algún diente quedan en condición de no tener que consumir antibióticos y antiinflamatorios de manera oral antes y después del procedimiento, ya que el ozono presenta la característica de eliminar, con alta efectividad, los microorganismos y bacterias (Masato *et al.* 2004).

Este estudio forma parte de las evidencias que ayudarán a difundir los efectos postquirúrgicos que provee la implementación del agua ozonificada durante una exodoncia con el objetivo de prevenir y disminuir los niveles de

intensidad de las complicaciones más habituales tras la ejecución de este tratamiento. Esta necesidad sentida, conduce a considerar como propósito de la presente investigación, evaluar los efectos postquirúrgicos de la irrigación del alveolo con agua ozonificada durante una exodoncia simple en pacientes de la Unidad de Atención Odontológica Uniandes.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal, realizado en la Unidad de Atención Odontológica, Uniandes, en el periodo comprendido entre los meses de abril y agosto de 2017. Tal estudio, permitió explorar el nivel de conocimiento, con relación a la utilización postquirúrgica del agua ozonizada en el alveolo durante una exodoncia simple, así como evaluar los beneficios de su uso en este tipo de cirugía oral, en términos de disminución del grado inflamatorio, dolor post quirúrgico, minimización de la infección, inhibición del crecimiento bacteriano y mejoramiento de la cicatrización.

Se establecieron los siguientes criterios de inclusión según los diferentes grupos muestrales. En el caso de los pacientes, se establecieron como requisitos a) que no padecieran ninguna enfermedad sistémica y b) tener más de una exodoncia simple por realizarse clínica y radiográficamente y c) aptos clínica y radiográficamente para una exodoncia simple. Para los estudiantes y profesionales, se estableció el criterio de voluntariedad, cursar la carrera o pertenecer a la Unidad de Atención Odontológica, Uniandes, respectivamente. La muestra estuvo conformada por 30 pacientes.

La investigación en su diseño se estructuró en tres fases, siendo la primera la revisión y consulta de las historias clínicas de los pacientes con la intención de conocer el estado de salud y descartar la existencia de alguna condición invalidante para el estudio. La segunda fase enmarcó la aplicación de los instrumentos correspondientes a los profesionales y los pacientes que culminó con el análisis de los resultados, y en la tercera fase se aplicó la Guía de Observación y los instrumentos que permitieron identificar el grado de inflamación y el dolor postoperatorios

Diseño, estructura y validación de los instrumentos

La revisión y análisis de las historias clínicas estableció los criterios sociodemográficos tales como: identificación, sexo, edad y padecimiento de enfermedades crónica.

Para evaluar los beneficios postquirúrgicos de la irrigación del alveolo con agua ozonificada durante una exodoncia simple, se diseñaron y aplicaron los siguientes instrumentos:

1.- **Encuesta a profesionales odontólogos:** La encuesta constó de seis ítems: tres preguntas abiertas y dos cerradas de elección múltiple.

2.- **Encuesta a estudiantes:** Este instrumento de ocho ítems: tres preguntas cerradas dicotómicas, tres cerradas de elección múltiple, dos cerradas de elección múltiple de abanico de respuesta con ítem.

En ambas encuestas se solicitó el consentimiento de los participantes. Los sujetos fueron informados de la naturaleza de la investigación y sus objetivos, el carácter anónimo y discreto con que se manejaría la información obtenida, el derecho a renunciar a continuar como participantes en cualquier punto o fase del estudio.

Evaluación clínico-odontológica

En el acto clínico se aplicaron dos instrumentos:

1.- **Guía de observación:** recolección de información de los treinta (30) pacientes con extracción simple realizada en diferentes citas en la Unidad de Atención Odontológica, Uniandes, teniendo como eje la exposición o no, de la aplicación de agua ozonificada durante la exodoncia.

2.- **Escala visual analógica del dolor (EVA).** Permite determinar la intensidad del dolor que describe el paciente con la máxima reproducibilidad entre los observadores. La intensidad se expresa en centímetros o milímetros. La valoración será: Dolor leve si el paciente puntúa el dolor como menor de 3; Dolor moderado si la valoración se sitúa entre 4 y 7 y Dolor severo si la valoración es igual o superior a 8.

