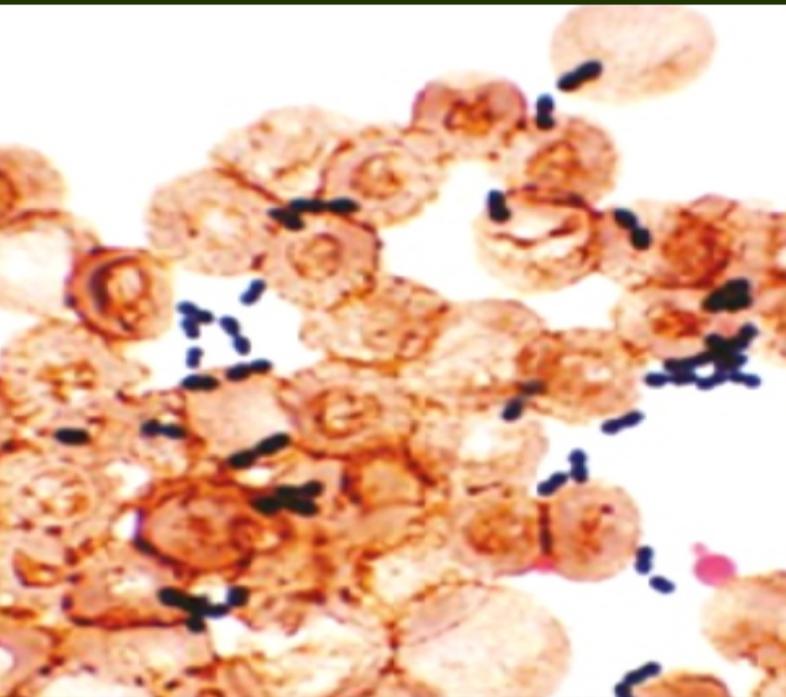


David Castillo – Eveling Castillo – Roxana Medina – Higinio Zuñiga

EFECTIVIDAD DEL GEL ALOE VERA OZONIZADO SOBRE LA INHIBICIÓN DEL CRECIMIENTO DE *Enterococcus faecalis*



DOI: 10.35622/inudi.b.031

EDITADA POR
INSTITUTO
UNIVERSITARIO
DE INNOVACIÓN CIENCIA
Y TECNOLOGÍA INUDI PERÚ



Efectividad del gel de aloe vera ozonizado sobre la inhibición del crecimiento de *Enterococcus faecalis*

DOI: <https://doi.org/10.35622/inudi.b.031>

David Castillo

<https://orcid.org/0000-0002-9633-4026>
vvicohh@gmail.com

Eveling Castillo

<https://orcid.org/0000-0001-9884-8330>
isabel.castillo@unap.edu.pe

Roxana Medina

<https://orcid.org/0000-0003-2237-1198>
rmedina@unap.edu.pe

Higinio Zuñiga

<https://orcid.org/0000-0002-8204-1847>
hazuniga@unap.edu.pe

Efectividad del gel de aloe vera ozonizado sobre la inhibición del crecimiento de *Enterococcus faecalis*

Hugo David Castillo Coaquira
Isabel Eveling Castillo Coaquira
Roxana del Carmen Medina Rojas
Higinio Alberto Zuñiga Sánchez

(Autores)

ISBN: 978-612-5069-19-1 (PDF)

Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2022-08866

DOI: <https://doi.org/10.35622/inudi.b.031>

Editado por Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C
Urb. Ciudad Jardín Mz. B3 Lt. 2, Puno – Perú
RUC: 20608044818
Email: editorial@inudi.edu.pe
Teléfono: +51 973668341
Sitio web: <https://editorial.inudi.edu.pe>

Primera edición digital
Puno, septiembre de 2022

Libro electrónico disponible en
<https://doi.org/10.35622/inudi.b.031>

Editores:

Wilson Sucari / Patty Aza / Antonio Flores /

Diseño de portada:

David Paucar Condori

Las opiniones expuestas en este libro es de exclusiva responsabilidad del autor/a y no necesariamente reflejan la posición de la editorial.

Publicación sometida a evaluación de pares académicos (Peer Review Doubled Blinded)

Publicado en Perú / *Posted in Peru*



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.

CONTENIDO

SINOPSIS	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO I.....	12
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	12
1.1 Descripción del problema	12
1.1.1 Enunciado del problema	13
1.1.2 Formulación del problema	13
1.2 Antecedentes de investigación.....	13
1.2.1 Antecedentes internacionales	13
1.3 Justificación	15
1.3.1 Justificación social.....	15
1.3.2 Justificación práctica	15
1.3.3 Justificación teórica	15
1.3.4 Justificación metodológica.....	15
CAPÍTULO II.....	16
MARCO TEÓRICO, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	16
2.1. Marco teórico.....	16
2.1.1 Aloe Vera (Sábila)	16
2.1.2 Ozono(O ₃)	28
2.1.3 Enterococcus faecalis	32
2.2 Hipótesis	34
2.3 Objetivos de estudio.....	34
2.2.1 Objetivo general.....	34
2.2.1 Objetivos específicos.....	34
CAPÍTULO III.....	36
UTILIDAD DE LOS RESULTADOS, MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
3.1 Tipo de investigación	36
3.2 Población y muestra de la investigación	36
3.2.1 Población	36
3.2.2 Muestra.....	36
3.2.3 Tipo de muestreo.....	36

3.3 Criterios de selección.....	36
3.3.1 Criterios de inclusión	36
3.3.2 Criterios de exclusión	37
3.4 Variables.....	37
3.5 Operacionalización de variables	37
3.6 Instrumentos, técnica y procedimientos	38
3.6.1 Técnica:.....	38
3.5.2 Instrumento	38
3.5.3 Procedimientos	38
3.6.5 Diseño y Análisis Estadístico.....	43
CAPÍTULO IV	44
ÁREA DE INVESTIGACIÓN Y RESULTADOS	44
4.1 Ámbito de estudio	44
4.3 Discusión.....	62
4.4 Conclusiones.....	64
4.5 Recomendaciones	65
REFERENCIAS.....	66

SINOPSIS

Este estudio tuvo por objetivo evaluar la efectividad del gel de Aloe Vera ozonizado sobre la inhibición del crecimiento de *Enterococcus faecalis* según tiempo de aplicación. Fue de tipo cuasi-experimental, longitudinal y aplicativo. En una primera instancia se procedió a la recolección del gel de Aloe Vera. Una vez obtenido fue sometido a ozonización, para lo cual se toman los patrones de ozonización del agua. Luego fue aplicado sobre las muestras de *Enterococcus faecalis* mediante discos de difusión y aplicado de manera directa, los resultados no fueron muy alentadores mostrando halos de inhibición no mayores a 10 mm y 0 mm de diámetro en varios casos. Por este motivo el gel de Aloe Vera fue diluido en alcohol de 70° y cloroformo obteniendo mejores resultados. La muestra estuvo constituida por placas Petri incubadas con *Enterococcus faecalis*, a razón de 35 placas Petri por cada grupo de estudio y tiempo de aplicación. Se aplicó el gel sobre las muestras mediante difusión de discos de filtro y por aplicación directa, tras varias pruebas el gel ozonizado a 24 horas mostró los mejores resultados con halos de inhibición de 40-45 mm. En conclusión, el gel de Aloe Vera Ozonizado es un producto que demostró una efectividad alta al ser aplicado sobre *Enterococcus faecalis* para lograr extraer sus mayores propiedades es necesario diluirlos en alcohol de 70° y cloroformo, por lo que presenta un nivel alto sobre la bacteria.

Palabras clave: Aloe Vera, ozono, *Enterococcus faecalis*, inhibición, alcohol 70°, cloroformo.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effectiveness of ozonated Aloe Vera gel on the growth inhibition of *Enterococcus faecalis* according to application time. It was quasi-experimental, longitudinal and applicative. In a first instance, the Aloe Vera gel was collected. Once obtained, it was subjected to ozonation, for which the ozonation patterns of the water are taken. It was then applied to *Enterococcus faecalis* samples by means of diffusion disks and applied directly. The results were not very encouraging, showing inhibition halos no larger than 10 mm and 0 mm in diameter in several cases. For this reason, Aloe Vera gel was diluted in 70° alcohol and chloroform, obtaining better results. The sample consisted of Petri dishes incubated with *Enterococcus faecalis*, at a rate of 35 Petri dishes for each study group and application time. The gel was applied to the samples by diffusion of filter discs and by direct application. After several tests, the ozonated gel at 24 hours showed the best results with inhibition halos of 40-45 mm. In conclusion, the Ozonized Aloe Vera gel is a product that demonstrated a high effectiveness when applied on *Enterococcus faecalis* to extract its greatest properties, it is necessary to dilute them in 70° alcohol and chloroform, so it presents a high level on the bacteria.

Keywords: Aloe Vera, ozone, *Enterococcus faecalis*, inhibition, alcohol 70°, chloroform.

INTRODUCCIÓN

Las afecciones dentarias son una preocupación para la humanidad, teniendo como consecuencia de estas la pérdida de piezas dentarias desde muy temprana edad, motivo por el cual el hombre buscó dar solución a dichas afecciones, con el pasar de los años muchos investigadores empezaron a darse cuenta que los causantes de las lesiones bucales son los malos cuidados de los pacientes sumados a la acción de los microorganismos presentes en la flora bucal normal, siendo unos microorganismos más resistentes que otros. En el presente trabajo se evaluará la efectividad del gel de aloe vera ozonizado sobre el *Enterococcus faecalis* mediante la medición del halo de inhibición del mismo.

Desde siempre se han utilizado las plantas para producir un medio de defensa contra las diferentes enfermedades, una de las plantas más resaltantes en el universo de plantas medicinales es el Aloe Vera, debido a sus propiedades viene siendo utilizada en el campo de la medicina en general y cada día se descubren más utilidades de ésta.

El ozono es una alternativa de tratamiento a las afecciones dentales, la cual por su alto poder antibacteriano, antiviral, antifúngico y antiparasitario nos permite tener una mayor certeza de acción a nivel de bucal, sin embargo, su alto poder destructivo hace que los cirujanos dentistas tengan mucho cuidado y la zona a tratar sea altamente aislada lo cual no siempre es posible debido a la incomodidad del paciente, el difícil acceso a algunas zonas de la cavidad bucal, etc.

Enterococcus faecalis es uno de los microorganismos más resistentes que se encuentran en la cavidad oral, asociado a las más peligrosas infecciones dentales, su alto poder bacteriano, sumado a su capacidad para vivir en las peores condiciones sin necesidad de alimento por periodos largos de tiempo hacen que combatirlo sea una tarea titánica para los cirujanos dentistas.

Las referencias favorables de la efectividad en tratamientos para aloe vera y para el ozono nos hacen pensar que la combinación de ambos puede ser ideal para su aplicación en zonas donde *Enterococcus faecalis* se vuelve sumamente resistente y difícil de eliminar.

Éste trabajo de investigación persigue evitar problemas futuros por acción de *Enterococcus faecalis*, evitando la acción de este, pero sin alterar el estado biológico normal de los pacientes.

Además, que este trabajo de investigación puede ser consultado por profesionales y estudiantes que busquen obtener nuevos conocimientos o que quieran estudios similares.

El propósito de este trabajo fue realizar un estudio microbiológico aplicando la combinación del gel de aloe vera ozonizado a diferentes tiempos sobre placas incubadas de *Enterococcus faecalis*, para luego evaluar su efectividad con el fin de encontrar una mejor técnica de tratamiento para las afecciones relacionadas con *Enterococcus faecalis*.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

1.1 Descripción del problema

La medicina complementaria desde épocas ancestrales ha sido alternativa de solución en los problemas de salud por sus efectos medicinales que producen dentro del organismo ya que las plantas contienen una variedad de sustancias químicas curativas; dentro de ellas el “Aloe Vera”, planta sésil oriunda del norte de África utilizada desde los años 1700 a.c. frecuentemente utilizada en el campo de la medicina por sus propiedades cicatrizantes, antiinflamatoria en mucosa oral, utilizada contra picaduras de insectos, quemaduras, heridas y por sus efectos regenerativos de las células epiteliales y sub epiteliales (1).

El gas ozono (O₃) es 1.5 veces más efectivo que el cloro al ser usado como agente antimicrobiano contra bacterias, virus, hongos y protozoos. También tiene la capacidad de estimular la circulación sanguínea y la respuesta inmune. Siendo indicado como tratamiento de 260 distintas patologías (2).

Enterococcus faecalis es uno de los microorganismos más resistentes que se encuentran en la cavidad oral y por ende en las diferentes patologías asociadas a ésta a tal punto que la probabilidad de que se encuentre E. faecalis en un diente endodonciado es nueve veces mayor que en un diente con infecciones primarias. Tiene una serie de atributos que le permiten sobrevivir, como la resistencia a los fármacos y la capacidad para formar biopelículas, invadir los túbulos dentinarios y soportar largos periodos de privación de nutrientes (3).

Tomando en cuenta las fortalezas del *Enterococcus faecalis* se necesita una medicación que reúna las propiedades antibacterianas necesarias para combatir esta bacteria, pero sin irritar ni dañar la zona a la cual se aplica, con estas consideraciones aplicar el gel de Aloe Vera ozonizado podría resultar una opción muy confiable debido a las características de ambos (4).

1.1.1 Enunciado del problema

Efectividad del gel de Aloe Vera ozonizado sobre la inhibición del crecimiento de *Enterococcus faecalis* según tiempo de aplicación.

1.1.2 Formulación del problema

¿Cuál será la efectividad del gel de Aloe Vera ozonizado sobre la inhibición del crecimiento de *Enterococcus faecalis* según tiempo de aplicación?

1.2 Antecedentes de investigación

1.2.1 Antecedentes internacionales

Sureshchandra B, Kumar A. (Orlando – 2011). Antibacterial efficacy of aloe vera extract on resistant antimicrobial strains in endodontics.

Se realizó un estudio aplicando el gel de Aloe Vera disuelto en: agua, alcohol, cloroformo, éter e hidróxido de calcio en una proporción de 1:5 sobre cultivos de *Enterococcus faecalis* y *Cándida albicans*, En este estudio in vitro, la zona media de inhibición con extracto de aloe vera y cloroformo frente a *Candida albicans* se encontró que era de 14 mm, contra *E.faecalis* era 9mm. La zona media de inhibición con extracto de aloe vera y alcohol contra *E. faecalis* se encontró que era de 12 mm (3).

Cachay R. (San Francisco - 1998) Tratamiento de la gingivitis con un preparado galénico en base a una planta medicinal Aloe Vera (Sábila).

Utilizo el método experimental, con el objetivo de conocer el efecto del preparado galénico en base de una planta medicinal áloe vera (sábila), utiliza una muestra de 50 pacientes de la clínica de periodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de las cuales 35 pacientes presentaban gingivitis marginal, 14 pacientes gingivitis difusa y 1 paciente gingivitis papilar. Todos los pacientes fueron sometidos a tratamiento mecánico de destartraje para eliminar los factores locales irritantes. En 45 pacientes se obtuvieron buenos resultados con la aplicación tópica del preparado galénico de Aloe Vera demostrando una eficacia antiinflamatoria principalmente en los casos de gingivitis marginal difusa y papilar tanto localizada como generalizada, aguda o crónica (5).

Dilip G, MDS Dilip G, MDS Bhat S, MDS Bhat I, MDS Beena A, PhD Beena A. (MéxicoD.F. - 2010) Aloe vera (Aloe barbadensis Miller) Aloe Vera Gel Dental Evaluación comparativa.

Este artículo revisa los usos de la planta y describe una investigación que, in vitro se comparó la eficacia antimicrobiana de aloe vera gel dentífrico con dos dentífricos disponibles en el mercado popular. Los resultados preliminares mostraron que el gel de aloe vera dental y los dentífricos fueron igualmente efectivos contra la *Candida albicans*, *Streptococcus mutans*, *Lactobacillus acidophilus*, *Enterococcus faecalis*, *Prevotella intermedia*, *Peptostreptococcus* y *anaerobius*. Aloe vera gel dentífrico demostrado mayor efecto antibacteriano contra *S. mitis* (6).

Gala-García A. (Minas Gerais - 2005) Avaliação antimicrobiana in vitro e da resposta do complexo dentinopulpar in vivo após capeamento direto com Aloe vera L.

Los resultados de la evaluación microbiológica demostraron que el liofilizado de Aloe vera fue eficaz contra diferentes microorganismos, entre ellos la cepa UFRJ de *S. mutans* y esta acción fue efectiva hasta 24 horas, el efecto antibacteriano descrito por Gala-García se debió al uso de toda la planta para elaborar el liofilizado de Aloe vera, lo cual puede garantizar una mayor concentración y la combinación de componentes con actividad antibacteriana presentes en diferentes estructuras de la misma. Por otra parte, el estudio de Gala García fue restringido a 24 horas sin demostrar que el efecto se mantenga por tiempos más prolongados lo cual podría incluir limitaciones en tal evaluación (7).

Wolfe B. (California - 2012) Aloe Vera Scientific Studies.

Evaluó diferentes concentraciones del cristal de Aloe vera contra microorganismos habitualmente encontrados en cavidad bucal involucrados en la producción de placa dental, entre los cuales se encuentra *S. mutans*, logrando demostrar según el autor efectos dramáticos del gel a concentraciones no menores del 70%. Es necesario señalar que, con la finalidad de estabilizar el gel de Aloe vera fueron utilizados antioxidantes y preservantes (8).

1.3 Justificación

Enterococcus faecalis es uno de los microorganismos más resistentes dentro de la cavidad oral y su eliminación ha resultado un verdadero dolor de cabeza para los odontólogos a través del tiempo, éste es el causante de un sinnúmero de fracasos en los tratamientos a nivel de la cavidad oral, necesitando agentes que sean capaces de luchar contra este microorganismo.

El ozono es una alternativa de tratamiento a nivel de la cavidad oral que resulta muy efectiva debido a su alto potencial antibacterial, antiviral, antifúngico, etc. Sin embargo, no sería coherente aplicarlo directamente sobre todas las superficies en las que lo necesitemos pues podría causar daños a nivel tisular, es por esto que buscar un agente que pueda trasladar las propiedades del O₃ sin dañar los tejidos resulta de mucha importancia y utilidad al momento de lidiar con el tratamiento de las patologías de la cavidad oral.

1.3.1 Justificación social

El principal beneficio de esta investigación es que al comprobarse la eficacia del gel de Aloe vera ozonizado, el odontólogo puede contar con un recurso más para obtener mejores resultados cuando realice los tratamientos lo que repercutirá en la mejora en la calidad de vida del paciente.

1.3.2 Justificación práctica

El gel de Aloe Vera ozonizado es un producto altamente efectivo por lo que su utilización ahorraría muchas sesiones en los diferentes tratamientos odontológicos a los cuales corresponda, además de asegurar el éxito al odontólogo frente a *Enterococcus faezalis*.

1.3.3 Justificación teórica

Debido a la nula investigación acerca de las propiedades del Gel de Aloe Vera Ozonizado, éste trabajo resulta útil para ampliar el universo en cuanto a la investigación de las propiedades y utilidad del mismo.