3.- **Escala técnica de Holland;** Se basa en la determinación del grado de inflamación del paciente. La medida se realiza antes y después del postoperatorio inmediato a las 24, 48 y 72 h. El grado de inflamación se clasificó de la siguiente forma: Ausencia de inflamación 0 mm; inflamación leve 1-5 mm (I); inflamación moderada 6-10 mm (II); inflamación severa 10 mm en adelante (III).

Examen microbiológico de la saliva

Previa estimulación por masticación de un trozo de parafina, fue recolectado 1 mL de saliva. Las muestras fueron evaluadas usando estuches comerciales. La presencia de lactobacilo en la saliva está disponible bajo el nombre de Dentocult® LB, y mediante tiras plásticas con un lado selectivo para remover la saliva y adherir bacterias de la especie

Streptococcus mutans cultivadas en *Mitis salivarius* agar (Difco) suplementado con bacitracin (10 mg/L) y telorio de potasio (3,0 mg/L).

Los 30 pacientes, fueron expuestos a la irrigación de los alveolos con agua ozonificada en la primera cita de exodoncias. En la segunda cita, los pacientes fueron intervenidos quirúrgicamente sin exposición al agua ozonificada.

Análisis de datos

Para todos los datos obtenidos, se analizó consistencia interna de los instrumentos aplicados. Se calcularon los valores de los coeficientes de homogeneidad Alpha de Cronbach con las correlaciones de Pearson para todos los ítems estudiados. En el caso de la encuesta aplicada a los profesionales odontólogos, la consistencia interna para la escala total fue de 0,73, considerado como un valor satisfactorio de fiabilidad del instrumento evaluado. Las correlaciones de los ítems con el total fueron significativos ($p < 0,01$) y sus valores fueron altos en la totalidad de los ítems.

La encuesta a los estudiantes resultó fiable con un valor de 0,75 de Alpha de Cronbach y correlaciones significativas con $p < 0,01$. Para resumir las variables cualitativas se utilizó la frecuencia absoluta y el porcentaje. Debido a su uso cuando se trata de una variable de respuesta cuantitativa que no se distribuye normal, se empleó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney, para buscar diferencias entre las medianas del número de exodoncias simples (variable cuantitativa) y el sexo (cualitativa nominal dicotómica). Esta última (sexo) fue tratada como muestra independiente. Se decidió emplear este método no paramétrico debido al pequeño tamaño muestral.

Con el propósito de buscar asociación entre la irrigación del alveolo sin y con agua ozonificada (cualitativa nominal dicotómica) y las variables cualitativas ordinales (Escala del dolor y Grado de inflamación) se empleó la prueba no paramétrica χ^2 Tendencia lineal; así se pudo comprobar la existencia de una tendencia lineal en el comportamiento de las variables, es decir, que los niveles va aumentando o disminuyendo según las categorías de la variable cualitativa nominal dicotómica (irrigación del alveolo sin y con agua ozonificada). Para buscar asociación entre la irrigación del alveolo sin y con agua ozonificada y la presencia de infección en pacientes intervenidos, se empleó la prueba exacta de Fisher, test no paramétrico para tablas de contingencia de dos entradas (tabla 2x2) que se utiliza en presencia de frecuencias esperadas menores que 5. Para todas las pruebas de hipótesis se empleó un $\alpha = 0,05$.

Resultados

Los resultados demostraron que de las 60 exodoncias simples aplicadas, el 60% fue aplicado a la población femenina, y un 40% fue aplicado a la población masculina, en la tabla 1 muestra la correlación entre las variables de estudios (dolor, inflamación, infección y cicatrización) y los pacientes intervenidos con tratamiento previo de irrigación o no con agua ozonificada de sus alveolos. Para buscar correlación entre el número de exodoncias simples según el sexo, se empleó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. Los resultados no fueron significativos ($U = 105,000$, $p = 0,899$) entre la cantidad de exodoncias simples aplicadas y el sexo de los pacientes.