1.3.4 Justificación metodológica

El presente trabajo es la primera piedra para futuras investigaciones.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2.1. Marco teórico

2.1.1 Aloe Vera (Sábila)

La fitoterapia es una práctica médica ancestral que utiliza preparados a base de plantas en el tratamiento y prevención de enfermedades. Tal es así, que, en estas últimas décadas, el interés por los fármacos naturales y los avances en la medicina alternativa ha promovido el uso de diversas plantas como el Aloe vera. En este sentido, la Organización Mundial de la Salud (OMS) que vela por la calidad, seguridad y eficacia de los productos naturales, recomiendan convalidar científicamente la utilización de éstos (9). En 1936 se publica el primer artículo del uso medicinal del Aloe vera, planteándose su efectividad en la dermatitis post radiación (10). Desde entonces mediante modelos experimentales in vitro e in vivo se han evaluado las acciones farmacológicas antibacterianas, antiinflamatorias, analgésicas, antivirales, antifúngicas, antioxidantes, así como los efectos cicatrizantes, protectores gástricos, antineoplásicos, inmunomoduladores hipoglucemiantes y hepatoprotectores, entre otros (11).

De las hojas se obtiene un jugo de efecto catártico y estimulante, llamada también sábila, es la planta con más propiedades beneficiosas que hay aquí en la tierra (12).

Las investigaciones sobre Aloe vera en el área odontológica son escasas, no obstante, algunas investigaciones sobre su aplicación en Odontología abarcan la prevención y el tratamiento de patologías de carácter infeccioso, inflamatorio y cicatrizante principalmente (13), resaltando su efecto beneficioso en la enfermedad periodontal (14), así como en la prevención de la gingivitis y la caries dental (15). Adicionalmente, en las últimas décadas se destacan los trabajos en el área de la endodoncia y la patología bucal (16).

Aloe (del latín aloe, y éste del griego alóe), nombre común de las plantas del género Aloe, familia de las liliáceas, subfamilia Asfodeloides perteneciente a la liliáceas que comprende más de 200 especies. Es originaria de África Oriental y Meridional, presentan hojas largas y anchas en roseta y el escapo termina en una espiga de

flores rojas y blancas. Espontáneas en algunas regiones del globo, como Cabo de Buena Esperanza, India y la parte Meridional de España (12).

El Aloe vera L. es la especie más popular debido a su rápida multiplicación y propiedades medicinales. Presenta un tallo corto y una altura promedio de 50 a 70 cm en su madurez a los cuatro a cinco años (17).

Entre sus principales características tenemos (12):

- Es verdaderamente una planta milagrosa.
- Hay sólo de 7 a 9 plantas en el planeta contienen propiedades significativas cercanas al aloe vera.
- Se encuentra en los Climas Templados y Secos como: África, América, Australia y Europa.
- Hay más de 300 especies de esta planta que es de la familia de las liliáceas al igual que la cebolla, el ajo, los espárragos y los tulipanes.
- De color verde, con hojas que, al llegar a su maduración a partir del tercer y cuarto año, alcanzan de 70 a 80 cm. de largo, de 6 a 10 cm. de ancho y su peso va de 1 kg. a 2kg dentro de la hoja contiene una sustancia gelatinosa que se conoce como gel de aloe vera donde reside su maravilloso gran poder.
- La Ciencia le ha identificado de 70 a 80 componentes activos, pero en realidad contiene 282 componentes activos entre los que hay vitaminas – minerales – aminoácidos – enzimas – proteínas y carbohidratos. el proceso de estabilización de este gel es importante para mantener vivos todos sus componentes.
- La proporción es de 99,5% de pureza en el producto confiable, se toma en líquido y también tiene muchas aplicaciones en gel.
- Lo que hace esta planta no lo hace ninguna otra planta. Al beberla hace un considerable trabajo a nivel celular, barre, limpia y saca del cuerpo cualquier célula muerta desde la punta del cabello a la uña del pie. debemos saber que una célula muerta ocupa un espacio en el organismo que podría ocupar una célula viva, es por eso que es tan importante para el cuerpo físico.
- Es el regenerador celular de mayor poder dentro del reino vegetal e inhibidor de tumores, incluyendo los cancerosos, ya que bloquea la

irrigación de sangre a los tumores cancerosos, haciéndoles perder fuerza y volumen.

- Otra gran virtud es que si un paciente está tomando aloe vera diariamente las células vivas se ponen sensitivas para recibir la energía reiki y equilibrarse.
- El Aloe Vera es el mayor activador para la multiplicación celular, es por eso que, en quemaduras, cortes en la piel quedan cicatrizados como si nada hubiera pasado y queda la nueva piel como antes de accidente.
- Para las personas que les dan radiaciones o quimioterapia es recomendable que entre 12 y 24 horas antes del tratamiento, tomen 1 litro de aloe vera que es el único regenerador de células que puede evitar en cierto grado que se destruyan, que se “quemen” las células nuevas y las jóvenes. se puede evitar el daño de un 35 o 40% hasta un 90% de células dependiendo de la constitución física del paciente.
- Hay enfermedades para las cuales el aloe vera hace un trabajo decisivo como: en las personas con anemia ya que multiplica por un 300% la absorción de los alimentos. buena e imprescindible para el cáncer, síndrome de inmunodeficiencia humana (sida), hepatitis, enfermedades venéreas, problemas del aparato digestivo, óseo, respiratorio, quemadas, otras afecciones en la piel y muchas otras.
- El Efecto del Aloe Vera en el organismo puede llegar a durar 1 semana y si el cuerpo está desintoxicado más de 1 semana.
- Inhibe el dolor ya que es analgésico, actúa como anti-inflamatorio es muy bueno para la artritis, regenera los tejidos dañados tanto internos como úlceras intestinales como externos, tiene un gran efecto antibiótico siendo muy eficaz contra muchos microorganismos nocivos, da energía extra es por eso que es bueno para las mujeres que están en la menopausia o casos de fatiga crónica, es un limpiador de toxinas muy eficaz ya que ayuda al sistema urinario y al de sudoración a la eliminación de elementos tóxicos que podamos tener en el organismo, es uno de los agentes anticancerígenos más potentes de la naturaleza ya que estimula la producción de los macrófagos que son los glóbulos blancos especializados en destruir las células cancerosas, es un gran equilibrador del metabolismo es por eso que es muy bueno para las personas con exceso de peso o para las delgadas que no

llegan al peso promedio, se hace imprescindible para los diabéticos ya que ayuda a reducir los niveles de insulina recetada médicamente por su efecto equilibrador sanguíneo, también produce beneficios para los asmáticos y otros problemas pulmonares, etc.

- El Aloe Vera nos da la posibilidad de curación en un gran número de enfermedades que nos afectan, con esta planta natural traemos al organismo beneficios incalculables y equilibramos todo nuestro sistema inmunológico produciendo sanación y salud al cuerpo físico.

Partes del Aloe Vera (Sábila)

Sus hojas están compuestas por tres capas: una interna llamada "filete" gelatinosa, transparente, con matriz fibrosa conocida como cristal de zábila; una intermedia que contiene el látex o acíbar, savia amarilla amarga de olor penetrante que drena al cortar las hojas y una externa gruesa llamada corteza, conformada por clorénquima (18).

Composición Química

La composición química general del Aloe vera es (18):

- **Vitaminas:** A, C, E, B1, B2, B6 B12, ácido fólico y colina. 2.1.1.4.2.-
Minerales: Ca, Cr, Cu, Se, Mg, Mn, Na, K, P, Zn, Al, Ba, Sr y Fe.
- **Azúcares:** glucosa-6-fosfato, manosa-6-fosfato, fructosa, glucomananos como el acemanano, glicoproteína como el alprogen y el C-glucosil cromona, aloérido (manosa, glucosa arabinosa y galactosa).
- **Ácidos grasos (esteroides):** colesterol, campesterol, β -sisosterol y lupeol.
- **Aminoácidos:** 20 de los 22 aminoácidos del ser humano y 7 de los 8 aminoácidos esenciales
- **Hormonas:** auxinas y giberilinas.
- **Metabolitos secundarios:** lignina, saponinas, ácido salicílico y taninos.
- **Enzimas:** amilasa, lipasa, bradiquinasa, catalasa, peroxidasa y superóxido- dismutasa
- **Antraquinonas:** son compuestos fenólicos que se encuentran en el acíbar, con un efecto laxante potente; a bajas dosis ayudan a la absorción intestinal,

son potentes antimicrobianos, analgésicos, antioxidantes y reducen la formación de melanina, se clasifican en:

- ❖ **Derivados hidroxiantracénicos:** aloe emodina, 4-hidroxi aloina, antranol 5-hidroxi aloina, antraceno, aloinosinos A y B, aloina, barbaloina, aloe-emodina-9-antrona, isobarbaloin y ácido cinámico.
- ❖ **Derivados Cromónicos:** aloerrecinas A y E, isoaloerrecina D, 8C glucosil-7-O-metil-(S) aloesol, ácido crisofánico, 2-O feruloilaloesina, aloesina, ácido aloético, antrona-C-glucósidos C-glucosil cromona.
- ❖ **Derivados de Pirona:** aloeninas A y B (18).

No obstante, debe destacarse que la composición del Aloe vera varía según características del suelo, clima y edad de la planta al momento de la cosecha (19). Además, el gel es muy inestable, por lo que debe ser prontamente estabilizado, para asegurar la calidad y la cantidad de los principios activos (20). En este sentido, al analizar nueve productos comerciales de gel en polvo, se observó que solo tres tenían cantidades satisfactorias de acemanano, cuatro dieron un alto grado de degradación enzimática y fermentación bacteriana y uno tenía una alta concentración de glucosa libre y trazas de aloína (21).