Tabla 1. Correlación entre las variables estudiadas y los pacientes irrigados de sus alveolos con y sin agua ozonificada

Variables	Escala de valores	Sin agua ozonificada (n=30)		Con agua ozonificada (n=30)		Estadígrafo	Valor p
		No.	%	No.	%		
Escala de EVA	De 1 a 2	0	0	18	60	26,222 ¹	0,000*
	De 3 a 4	24	80	12	40		
	De 5 o más	6	20	0	0		
Grado de inflamación	0	18	60	27	90	7,352 ¹	0,007*
	I	10	33	3	10		
	II	2	7	0	0		
Infección en pacientes intervenidos	III	0	0	0	0	**	0,103
	Sí	6	20	1	3		
Cicatrización en 8 y 15 días	No	24	80	29	97	-	-
	Rápida	0	0	30	100		
	Lenta	30	100	0	0		

Nota: 1: χ^2 Tendencia lineal, *: $p < 0,05$, **: Prueba exacta de Fisher

Al analizar la Escala del dolor (Escala EVA), se observa que aquellos pacientes no tratados con agua ozonificada durante la exodoncia simple mostraron un mayor porcentaje (80%) en la escala de dolor comprendida entre 3 a 4, mientras que un 20% de esos pacientes afirmaron tener dolor en la escala de 5 o más. Ningún paciente refirió dolor en la escala 1 a 2. Por otra parte, en aquellos pacientes tratados con agua ozonificada, el 60% tuvo una apreciación del dolor en la escala 1 a 2, mientras que el 40% restante presentaron dolor en la escala 3 a 4; ningún paciente refirió dolor en escala 5 o más. Comparando ambos grupos mediante la χ^2 de homogeneidad ($\chi^2 = 28,000$, 2 grados de libertad, $p = 0,000$), se determinó la χ^2 de tendencia lineal, ya que se trató de dos variables cualitativas: una ordinal (escala de EVA) y una nominal dicotómica (irrigación del alveolo con y sin agua ozonificada). La prueba resultó estadísticamente significativa

($\chi^2_{TL}= 26,222$, 1 grado de libertad, $p= 0,000$) con asociación lineal entre la irrigación del alveolo con agua ozonificada y la Escala del dolor. Esto significa que el dolor disminuye cuando ocurre irrigación del alveolo agua ozonificada.

En cuanto al grado de inflamación en los pacientes sin irrigación, el mayor porcentaje correspondió a grado 0 (60%), seguidos del grado I (33%) y de grado II (7%); ningún paciente clasificó en el grado III de inflamación. En los pacientes tratados con agua ozonificada, el mayor porcentaje también fue para el grado 0 (90%) y solo un 10% de los pacientes reportó inflamación de grado I; no se reportaron pacientes con grados II o III. Ambos grupos fueron comparados mediante la prueba χ^2 . Inicialmente, se determinó la χ^2 de homogeneidad entre niveles para comprobar si las muestras provenían de poblaciones diferentes ($\chi^2= 7,443$, 2 grados de libertad, $p= 0,024$). Luego, se procedió a realizar la χ^2 tendencia lineal. La prueba resultó estadísticamente significativa ($\chi^2_{TL}= 7,352$, 1 grado de libertad, $p= 0,007$) con una correlación lineal entre las variables Irrigación del alveolo y la Escala del dolor. Esto significa que el grado de inflamación varía en los distintos niveles según se emplee la irrigación o no con agua ozonificada.

La infección en pacientes intervenidos que no fueron expuestos al agua ozonificada estuvo presente en el 20% de los casos, en tanto en los expuestos la infección fue manifestada en un único paciente (3%). En ambos grupos, el mayor porcentaje de no infección con predominio de los que sí estuvieron expuestos al ozono fue de 97%, frente a un 80% de los pacientes que no estuvieron expuestos al agua ozonificada. Para identificar una posible correlación entre ambos grupos, se aplicó la Prueba exacta de Fisher ya que el 50% de las frecuencias esperadas fueron menor que 5. Esta prueba no resultó significativa desde el punto de vista estadístico (Prueba exacta de Fisher= 0,103) lo cual quiere decir que la presencia de infección en pacientes intervenidos en una exodoncia simple es independiente del empleo o no del agua ozonificada.