Procesamiento

El procesamiento de Aloe vera se hace en frío, manual o mecánicamente. El fileteado tradicional a mano extrae el filete, lo tritura y estabiliza (20).

Recientes investigaciones, muestran métodos de extracción de antioxidantes que potencian el efecto de los mismos, pero por lo general se emplea el gel fresco o en polvo, de modo que los efectos farmacológicos son por acción sinérgica de varios compuestos. Los componentes del Aloe vera son más de 200 y aún no están todos identificados, por otra parte, son pocos los componentes aislados como el acemanano y los antineoplásicos como Aloe emodina (22). Asimismo, los compuestos metabólicos secundarios de interés medicinal de esta planta, fueron comparados cuantitativa y cualitativamente, a pesar de la falta de uniformidad en los modelos de investigación. Los flavonoides fueron el único grupo de metabolitos secundarios presentes en todas las investigaciones, variando en su concentración como principios activos (23).

Cosecha

La materia prima para la preparación del gel estabilizado se obtiene por completo de las hojas de las plantas maduras de aloe vera. La madurez se mide por los ingredientes activos presentes en la hoja. Una planta de dos años es por lo general inmadura, por lo tanto, las plantas que son de cuatro a cinco años de edad son las preferidas para asegurar la plena madurez y porque tienen hojas más anchas, son más fáciles de manejar y contener grandes cantidades de gel, un factor que reduce el porcentaje de gel pérdidas cuando gel se separa de la hoja (12).

Después de 4 años de crecimiento, la planta se puede cosechar 3 o 4 veces al año. En la recolección, se debe cortar la parte inferior (la más grande de las hojas, esto significa un promedio de 6 a 9 hojas por planta. Una hoja de buena calidad pesa entre 700 y 900 gramos cada una o preferiblemente más. La recolección es un proceso manual (12).

Procesamiento de las hojas

Es preferible que las hojas se procesen inmediatamente después del corte, porque la descomposición degradativa del gel comienza a partir de corte debido a las reacciones enzimáticas y la actividad de las bacterias normalmente presentes en las hojas. Después de que las hojas se cortan, se transportan, se lavan cuidadosamente con agua limpia y preferiblemente se empapan durante unos cinco minutos en un adecuado bactericida y fungicida no irritante para desinfectarlas (12).

Hay dos métodos básicos de tratamiento:

Procesamiento de la hoja entera, incluyendo la cáscara que contiene aloína y separación de la hoja del gel antes del procesamiento El método de hoja entera conduce a un producto de inaceptable acabado con un gel de baja calidad. En el método de separación se corta la parte inferior de la hoja, por lo que las hojas tienen la oportunidad de "sangrar". Esto da como resultado que la aloína salga de las hojas. La aloína se menciona como una sustancia picante del exterior de la planta. Esta es la parte de la planta conocida por su sabor amargo y su efecto laxante. Para obtener un buen producto, es importante que la aloína se mantenga fuera del gel final. Después de algún tiempo de filtración, el proceso continúa

cortando los bordes espinosos con un cuchillo afilado o bien con un instrumento tipo rallador (12).

Separación

Después del sangrado y del proceso de preparación, se separa el gel de la hoja.

En el proceso de fileteado manual, los bordes duros y la parte superior de las hojas se cortan. Posteriormente, la hoja se corta longitudinalmente. Cada mitad de hoja está compuesta por la piel y filete que contiene el gel. El filete se corta o se raspa de la hoja. El núcleo de la hoja sigue siendo un filete de aloe gel húmedo (12).

Posteriormente, el filete debe que ser moldeado para licuar el gel. Este método tiene sin embargo algunas desventajas importantes (12):

1. El método conlleva una mano de obra intensiva y tiene una velocidad de procesamiento baja.
2. El rendimiento por hoja es bajo a causa de la gran cantidad de restos de gel en la piel.
3. La calidad del producto final es baja, ya que, con esta metodología, es difícil conseguir gel cercano a la piel y lamentablemente este es el gel de más alta calidad.
4. El riesgo de contaminación del gel aloe por factores externos es alto, porque implica muchas operaciones manuales.

Procesamiento de Gel

Después de retirar el gel de las plantas, éste necesita filtrado, homogeneizado, pasteurizado y estabilizado. El gel se separa entonces de la hoja cortando cada extremo de la hoja y pasa bajo un rodillo para extraer el gel. El gel extruido se recoge después y grandes partículas extrañas, tales como la corteza de la hoja se separan. Las grandes partículas extrañas pueden ser extraídas haciendo pasar el gel a través de una serie de aberturas de tamaño para retener el tipo anterior de las partículas (12).

A través de estos los procesos, los cambios el gel cambia de un color transparente a un color miel marrón. El último paso es entonces la concentración del gel (12).

El proceso de cortar las hojas y el extracto de aloe final debe ser completado en un plazo máximo de 3 días. La pérdida de calidad en el proceso puede producirse de varias maneras. Las razones más importantes son la poca calidad de las hojas, un deficiente o lento procesamiento. En general, se deben seguir los siguientes (12):

- Extracción del aloe gel de las hojas.
- Filtración, homogeneización, pasteurización y estabilización del gel aloe extraído
- Concentración del gel aloe.

Estabilización a temperatura controlada

El gel de aloe vera se transfiere entonces a un recipiente de mezclado equipado para el control de temperatura y contiene un agitador para impartir cizalla para el gel (12).

Preferiblemente el recipiente de mezcla y equipos son de acero inoxidable para minimizar la contaminación del producto. Cizallamiento puede ser impartido al gel por cualquier medio adecuado tal como una bomba de acero inoxidable o de cizallamiento por un agitador de palas (12).

La función del alcohol cetílico es actuar como agente tenso activo no tóxico. Polvo de sorbitol se añade a la mezcla como un humectante y un inhibidor de molde. El benzoato de sodio se añade al gel y funciona como un agente antibacteriano útil en la preservación del carácter fresco del gel. Los tocoferoles son añadidos para estabilizar el color del gel. Cambios en el color del gel estabilizado puede ocurrir y aunque estos cambios de color no afectan a la eficacia terapéutica de preparaciones estabilizadas, que son indeseables porque psicológicamente un cambio de color durante el almacenamiento sugiere deterioro. En consecuencia, una cantidad suficiente de tocoferoles para inhibir tal cambio de color se puede añadir. La vitamina E es un tocoferol tal, y mezclas de alfa, beta, gamma y delta tocoferoles puede ser empleado (12).

Extracto de Aloe

Extracto de Aloe se cosecha a partir del gel de las hojas de Aloe Vera. Cuando este gel es procesado, sale un acuoso líquido claro de un color ámbar claro, es el extracto de aloe o jugo. Extracto de Aloe Vera puro consiste en un 95% de agua y 5% de

componentes activos, de los cuales los polisacáridos, determinan la calidad del extracto de Aloe. Cuanto más el extracto se ha concentrado y filtrado (eliminación del agua), mayor es el nivel de polisacáridos. La piel de las hojas de aloe contiene una sustancia muy distinta, la llamada aloína, amarga y de color amarillo. Antes de la producción final, la aloína, debe ser separada del gel de aloe (12).

La calidad y el porcentaje de extracto en el producto final son el factor decisivo para la eficacia de la Aloe Vera. La calidad del extracto se determina por la raza, las circunstancias de crecimiento (el clima, la cantidad de agua, fertilización), por el tiempo de cosecha, proceso de extracción y proceso de estabilización (12).

Acciones farmacológicas

De las múltiples acciones farmacológicas de esta planta, la antiinflamatoria, la antimicrobiana y la regeneradora de tejidos son de potencial aplicación en odontología. Las investigaciones al respecto, están orientadas con un enfoque académico-analítico que busca identificar individualmente los procesos y revelar las acciones bioquímicas y fisiológicas de los compuestos de esta planta, y con un enfoque clínico, que estudia sus interacciones.

- **La acción antiinflamatoria:** Ha sido investigada en modelos animales induciendo diferentes enfermedades, que al ser tratadas con Aloe vera, evidencian mejoría relacionada con los bajos niveles de óxido nítrico, del interferón (IFN- γ), de IL10 y de la proliferación de linfocito T, en la esclerosis múltiple (24); con la inhibición de las metaloproteinasas, del proceso oxidativo de los neutrófilos y de la migración transendotelial de los monocitos, en la artritis (25); con la disminución en la adhesión leucocitaria, en la interface endotelio- leucocito, por disminución de TNF- α , en la infección con *Helicobacter pylori* (26) y por inhibición de la interleuquina 1b y el TNF α cuya acción conduce a disfunción de múltiples órganos en la fase temprana de la sepsis polimicrobiana, además de atenuar la lactato deshidrogenasa, urea, creatinina y alanina transferrasa con aclaramiento de bacterias y mayor tasa de supervivencia de los animales donde se indujo la sepsis (27).
- **En relación a la acción regeneradora de tejidos:** el acemanano estimula la proliferación de fibroblastos gingivales, la expresión del factor 1

de crecimiento de queratocitos, el factor de crecimiento endotelio vascular (VEGF) y del colágeno tipo1, con un aceleramiento en la tasa de reepitelización (28), este efecto se produce tanto si se aplica en forma tópica en la herida como por ingesta (29); asimismo, promueve la formación de tejido óseo (13). Otros componentes de acción cicatrizante son la alantoína, que favorece la angiogénesis y reepitelización, los salicilatos que desbridan el tejido necrótico, la glucosa y manosa-6-fosfato por su efecto antiinflamatorio y antibacteriano. Este efecto regenerador de tejidos del acemanano, se demostró en cultivo de células gingivales humanas por pruebas bioquímicas e inmunoensayo y en modelo experimental animal por histopatología y evolución clínica (28). La primera publicación de aplicación de esta planta en cavidad bucal es de Mandeville, quien trata una ulcera post radiación de piso de boca y borde de lengua con acíbar fresco, obteniendo alivio del dolor y regeneración del tejido (10).