En el caso de la cicatrización, ésta fue medida durante varios días. Se observó que del total de las exodoncias irrigadas con agua ozonificada, en el 100% de los pacientes fue más rápida el proceso de cicatrización, mientras que en los pacientes no expuestos se observó un proceso lento en de cicatrización.

Análisis de encuestas a estudiantes y profesionales odontólogos docentes.

El 100% de los estudiantes refirió haber realizado exodoncias simples anteriormente. Del total del estudiantado, el 88% consideró que los días posteriores a una exodoncia podrían ser bastante incómodos para los pacientes debido a las repercusiones físicas propias del procedimiento. Un mayor porcentaje, el 97% de los estudiantes refirió conocer las complicaciones que podrían presentarse después de una cirugía mientras que solo el 3% dijo no conocerlas.

Por otra parte, el 83% de los profesionales odontólogos docentes encuestados consideraron importante la irrigación con agua ozonificada del alveolo en una exodoncia, conociendo que las complicaciones post-operatorias más frecuentes es la alveolitis (58%), seguida de dolor y el edema (17% respectivamente) y en menor frecuencia la hemorragia (8%).

La tabla 2 muestra los resultados que relacionan la importancia del agua ozonificada como agente bacteriológico y el grado de profesionalización (estudiante o profesional odontólogo docente). Se puede observar que la mayoría de los estudiantes no conoce el uso del agua ozonificada en la odontología, en tanto los profesionales si tienen un mayor conocimiento de este bactericida. Los resultados revelaron que la confrontación entre estas variables mediante una tabla 2x2, tuvo una casilla (25%) con frecuencia esperada inferior a 5. La prueba exacta de Fisher fue estadísticamente significativa (Prueba exacta de Fisher= 0,000). Por lo tanto, se puede señalar con un nivel de significación del 5%, que las variables no son independientes, o lo que es lo mismo, que están asociadas. Esto quiere decir que el uso del agua ozonificada depende del grado de estudio de estudios del profesional.

Tabla 2. Relación entre la importancia del agua ozonificada y el grado de profesionalización

Variables		Estudiantes (n=69)		Profesionales (n=12)		Estadígrafo	Valor p
		No.	%	No.	%		
Conoce el uso del ozono en odontología	Si	8	12	9	75	*	0,000**
	No	61	88	3	25		
Utilización del agua ozonificada en algún procedimiento	Si	4	50	2	22	*	0,335
	No	4	50	7	78		

Nota: *: Prueba exacta de Fisher, **: $p < 0,05$

Ahora, y ya tomando en cuenta el uso del agua ozonificada en algún procedimiento, la mitad de la población estudiantil afirmó haber utilizado este bactericida, mientras que los profesionales que dicen saber de sus bondades, solo un 20% lo ha usado en su ámbito de trabajo. En este caso, la tabla 2x2 tuvo dos casillas (50%) con frecuencias esperadas menores que 5. Los resultados de la prueba exacta de Fisher indicaron que estadísticamente no es significativo, concluyendo que con un 5% de significación, el uso de agua ozonificada en algún procedimiento y el estado profesionalizante son variables independientes.

Por otra parte, y en concordancia con las variables: dolor e inflamación, en la tabla 3, se confirmó la sensibilidad de bacterias patógenas como la *S. mutans* a la exposición de agua ozonificada. De acuerdo al intervalo de unidades formadoras de colonias (UFC) se puede observar que el tratamiento con agua ozonificada contribuyó a mantener los

recuentos de colonias más bajos (10^4 UFC /mL de saliva) en comparación con los pacientes no tratados ($2,5 \times 10^5$ UFC /mL de saliva) en ausencia de infección. En presencia de signos y síntomas de exacerbación microbiana en los no tratados (seis pacientes) se estimaron colonias desde 5×10^5 UFC /mL hasta 1×10^6 UFC /mL de saliva. Asimismo, al valorar la microbiota y especies cariogénica como *L. casei*, también se evidenció menores recuentos de éstas en individuos tratados sin infección ($0,5 \times 10^6$ UFC /mL).

Tabla 3. Efecto del agua ozonizada sobre el recuento de colonias de *S. mutans* y *L. casei* en presencia de infección clínica

Tratamiento	Infección	Número de pacientes	Microbiota	
			<i>S. mutans</i>	<i>L. casei</i>
Sin agua ozonificada	Sin	24	$2,5 \times 10^5$ ufc/mL	1×10^6 ufc/mL
	Con	6	5×10^4 ufc/ mL	7×10^6 ufc/mL
Con agua ozonificada	Sin	29	$1,0 \times 10^4$ ufc/mL	$0,5 \times 10^6$ ufc/mL
	Con	1	5×10^5 a 1×10^6 ufc/mL	5×10^6 ufc/mL

Discusión

Las soluciones acuosas enriquecidas con ozono posibilitan su capacidad antimicrobiana, fungicida, antiviral y anti protozoarios. Su facultad oxidante permite la ruptura de la pared celular de estos microorganismos, facilitando el desarrollo de la permeabilidad celular, así como la penetración de moléculas como el ozono, lo cual ayuda en el desequilibrio osmótico y, en esencia, la muerte celular (Cámara, 2016).

La implementación de la ozonoterapia ha comprobado su notable facultad germicida, la significativa incidencia en la oxigenación de los tejidos y su potestad estimulante de la regeneración tisular, lo que establece y argumenta su validez en el manejo de enfermedades infecciosas y de compromiso circulatorio, por lo que se piensa que su empleo presenta enormes posibilidades de ser favorable en las enfermedades inflamatorias e infecciosas de la cavidad bucal (Mayor *et al.*, 2010).

La forma acuosa del ozono, como un actor antiséptico potencial, presenta menor nivel de citotoxicidad que el gas ozonizado o antimicrobianos establecidos como el digluconato de clorhexidina, el peróxido de hidrógeno o el hipoclorito de sodio ante las mismas condiciones. En consecuencia, el ozono acuoso presenta los rasgos óptimos de biología celular en términos de biocompatibilidad para la aplicación oral contra bacterias, hongos y virus y además más económica si se le compara con otros limpiadores químicos (Ramírez, 2015).

En la presente investigación se ha presentado la utilidad postquirúrgica de la irrigación con agua ozonificada en el alveolo durante exodoncias simples, lo cual se constata en sus resultados principales.

En general, se encontró que hay una interacción lineal entre el nivel de dolor post exodoncia y la irrigación del alveolo con y sin agua ozonificada. Resultados similares fueron encontrados entre el grado de inflamación, y la irrigación con y en ausencia de agua ozonificada, lo cual justifica ampliamente su uso. Es conocido, que la inflamación y por ende el dolor que esto provoca es debido a la multiplicación exagerada de la biota presente en la cavidad bucal. Bacterias como *S. mutans* y *L. casei* responsables de la periodontitis son disminuidas con la aplicación del agua ozonificada tal como se observó en los resultados obtenidos. De allí, que el grado de inflamación y por ende dolor fue mucho menor en la población irrigada con agua ozonificada. Los resultados demostraron que más del 80% de los pacientes que no fueron tratados con agua ozonificada no mostraron infección por efecto de la acción de las bacterias *S. mutans* y *L. casei*, en el caso de los pacientes tratados con agua ozonificada este porcentaje se incrementó a un 97%.

Por otra las infecciones están asociadas al número de unidades formadoras de colonia, tal como se observó en la Tabla 3. En el caso de los pacientes no tratados con agua ozonificada, el porcentaje de unidades formadoras de colonia de la *S. mutans* alcanzó el 95% mientras que en el caso de la *L. casei*, el porcentaje de unidades formadoras estuvo alrededor de un 88% en aquellos pacientes que presentaron infección. Estos porcentajes fueron mucho menores en los pacientes que fueron tratados con agua ozonificada y que presentaron infección, un 33,3% en el caso de la *S. mutans*. Para el caso de la *L. casei*, esta bacteria fue más resistente al tratamiento con agua ozonificada, alcanzado porcentajes de unidades formadores de colonia alrededor de un 91% en los pacientes que presentaron infección y que fueron tratados con agua ozonificada. Este resultado debe ser nuevamente evaluado, debido a la poca población analizada (un único paciente), aquí otros factores pudieran intervenir.