- **La acción antimicrobiana y su aplicación terapéutica del Aloe vera:** es efectiva contra *L. acidophilus* y *S. mutans* (responsable del desarrollo de caries dental y enfermedad periodontal), de la *Candida albicans*, y del *A. aggregatibacter*, *P. gingivalis* y *B. fragilis* causante de enfermedad periodontal (30), siendo más efectivo el extracto metanólico de corteza (31).

Tres son las acciones fundamentales del Aloe Vera que lo hacen aplicables en múltiples enfermedades (32):

a) Acción inmunoestimulante.

b) Cicatrizante.

c) Antiinflamatoria.

- **Uso Externo:** El Aloe actualmente es muy utilizada en el campo de la cosmetología para el cuidado de la piel en general, el cutis, las manos y el cuero cabelludo (32). Elimina la obstrucción de los poros gracias a las propiedades saponificadoras de la combinación de aminoácidos y polisacáridos que transforman los depósitos grasos que obstruyen los poros y conductos glandulares en sustancias jabonosas que se eliminan fácilmente mediante el aseo diario. Esta limpieza de los poros hace que se mantenga un

adecuado nivel de grasa, es conocida también por su poder astringente ya que limpia profundamente las tres capas de la piel (32).

Regula el PH gracias a su contenido de aminoácidos y otros elementos simples como el sodio, potasio, hierro, zinc, etc. Esto estimula la reproducción de las células epiteliales, normalizando el recambio de células viejas por otras nuevas y retrasando considerablemente su desgaste y envejecimiento (32).

Nutre las células epiteliales y subepiteliales mediante la absorción por ellas de las vitaminas A, B1, B2, B6, B12 y los azúcares vegetales que flexibilizan las fibras elásticas de la dermis, fortifican las fibras de colágeno y estimulan la reproducción de células epiteliales manteniendo la piel fresca y juvenil durante mucho más tiempo (32).

El Aloe se utiliza también en todo tipo de afecciones dérmicas, no solo como cosmético sino también como cicatrizante, antiséptico y antiinflamatorio, ya que sus nutrientes naturales ayudan a la regeneración de las células de todas las capas de la piel. Sus características bacterianas y regeneradoras lo convierten en un buen remedio en caso de granos, abscesos y forúnculos. El Aloe ha proporcionado excelentes resultados en el tratamiento de algunos tipos de herpes y puede reducir notablemente la duración del acné. Otras afecciones que pueden tratarse son verrugas, sabañones, eczemas, psoriasis, dermatitis seborreica, pie de atleta, micosis, callosidades y picaduras de insectos. En las quemaduras parece que detienen en poco tiempo el proceso de necrosis dando paso a la regeneración de tejidos y a la cicatrización, las cicatrices resultan mucho menos notorias y restablece la sensibilidad perdida. Alivia con rapidez el dolor en golpes, esguinces, luxaciones, dolores musculares, dolores artríticos y reumáticos, pueden ser empleadas también en pequeñas heridas, llagas, ulceraciones externas, escoriaciones y escaras por larga permanencia en cama (32).

- **Uso Interno:** El Aloe tiene un función reguladora de los distintos sistemas orgánicos: Cardíaco-Vascular por que regula el ritmo cardíaco y disminuye el riesgo a infarto, respiratorio porque es eficaz broncodilatador que facilita el intercambio gaseoso entre oxígeno y monóxido de carbono,

digestivo por que se usa para las afecciones bucales y estomacales evitando la acidez y úlceras estomacales y duodenales, enfermedades articulares como en el caso de la artritis, tendones y músculos en esguinces y afecciones musculares (32).

El efecto antiinflamatorio del Aloe Vera es sumamente eficaz porque su composición química contiene a la “barbaloína” que actúa inhibiendo la liberación de histamina, produciendo así, disminución de la permeabilidad vascular y por ende el edema. También contiene el Aloe, emedina la que actúa deprimiendo selectivamente la formación de tromboxano mediador químico de la inflamación, así como las antraquinonas y aloínas que actúan bloqueando la formación de prostaglandina por inhibición de la cadena de la enzima ciclooxigenasa. Además, tiene la capacidad de aumentar la función de los monocitos, rasgo importante en la defensa inmunológica en los procesos inflamatorios y promueve en forma muy activa los procesos de regeneración tisular reduciendo enormemente la actividad de células inflamadas dando lugar a la rápida resolución del proceso inflamatorio (32).

Su acción cicatrizante se debe a que contiene en su composición aminoácidos y proteínas que intervienen en la formación de la fibra colágena y a la vitamina C, que facilita y acelera la cicatrización de las heridas (32).

- **Aplicación en odontología:** Tomando en consideración los efectos antiinflamatorio, antimicrobiano y cicatrizante de tejidos del Aloe vera, su aplicación en odontología es muy amplia. La enfermedad periodontal y la caries dental, patologías multifactoriales de alta prevalencia a nivel mundial, tienen un componente infeccioso con destrucción de tejido, en tal sentido se ha demostrado el efecto regenerador del acemanano en tejidos blandos y duros.

Por otra parte, la cicatrización necesita ausencia de microorganismos por lo cual, el uso de esta planta, podría resolver de manera económica y relativamente segura patologías como la enfermedad periodontal, la pérdida del tejido dentinario, de tejido óseo post exodoncia y otras patologías (13).

En endodoncia la aplicación de Aloe vera liofilizado en dientes con exposición pulpar, produce regeneración del complejo pulpodentinario, demostrado por estudio histopatológico (33), lo mismo que con la aplicación de acemanano, donde además se ha demostrado ausencia de necrosis superficial (16).

Por otra parte, en la pulpectomia de dientes deciduos por aplicación de gel fresco, se ha evidenciado ausencia de dolor, movilidad e infección, además de integridad y vitalidad de la pulpa dentinaria corroborado por histopatología (34).

Este efecto regenerador, podría ser debido al estímulo de la proliferación de células primarias de la pulpa dentinaria, la proteína morfogenética ósea-2, la actividad de la fosfatasa alcalina, la diferenciación, la formación de la matriz extracelular y la mineralización. Ahora bien, el fracaso de endodoncia, se asocia a la contaminación con *Enterococcus faecalis*, una solución al 90% de Aloe vera fue eficiente en la descontaminación de conos de gutapercha (35). Tal es, que el Aloe vera se propone como medio de almacenamiento de conos de gutapercha, como medicamento intracanal y regenerador de tejido dentinario (35).

2.1.2 Ozono(O₃)

El Ozono (O₃) es un compuesto natural formado por tres átomos de oxígeno, tiene un peso molecular de 47.98 g/mol. Es un gas irritante, tóxico e inestable, y también muy reactivo. No puede ser almacenado y debe usarse de una vez ya que su vida media es de 40 min a 20° C.

Es el primer alótropo de un elemento químico identificado por la ciencia. Su descubrimiento se atribuye a los químicos Charles Fabry y Henri Buisson. En 1840, Christian Friedrich Schönbein lo denominó ozono, a partir del verbo griego ozein que significa tener olor, debido al olor que se percibe durante las tormentas eléctricas. En 1865, Jacques-Louis Soret determinó su fórmula, confirmada por Schönbein en 1867.

Estas especies reactivas del oxígeno pueden ser producidas naturalmente por rayos ultravioleta del sol, por fotodisociación del oxígeno molecular (O₂), o artificialmente con un generador de ozono.

El O₃ atmosférico es responsable de bloquear el paso de los rayos ultravioleta del sol y la oxidación de los contaminantes del aire. Este anión rápidamente se transforma a protonado, generando trióxido de hidrógeno (HO₃), que, luego, se descompone a un oxidante aún más potente: radical hidroxilo (OH).

Esta es la forma fundamental de oxígeno que ocurre naturalmente como resultado de energía o luz ultravioleta, causando una recombinación temporal de átomos de oxígeno en tríos. En el escenario clínico, el generador de ozono simula la luz a través de un campo de descarga eléctrica.

El gas ozono tiene un alto potencial de oxidación y es 1.5 veces más efectivo que el cloro al ser usado como agente antimicrobiano contra bacteria, virus, hongos y protozoos. También tiene la capacidad de estimular la circulación sanguínea y la respuesta inmune. El ozono se ha indicado como tratamiento de 260 distintas patologías (2).

En la sangre, el ozono se desintegra formando especies reactivas de oxígeno y productos de la oxidación lipídica que causa vasodilatación del endotelio y liberación de prostaciclina, interleuquina 8, óxido nítrico, factores de crecimiento derivado de las plaquetas y factor transformante de crecimiento β, que puede jugar un rol importante en la rápida cicatrización de las heridas (36).

Potencial antimicrobiano del ozono

La microbiología fiable y propiedades metabólicas del ozono, en cualquiera de las fases gaseosa o acuosa, lo convierten en un desinfectante útil con una amplia gama de actividades. El ozono, en la fase gaseosa o acuosa, ha demostrado ser un agente antimicrobiano de gran alcance y confiable contra las bacterias, hongos, protozoos y virus. Es generalmente aceptado que el potencial oxidante del ozono induce la destrucción de las paredes de las células y las membranas citoplasmáticas de las bacterias y hongos. Durante este proceso, el ozono ataca las glicoproteínas, glucolípidos, y otros aminoácidos e inhibe y bloquea el sistema de control enzimático de la célula. Esto resulta en un aumento de la permeabilidad de la membrana; el elemento clave de la viabilidad celular, conduciendo a la interrupción funcional inmediata. Entonces, las moléculas de ozono pueden fácilmente entrar en la célula causando la muerte de los microorganismos.