Algunos autores como Nagayoshi *et al.*, (2004), examinaron la actividad antimicrobiana de diversos microorganismos de la cavidad bucal, frente a diversas concentraciones de agua ozonificada. El porcentaje de disminución de la *S. mutans* disminuyó después de la exposición a 0,5 mg/L de agua ozonificada en 10 s, y la concentración de *S. mutans* disminuyó totalmente (0 %) después del contacto con agua ozonificada a concentraciones de 2 y 4 mg/L. La viabilidad de bacterias tales como la *S. sobrinus*, *S. sanguis* y *S. salivarius* fueron muy similares a las de *S. mutans* cuando fueron expuestas al agua ozonificada.

Algunos estudios han señalado que la efectividad del agua ozonificada depende de algunos factores tales como: tiempo de contacto, pH y temperatura (Wenqing & Changqing, 2014). El ozono destruye los microorganismos por la

oxidación progresiva de los componentes vitales de la célula. La acumulación de los efectos de oxidación debido a largos tiempos de contacto con la zona afectada contribuye en mayor tiempo a la reducción de estos patógenos (Karaca & Velioglu, 2007)

A pesar de los beneficios observados con la irrigación con agua ozonificada sobre los alveolos de los pacientes, los resultados no son colineales con los casos de infección entre los pacientes irrigados y aquellos que no lo fueron. Ambos grupos mostraron bajos casos de infección. Sin embargo, es recomendable el uso de la irrigación con agua ozonificada antes de la extracción simple, básicamente, por que además de disminuir significativamente la inflamación y el dolor, el tiempo de cicatrización es bastante menor que en aquellos casos en la cual el paciente no fue irrigado, tal como fue confirmado en los resultados obtenidos.

Por otra parte, en un estudio (Ahmedi *et al.*, 2016) llevado sobre 20 pacientes donde se evaluó la eficacia del agua ozonizada sobre el dolor, el edema y el trismo en comparación con el agua bidestilada después de cirugías mandibulares, se demostró que el agua ozonizada era compatible como método de irrigación, no inferior al agua bidestilada, y tenía efectos satisfactorios en el manejo del dolor, edema y trismo después de la exodoncia quirúrgica del tercer molar (Glória *et al.*, 2020). Así mismo, (Kazancioglu *et al.*, 2014) mostraron resultados comprometedores, los efectos de la ozonoterapia en el dolor, hinchazón y trismo después de la cirugía del tercer molar después de la aplicación del ozono no mostró beneficios con respecto a la hinchazón postoperatoria sin embargo fue relativamente útil para la disminución del dolor postoperatorio mediante la escala analógica visual (EAV) y calidad de vida. En otro estudio (Dikopova *et al.*, 2019) se examinaron y trataron un total de 100 pacientes que presentaban alveolitis y osteomielitis localizada de la mandíbula con edades comprendidas entre los 18 y los 65 años. Todos los pacientes se dividieron en cuatro grupos iguales, tratados con ozonoterapia y radiación de luz led roja (630 nm), luz led verde (530 nm) y luz led azul (470 nm). El estudio demostró que la combinación de ozonoterapia con radiación de luz led roja (630 nm) proporciona la herramienta más eficaz para el tratamiento de la alveolitis ya que se redujo la aparición de dolor severo en el área del diente extraído, malestar general, aumento temperatura corporal y mal aliento. Con el uso de ozono y luz roja, se observó una disminución más pronunciada en la contaminación cuantitativa de *Streptococos*, *Corinebacterias*, *Enterobacterias* y especialmente en *Peptostreptococos*, mientras que la ozonoterapia en combinación con luz led azul (470 nm) se debe preferir la radiación para el tratamiento de la osteomielitis localizada de la mandíbula. En los pacientes de este grupo, el síndrome de dolor desapareció en el séptimo día de observación y la supresión completa de la inflamación y la epitelización del orificio ocurrió en el día 12-14.

En la actualidad el agua ozonificada demuestra resultados positivos en este tipo de intervenciones, por lo que se recomienda el aumento de su aplicación eficiente en pacientes que necesiten tratamientos de exodoncia. Este estudio, además, sienta las bases para la caracterización de este elemento en otras vías de administración. Resulta necesario difundir los beneficios postquirúrgicos que provee la implementación del agua ozonificada durante una exodoncia con el objetivo de prevenir y disminuir los niveles de intensidad de las complicaciones más habituales tras la ejecución de una exodoncia (Herrera, 2017).

Los resultados de la presente investigación convenientemente divulgados indican que la utilización del agua ozonizada en odontología, no debe ser considerada como una medicina alternativa, sino natural. Con ella hay evidencias suficientes de que los efectos alcanzados son iguales o mejores resultados que los obtenidos con los tratamientos convencionales. Es una herramienta al alcance de cualquier profesional y puede utilizarse día a día, por los grandes beneficios sanitarios que proporciona. Como técnica es hora ya de que recupere el espacio que merece por sus múltiples efectos beneficiosos.

Sin lugar a dudas, la incidencia del ozono en pacientes intervenidos quirúrgicamente en el campo de la cirugía bucal todavía requiere de estudios demorados, ante el desconocimiento de esta práctica por los odontólogos que realizan exodoncias y procedimientos medianamente invasivos. El desconocimiento que por lo general sobre este tema muestran estudiantes y profesionales, apunta hacia la necesidad de actualizar y perfeccionar los planes de estudio e implementar cursos de capacitación a los odontólogos, con vistas a la implementación del uso del agua ozonificada.

Conflicto de intereses

Los autores no reportan conflicto de intereses.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los colegas y pacientes que participaron en el estudio.

Referencias

Ahmedi, J., Ahmedi, E., Sejfiija, O., Agani, Z. & Hamiti, V. (2016) Efficiency of gaseous ozone in reducing the development of dry socket following surgical third molar extraction. *European Journal of Dentistry*. 10(3), 381–385. <https://doi.org/10.4103/1305-7456.184168>