Además, el ozono puede atacar muchas biomoléculas, como la cisteína, metionina, histidina y los residuos de las proteínas. El ozono tiene un efecto muy perjudicial sobre las bacterias cariogénicas, resultando en la eliminación de bacterias acidógenicas. El ácido pirúvico es el ácido más fuerte que aparece naturalmente, producido por las bacterias durante la cariogénesis acidogénica. El ozono puede descarboxilar este ácido a ácido acético. Se ha demostrado que la remineralización de lesiones de caries incipientes puede ser fomentada con la producción de ácido acético, o de otros ácidos que se encuentran en reposo en la placa, amortiguadores de fluido de la placa (37).

Una gran propiedad del Ozono es la acción de desinfección con los microbios la cual se produce de la siguiente manera (38):

1. El ozono actúa sobre la pared o membrana de la célula produciendo una reacción del doble vínculo de los lípidos resultantes. Y las células se descomponen.
2. El ozono actúa sobre la superficie de la célula del microbio.
3. La encima del microbio se oxida.
4. Como que el ozono actúa sobre la pared de la célula la permeabilidad de la célula cambia.

Es más, la calidad de desinfección del ozono se explica a continuación: Aunque una célula puede ser desinfectada con bastante facilidad, sin embargo, el sporeoblast posee unas propiedades resistentes muy altas (38).

La bacteria de espora aeróbica se desinfecta más fácilmente que la bacteria de espora anaeróbica. La eficacia de la desinfección del microbio en el aire está influenciada por el tiempo de contacto, la concentración, la temperatura del aire, el pH y las sustancias orgánicas e inorgánicas (38).

La eficacia de la desinfección en una solución es la más fuerte frente a la bacteria del ácido láctico y por lo tanto también frente a la levadura de los hongos (38).

El poder de la desinfección aumenta con un pH bajo y con una temperatura del agua baja. La desinfección mediante ozono se denomina bacteriolisis. La acción de extinción del cloro se produce cuando se extiende por las paredes celulares e invade la enzima. En el caso del ozono es diferente, se destruye o descompone en las membranas celulares. Se prevén informes sobre experimentos de esterilización de

la bacteria en el agua. Por ejemplo, en el caso del bacilo del colón, aunque queda inactivo con una concentración de cloro de 0.1, 0.2 mg/L, sólo necesita una concentración de ozono de 0.02 0.042 mg/L para quedar inactivo. El ozono debido a 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 (38):

A) BACTERIAS (Efecto bactericida).

B) VIRUS (Efecto viricida)

C) HONGOS (Efecto fungicida).

D) ESPORAS (Efecto esporicida).

Mecanismo de Acción

El O₂ y el O₃ son muy inestables, pueden reaccionar con facilidad con otros componentes que se hallan naturalmente en la atmósfera terrestre (39).

Asimismo, cuando se reduce el oxígeno que se utiliza para oxidar moléculas ricas en carbono e hidrógeno y producir energía, se da lugar a radicales libres (RL) y/o especies reactivas del oxígeno (EROS), como el radical superóxido, el peróxido de hidrógeno y el radical hidroxilo que son responsables de su toxicidad (39).

Dentro de las ERO, los radicales libres son especies químicas, cargadas o no, que en su estructura atómica presentan un electrón desapareado o un electrón impar en el orbital externo, lo que les otorga una configuración espacial de gran inestabilidad. Poseen una reactividad elevada y una vida media muy corta, por lo que actúan muy cerca del sitio de formación. Al estar formados por las reacciones de oxidación, también aparecen en la cadena respiratoria y en la fosforilación oxidativa, donde producen daño celular al reaccionar con las biomoléculas del organismo. Sin embargo, durante mucho tiempo la aparición de estos radicales no se tomó en cuenta, dado que constituyen la parte integral del metabolismo normal del individuo. El ozono básicamente rompe la pared celular de la bacteria, destruyéndola (39).

Uso del ozono en odontología

En odontología, el Dr. E.A. Fisch (1899-1966) fue el primer odontólogo en utilizar el agua ozonizada en su práctica en Suiza. En cirugía dental, el agua ozonizada fue utilizada para promover la hemostasia, aumentar la oferta local de oxígeno, e inhibir la proliferación bacteriana. Teóricamente, el ozono puede reducir el recuento de bacterias en las lesiones de caries activa y por lo tanto, puede detener temporalmente la progresión de la caries, lo que resulta en la prevención o retraso de la necesidad de restauraciones dentales (38).

El uso del ozono se justifica como una nueva opción de irrigante con acción antibacteriana. Su efecto antibacteriano es resultado de la oxidación de los componentes celulares microbianos. El ozono es una forma de oxígeno altamente reactiva que se genera pasando al oxígeno por un alto voltaje (40).

La oxidación es la remoción de electrones de un átomo o molécula, reacción que libera energía. Muchas oxidaciones biológicas involucran la pérdida de átomos de hidrógeno (reacciones de deshidrogenación). El oxígeno es esencial para la supervivencia de células con metabolismo aeróbico, a pesar de que tiene un efecto muy tóxico en bacterias microaerófilas y anaeróbicas.

La respiración aerobia involucra sitios específicos de generación de ATP en la cadena de transporte de electrones vía fosforilación oxidativa, siendo que el aceptor final de electrones tiene oxígeno. A pesar de que las bacterias aeróbicas contienen varias enzimas que las protegen contra la toxicidad del oxígeno, las microaerófilas y anaerobias son no tienen estos mecanismos protectores. Los aceptores de electrones finales en la respiración anaerobia incluyen sustratos orgánicos (iones sulfato, nitrato y carbonato). El oxígeno no se usa en el proceso de fermentación; las bacterias anaerobias usan compuestos orgánicos como aceptores finales de oxígeno durante su metabolismo energético (40).

2.1.3 *Enterococcus faecalis*

El *E. faecalis* es un coco grampositivo anaerobio facultativo que se encuentra en el 30% a 90% de los dientes tratados endodóncicamente. La probabilidad de que se encuentre *E. faecalis* en un diente endodonciado es nueve veces mayor que en un diente con infecciones primarias. Los hongos de la especie *Cándida* sólo se encuentran en infecciones primarias de manera esporádica, pero en infecciones

persistentes o secundarias se encuentra en el 3%-18% (41). Para sobrevivir y poder ser detectadas en una muestra post-tratamiento, las bacterias deben resistir o escapar a los procedimientos de desinfección, y adaptarse rápidamente al ambiente alterado por los procedimientos del tratamiento (41).

Tanto *E. faecalis* como *C. albicans* tienen una serie de atributos que les permiten sobrevivir en los conductos tratados, como la resistencia a los fármacos intraconducto (Hidróxido de Calcio), y la capacidad para formar biopelículas, invadir los túbulos dentinarios y soportar largos periodos de privación de nutrientes (41). También pueden encontrarse en este tipo de infecciones bacterias del género *Streptococcus* y algunos anaerobios frecuentes en infecciones primarias como *P. alactolyticus*, *P. propionicum*, *F. alocis*, *T. forsythia*, *D. pneumosintes* y *D. invisus* (41). En el estudio de Rôças y cols (2008) se evaluó la presencia de microorganismos en dientes tratados endodónticamente, con periodontitis apical post tratamiento. A través de PCR se determina la presencia de *E. faecalis* en el 47% de los casos, y de *C. albicans* en el 6%. Las otras especies que se encontraron en mayor número fueron *Streptococcus* (47%), *Lactobacillus* (35%), *Dialister invisus* (29%), *Eubacterium infirmum* (29%), *Prevotella intermedia* (29%), *Selenomonas sputigena* (29%), *Synergistes oral* clon BA121 (29%), y *Treponema denticola* (29%). No está bien establecido si las bacterias presentes en los dientes tratados endodónticamente con mantención de la enfermedad post-tratamiento son remanentes del tratamiento previo (infección persistente) o son una consecuencia de una re- infección (infección secundaria).

Si la infección secundaria causada por la infiltración secundaria fuera una causa importante, las tasas de fracaso deberían ser similares para dientes tratados con pulpa vital, necrosis o retratamientos, pero no es así. Pero esto no significa que un buen sellado coronario no sea fundamental para el tratamiento endodóntico ya que la infiltración coronal si puede ser una causa de fracaso (41). Para poder determinar la causa de infección post-tratamiento, deben determinarse primero los microorganismos presentes en el momento de la obturación radicular.

Medios de Cultivo para *Enterococcus faecalis*

Agar Mueller Hinton

Este medio de cultivo ha sido recomendado universalmente para la prueba de sensibilidad a los antimicrobianos. Además, es útil con el agregado de sangre para el cultivo y aislamiento de microorganismos nutricionalmente exigentes.

Fórmula por litro de agua purificada

1. Extracto de carne bovina 2,0 g
2. Hidrolizado ácido de caseína 17,5
3. Almidón 1,5

pH 7,3 ± 0,2

2.2 Hipótesis

El gel de Aloe Vera ozonizado es efectivo sobre la inhibición del crecimiento del *Enterococcus faecalis* según tiempo de aplicación.

2.3 Objetivos de estudio

2.2.1 Objetivo general

- Determinar la efectividad del gel de Aloe Vera ozonizado sobre la inhibición del crecimiento de *Enterococcus faecalis* según tiempo de aplicación.