- Álvarez, J., & Wolfshon, B. (2000). Oleozon aplicaciones estomatológicas. Editorial Académica Española. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/314172789_OLEOZON_Aplicaciones_Estomatologicas. (Acceso junio 2021).
- Azarpazhooh, A. & Limeback, H. (2008) The application of ozone in dentistry: a systematic review of literature. *Journal of Dentistry*, 36(2), 104-116. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2007.11.008>
- Cámara, M. (2016). Estudio in vitro de la efectividad de las distintas técnicas de irrigación en la eliminación del enterococcus faecalis [tesis doctoral]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Dhingra, K. & Vandana, KL. (2011) Management of gingival inflammation in orthodontic patients with ozonated water irrigation - a pilot study. *International Journal of Dental Hygiene*, 9(4), 296-302. <https://doi.org/10.1111/j.1601-5037.2011.00506.x>
- Dikopova, NZH., Volkov, AG., Prikuls, VF., Nosik, AS., Malanchuk, DA. & Arzukanyan, AV. (2019). The physiotherapy in the treatment of alveolitis and localized osteomyelitis of the jawbones 96 (1), 11-21. <http://dx.doi.org/10.17116/kurort20199601111>
- Glória, JCR., Douglas-De-Oliveira, DW., E-Silva., LDA., Falci, SGM. & Dos-Santos, CRR. (2020). Influence of ozonized water on pain, oedema, and trismus during impacted third molar surgery: A randomized, triple blind clinical trial. *BMC Oral Health*. 20(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12903-020-1029-5>
- Gómez, L. I., Solís, J. M., Nakagoshi, S. E. & Herrera, A. (2013) Ozonoterapia: una alternativa en periodoncia. Revisión de literatura. *Rev. Mex Periodontal*, 4(1), 35-38. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/289045679_Ozonoterapia_como_alternativa_de_tratamiento_del_dolor_en_los_TrastornosTemporomandibulares (Acceso junio 2021).
- Herrera, M. F. (2017). Beneficios postquirúrgicos de la irrigación con agua ozonificada en el alveolo durante una exodoncia simple en la Unidad de Atención Odontológica UNIANDES [tesis de licenciatura]. Ambato: UNIANDES
- Huynh-Ba, G., Kuonen, P., Hofer, D., Schmid, J., Lang, NP. & Salvi GE. (2009) The effect of periodontal therapy on the survival rate and incidence of complications of multirooted teeth with furcation involvement after an observation period of at least 5 years: a systematic review. *Journal of Clinical Periodontology*, 36 (2), 164-176. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051x.2008.01358.x>
- Karaca, H. & Velioglu, S. (2007) Ozone applications in fruit and vegetable processing. *Food Rev Internat*. 23, 91–106. <https://doi.org/10.1080/87559120600998221>
- Kazancioglu, H. O., Kurklu, E. & Ezirganli. S. (2014) Effects of ozone therapy on pain, swelling, and trismus following third molar surgery. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 43(5), 644–648. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijom.2013.11.006>
- Mayor, F., Moure, M. D., & García, M. R. (2010) Evolución clínica de las pericoronaritis tratadas con OLEOZON en urgencias estomatológicas. *Revista Médica Electrónica*, 32(2). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242010000200003 (Acceso junio 2021).
- Morillo-Monegro, L. M., & Rodríguez-Pulido, J. I. (2015) Ozonoterapia como adyuvante en el tratamiento periodontal no quirúrgico. Revisión de la bibliografía. *Revista Mexicana de Periodontología*, 6(3), 136-142. Disponible en: <http://www.semanticscholar.org/paper/Ozonoterapia-como-adyuvante-en-el-tratamiento-no-de-Monegro-Pulido/020f37db2f2ad163923d1aa931193a869f893e11> (Acceso junio 2021).
- Nagayoshi, M., Fukuizumi, T., Kitamura, C., Yano, J., Terashita, M. & Nishihara T. (2004) Efficacy of ozone on survival and permeability of oral microorganisms. *Oral Microbiology and Immunology*, 19, 240–246. <https://doi.org/10.1111/j.1399-302x.2004.00146.x>
- Noites, R., Pina-Vaz, C., Rocha, R., Fontes, M., Gonçalves, A. & Pina-Vaz, I. (2014) Synergistic antimicrobial action of chlorhexidine and ozone in endodontic treatment. *BioMed Research International*, (1), 1-6 Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Synergistic-Antimicrobial-Action-of-Chlorhexidine-Noites-Pina-Vaz/d332b4db737599cd4dd6e15573922ef544dd338b> (Acceso junio 2021).
- Ojeda-Garcé, J. C., Oviedo-García, E. & Salas, L. A. (2013). *Streptococcus mutans* y caries dentales. *Odontología*, 26(1), 44-56. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-971X2013000100005&lng=en&nrm=iso (Acceso junio 2021).
- Ojima, M., Kanagawa, H., Nishida, N., Nagata, H., Hanioka, T. & Shizukuishi S. (2005) Relationship between attitudes toward oral health at initial office visit and compliance with supportive periodontal treatment. *Journal of Clinical Periodontology*, 32(4), 364-368. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051x.2005.00677.x>

- Padilla, E. M., Sueiro, I., Quintero, I., Domínguez, C., Hernández, A. B., & Ercia, L. E. (2016) Usos terapéuticos del ozono en los servicios de salud. AMC Disponible en: <http://www.revmt.sld.cu/index.php/rmnt/article/view/17/36> (Acceso junio 2021).
- Ramírez, A. M. (2015) Aplicación de Ozono-Terapia en Pacientes con Periodontitis Crónica Generalizada. Estudio Clínico y Microbiológico [tesis doctoral]. Murcia: Universidad de Murcia.
- Saini R. (2011). Ozone therapy in dentistry: A strategic review. *Journal of natural science, biology, and medicine*, 2(2), 151–153. <https://doi.org/10.4103/0976-9668.92318>
- Seidler, V., Linetskiy, I., Hubalkova, H., Staekova, H., Šmucler, R. & Mazanek, J. (2008) Ozone and its usage in general medicine and dentistry. A review article. *Prague Medical Report*, 109(1), 5-13. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19097384/> (Acceso junio 2021).
- Wenqing, X. & Changqing W. (2014) Different efficiency of Ozonated water washing to inactivate salmonella enterica Typhimurium on green onions, grape tomatoes, and green leaf lettuces. *Journal of Food Science*, 79, 378–383. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12359>