2.2.1 Objetivos específicos

- Determinar la efectividad del Gel de Aloe Vera sobre la inhibición del crecimiento de *Enterococcus faecalis* después de la aplicación de ozono durante 30 y 60 minutos.
- Determinar la efectividad del Gel de Aloe Vera sobre la inhibición del crecimiento de *Enterococcus faecalis* después de la aplicación de ozono durante 2, 3, 4 horas.
- Determinar la efectividad del Gel de Aloe Vera sobre la inhibición del crecimiento de *Enterococcus faecalis* después de la aplicación de ozono durante 12 y 24 horas.

- Comparar la efectividad del Gel de Aloe Vera con el grupo control sobre la inhibición del crecimiento de *Enterococcus faecalis* después de la aplicación de ozono durante 30 y 60 minutos.
- Comparar la efectividad del Gel de Aloe Vera con el grupo control sobre la inhibición del crecimiento de *Enterococcus faecalis* después de la aplicación de ozono durante 2, 3, 4 horas.
- Comparar la efectividad del Gel de Aloe Vera con el grupo control sobre la inhibición del crecimiento de *Enterococcus faecalis* después de la aplicación de ozono durante 12 y 24 horas.

CAPÍTULO III

UTILIDAD DE LOS RESULTADOS, MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Tipo de investigación

- **Cuasi experimental:** Debido a que se utilizará un grupo de prueba y un grupo control, los microorganismos serán seleccionados al azar, pero no se aplicará a una población mayor.
- **Longitudinal:** Debido a que se observan los resultados a futuro y se realizarán varias mediciones.
- **Aplicativo:** Porque se utilizarán los métodos de investigación necesarios para llegar a un resultado final.

3.2 Población y muestra de la investigación

3.2.1 Población

La población son los microorganismos de *Enterococcus faecalis* obtenidos.

3.2.2 Muestra

La muestra serán las placas Petri incubadas con *Enterococcus faecalis*, a razón de 35 placas Petri por cada grupo de estudio y tiempo de aplicación, siendo un total de 210 placas.

3.2.3 Tipo de muestreo

El tipo de muestreo es no probabilístico debido a que se utilizaron muestras de *Enterococcus faecalis* y éstas fueron separadas y estudiadas bajo una hipótesis, para al final llegar a una conclusión.

3.3 Criterios de selección

3.3.1 Criterios de inclusión

- Cepas de *Enterococcus faecalis* que no hayan sufrido exposiciones a medios que pudieran alterar su reacción frente al gel de Aloe Vera ozonizado.
- Cepas de *Enterococcus faecalis* que estén en estado activo.

3.3.2 Criterios de exclusión

- Cepas de *Enterococcus faecalis* que hayan sufrido exposiciones a medios que pudieran alterar su reacción frente al gel de Aloe Vera ozonizado.
- Cepas de *Enterococcus faecalis* que no estén en estado activo.

3.4 Variables

V. Independiente: Gel de Aloe Vera ozonizado.

V. Dependiente: Inhibición del crecimiento de *Enterococcus faecalis*.

3.5 Operacionalización de variables

VARIABLE	NATURALEZA	DIMENSIÓN	CATEGORÍAS	ESCALA
<p>V. Independientes</p> <p>- Gel de Aloe Vera Ozonizado.</p>	Cualitativa	Aplicación de ozono sobre el gel de Aloe Vera a los 30 minutos, 60 minutos, 2 horas, 3 horas, 4 horas, 12 horas, 24 horas.	Si No	Nominal dicotómica
<p>V. Dependientes</p> <p>- Inhibición del crecimiento de <i>Enterococcus faecalis</i>.</p>	Cualitativa	Halo de inhibición.	Sensible (S) Intermedio(I) Resistente (R)	ordinal

3.6 Instrumentos, técnica y procedimientos

3.6.1 Técnica:

Observación

3.5.2 Instrumento

Se utilizará una ficha de recolección de resultados, en la cual se plasmarán los resultados obtenidos en cada momento de la investigación, para tomar un modelo de esta ficha de recolección de datos se recogerá la utilizada en la investigación de Sureshchandra B, Kumar A. (2011) la cual está directamente relacionada con el trabajo (Anexo 1).

3.5.3 Procedimientos

Obtención del Gel de Aloe Vera

Para la obtención del Gel de Aloe vera se hizo al frío, de manera manual. Extrayendo a mano el filete, triturándolo y estabilizándolo.

Cosecha

La materia prima se obtuvo por completo de las hojas de las plantas maduras de aloe vera, para asegurar una obtención de gel maduro se contó con plantas que son de cuatro a cinco años de edad para asegurar la plena madurez y porque tienen hojas más anchas, son más fáciles de manejar y contienen grandes cantidades de gel.

Cada hoja de buena calidad pesa entre 700 y 900 gramos o preferiblemente más. La recolección es un proceso manual.

Debido a no contar con un almacén adecuado para la recolección de la planta, se tomó como distribuidor de la planta al Sr. Ricardo Montalvo Ccusi, natural de Cuzco, el cual se dedica al cultivo, cosecha y venta de la planta a nivel nacional, muy reconocido entre la población por la calidad de la planta que él expende a través de su tienda de medicina naturista “Cuerpo Sano en Mundo Sano”. (Anexo 2).

Procesamiento de las hojas

Las hojas se procesaron después de 12 horas del corte, para evitar la descomposición degradativa del gel que comienza a partir de corte.

Después de obtener las hojas, se transportaron cuidando que no se contamine con ningún agente que altere su composición, se lavan cuidadosamente con agua limpia hervida y se empaparon durante cinco minutos en un adecuado bactericida y fungicida no irritante para desinfectarlas, en este caso Hipoclorito de Sodio al 0.5% tomando en cuenta la referencia de Marquez R. Obtención de Gel de Aloe Vera. Micr. (12).

Para el depósito a utilizar en el sangrado de la planta se tomó un balde de plástico el cual fue lavado con detergente y escobilla para eliminar el contenido anterior, luego de esto se procedió a desinfectar el mencionado depósito con hipoclorito de sodio al 2% durante 30 minutos asegurándonos así que ninguna bacteria externa pueda alterar la acción de la planta. Luego se lavó el recipiente con agua hervida y se hizo secar.

Al tener ambos componentes, las hojas de aloe vera y el recipiente, limpios y libres de agentes externos que pudieran alterar su composición se procedió a llenar el recipiente con agua en la cantidad de 12 litros para introducir 6 hojas de aloe vera, el procedimiento se repitió para todas las demás hojas.

Mediante el método de separación, se cortó la parte inferior y las partes laterales de la hoja con un cuchillo afilado, por lo que las hojas tienen la oportunidad de "sangrar" durante 24 horas. Esto da como resultado que la aloína salga de las hojas. Para obtener un buen producto, es importante que la aloína se mantenga fuera del gel final.

Separación

Después del sangrado y del proceso de preparación, procedimos a separar el gel de la hoja.

La hoja se cortó longitudinalmente teniendo mucho cuidado y haciéndolo de manera que ambos lados de la hoja queden lo más paralelos posible. El filete de gel se separó de la hoja cuidando de obtener solamente el gel. El núcleo de la hoja sigue siendo un filete de aloe gel húmedo.

Posteriormente, el filete fue moldeado en pequeños cubos de 3cm³.

Una vez moldeado el gel, se procedió a licuarlo a razón de 1/2 litro de gel por licuado durante 10 minutos para así obtener un gel de consistencia uniforme y manipulable.

Procesamiento de Gel

Una vez obtenido un gel de manera uniforme se procedió a filtrarlo con la ayuda de una gasa para quirófano (ésta debido a su consistencia y forma), se colocó el gel sobre la gasa y con la ayuda de las manos se procedió a ejercer presión sobre ésta para finalmente depositarla sobre un recipiente desinfectado. Una vez filtrado todo el gel podemos ya envasarlo en una botella de plástico de manera homogénea.

La concentración interna del gel puede ser conservada en un medio refrigerante (refrigeradora común a 2°C) para su almacenamiento hasta llevarlo al ozonizado.

Ozonizado del Gel de Aloe Vera

Una vez obtenido el gel de Aloe Vera se procedió a su ozonización, para lo cual se siguieron los siguientes pasos:

- a. Se depositó el gel de Aloe Vera en un recipiente de plástico (botella). Este recipiente fue lavado previamente con agua hervida y detergente para eliminar cualquier contenido anterior que hubiera podido tener.
- b. Se verificó que el recipiente no tuviera fugas ni lugares por el cual pueda entrar o salir cualquier cosa que pueda alterar el ozonizado del gel.
- c. Se calibró el ozonizador y el nivel de oxígeno (O₂), para esto se toman los patrones de ozonización indicados por el fabricante para líquidos y geles, los cuales por ser los más cercanos al gel son utilizados de manera confiable, es decir se utilizó una potencia 6 a 60 mcg/ml de ozono con una salida de O₂ de 1/2 con lo que obtenemos un nivel de 13mcg/ml de ozono concentrado dentro del gel.
- d. Luego se procedió a almacenar el gel a los tiempos requeridos para su posterior traslado al laboratorio.

Dilución del Gel de Aloe Vera en Alcohol de 70° y Cloroformo

Para la dilución del Gel de Aloe Vera se tomó la relación 1:5 entre el gel de Aloe Vera Ozonizado y el Alcohol de 70°, éste se realizó para cada muestra de gel de acuerdo a la referencia de Sureshchandra B, Kumar A. Antibacterial efficacy of aloe vera extract on resistant antimicrobial strains in endodontics. ENDODONTOLOGY. 2011 (3)

Se colocó en un matraz ambos componentes para luego de tener la relación adecuada, la cual fue calibrada con una pipeta, agitar suavemente hasta llegar a observar la mezcla total de dichos componentes.

Para la dilución del Gel de Aloe Vera se tomó la relación 1:5 entre el gel de Aloe Vera Ozonizado y el Cloroformo, éste se realizó para cada muestra de gel. Sureshchandra B, Kumar A. Antibacterial efficacy of aloe vera extract on resistant antimicrobial strains in endodontics. ENDODONTOLOGY. 2011 (3).

Se colocó en un matraz ambos componentes para luego de tener la relación adecuada, la cual fue calibrada con una pipeta, agitar suavemente hasta llegar a observar la mezcla total de dichos componentes.

Obtención de la cepa de *Enterococcus faecalis*

Para la obtención de la cepa de *Enterococcus faecalis* se contó con el respaldo del laboratorio el cual se encargó de diferenciar y garantizar la calidad de la cepa para ser estudiada.

Incubación de la cepa de *Enterococcus faecalis*

Para la incubación del *Enterococcus faecalis* se utilizó el Agar Mueller Hinton, el cual fue preparado de acuerdo a los procedimientos indicados por el fabricante.

Con una torula de algodón se procedió a esparcir en tres direcciones, toda la placa teniendo mucho cuidado de abarcar la totalidad de ésta de manera uniforme.

Dando giros de 60° durante no más de 5 minutos en cada caso se procedió a cerrar las placas petry y pasar a la incubación.

Se procedió a la incubación controlando que la temperatura sea constante a 37°C durante 24 horas.

Aplicación del Gel de Aloe Vera sobre Enterococcus faecalis:

Una vez incubadas las cepas de Enterococcus faecalis y obtenido el gel para su aplicación se procedió al desarrollo de la aplicación propiamente dicha.

Para la aplicación del gel de Aloe Vera se utilizó dos métodos:

Por difusión en discos de filtro:

- a. Se cortaron pequeños círculos de papel filtro con la ayuda de un perforador.
- b. Se empapó cada disco con las muestras del Gel de Aloe Vera Ozonizado en los diferentes tiempos de aplicación.
- c. Se procedió a colocar los discos en el centro de la zona a evaluar dentro de la placa petry.
- d. Una vez hecho este procedimiento se regresaron las placas petry a la incubadora.

Por aplicación directa:

- a. En cada placa petry se procedió a formar un círculo interno con la ayuda de un saca bocados a razón de 5mm de diámetro.
- b. Se tomó 50mcl de cada muestra del gel y se colocaron dentro del círculo en cada zona de la placa a la cual corresponda.
- c. Una vez hecho este procedimiento se regresaron las placas petry a la incubadora.

Consideraciones Éticas:

Las consideraciones éticas fueron tomadas:

Al Mg. Freddy Ortega Cruz, jefe de laboratorio de ozonización “OZONEMED” ubicado en el segundo piso en la Av. La Torre 389, único centro autorizado en la región de Puno para la elaboración, procesamiento y utilización de Ozono, avalado por la Sociedad Peruana de Investigadores Médicos en el Procesamiento de Ozono.

Al Blgo. Herbert Larry Flores Reátegui, jefe del laboratorio de investigación, análisis y diagnóstico clínico ORION, ubicado en el Jr. Lima 208, segundo piso, oficina 09.

3.6.5 Diseño y Análisis Estadístico

El análisis estadístico es no paramétrico debido a que las pruebas y modelos estadísticos no se ajustan a los llamados criterios paramétricos. Su distribución no fue definida a priori, pues los datos observados la determinan, para realizar éste análisis se considerará la Prueba U de Mann Whitney y para comparar los tiempos de aplicación se usará la Prueba de Wilcoxon, pues las observaciones de ambos grupos son independientes, las observaciones son variables ordinales o continuas, bajo la hipótesis nula, la distribución de partida de ambos grupos es la misma y, bajo la hipótesis alternativa, los valores de una de las muestras tienden a exceder a los de la otra: $P(X > Y) + 0.05 P(X = Y) > 0.05$.

CAPÍTULO IV

ÁREA DE INVESTIGACIÓN Y RESULTADOS

4.1 Ámbito de estudio

General:

Puno es una ciudad del sureste del Perú, capital del departamento de Puno, provincia y distrito homónimos, está ubicada entre las coordenadas geográficas 15°50'15"S 70°01'18"O.

La ciudad de Puno según el Instituto Nacional de Estadística e Informática es la vigésima ciudad más poblada del Perú y alberga en el año 2007 una población de 119,116 habitantes.

Su extensión abarca desde la Isla Esteves al noroeste, el centro poblado de Alto Puno al norte y se extiende hasta el centro poblado de Jaillihuaya al sur, el espacio físico está comprendido desde la orilla oeste del lago Titicaca, en la bahía interior de Puno (antes Paucarcolla), sobre una superficie ligeramente ondulada, rodeada por cerros, oscilando entre los 3810 a 4050 msnm (entre las orillas del lago y las partes más altas). Puno es una de las ciudades más altas del Perú y la quinta del mundo. Actualmente tiene una extensión de 1.566,64 ha, la cual representa el 0,24% del territorio de la provincia de Puno.

Específico:

Laboratorio de ozonización "OZONEMED" ubicado en el segundo piso en la Av. La Torre 389, único centro autorizado en la región de Puno para la elaboración, procesamiento y utilización de Ozono, avalado por la Sociedad Peruana de Investigadores Médicos en el Procesamiento de Ozono. (ANEXO 3).

Laboratorio de investigación, análisis y diagnóstico clínico ORION, ubicado en el Jr. Lima 208, segundo piso, oficina 09. (ANEXO 4).

Resultados

Tabla 1

Comparación de la Efectividad del ozonizado sobre el gel de Aloe Vera durante 30 minutos, 60 minutos, 2 horas

	Concentración de Ozono	Presión de Oxígeno	Tiempo de ozonización	Reacción de Ozonizado	Cantidad	%
Gel de Aloe Vera	60 mcg/ml	1/2	30 min.	Si	200ml	100%
Gel de Aloe Vera	60 mcg/ml	1/2	60 min.	Si	200ml	100%
Gel de Aloe Vera	60 mcg/ml	1/2	2 horas.	Si	200ml	100%

La comparación de la Efectividad del ozonizado sobre el gel de Aloe Vera durante diferentes tiempos de aplicación nos demuestra que el gel de Aloe Vera no presenta ningún inconveniente para ser sometido al ozono aceptándolo en el 100% de los casos sin ningún inconveniente.

Figura 1

Representación esquemática de la comparación de la efectividad del ozono sobre el gel de aloe vera durante 30 minutos, 60 minutos, 2 horas

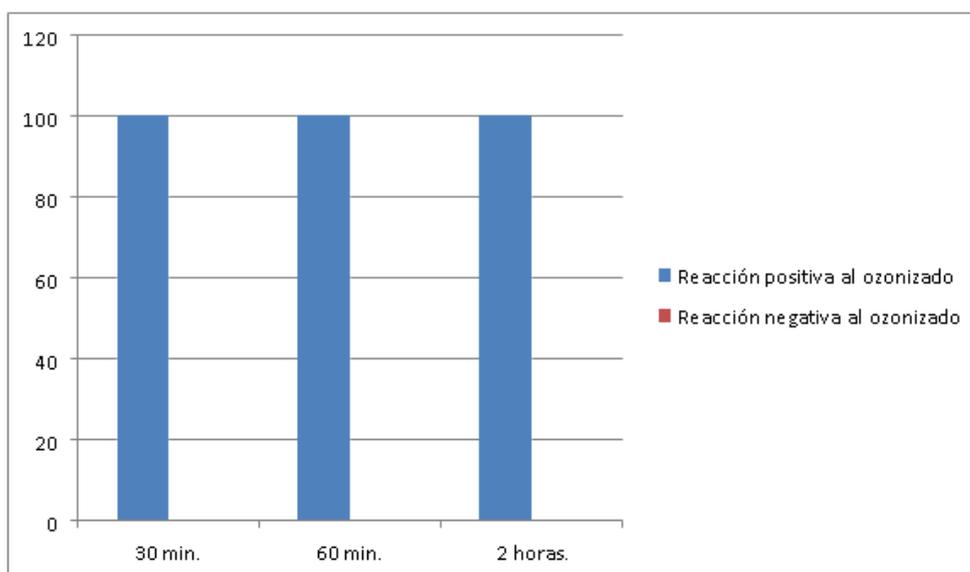


Tabla 2

Comparación de la Efectividad del ozonizado sobre el gel de Aloe Vera durante 3 horas, 4 horas, 12 horas, 24 horas

	Concentración de Ozono	Presión de Oxígeno	Tiempo de ozonización	Reacción de Ozonizado	Cantidad	%
	60 mcg/ml	1/2	3 horas	Si	200ml	100%
Gel de Aloe Vera	60 mcg/ml	1/2	4 horas	Si	200ml	100%
	60 mcg/ml	1/2	12 horas	Si	200ml	100%
	60 mg/ml	1/2	24 horas	Si	200ml	100%

La comparación de la Efectividad del ozonizado sobre el gel de Aloe Vera durante diferentes tiempos de aplicación nos demuestra que el gel de Aloe Vera no presenta ningún inconveniente para ser sometido al ozono aceptándolo en el 100% de los casos sin ningún inconveniente.

Figura 2

Representación esquemática de la comparación de la efectividad del ozono sobre el gel de aloe vera durante 3 horas, 4 horas, 12 horas, 24 horas

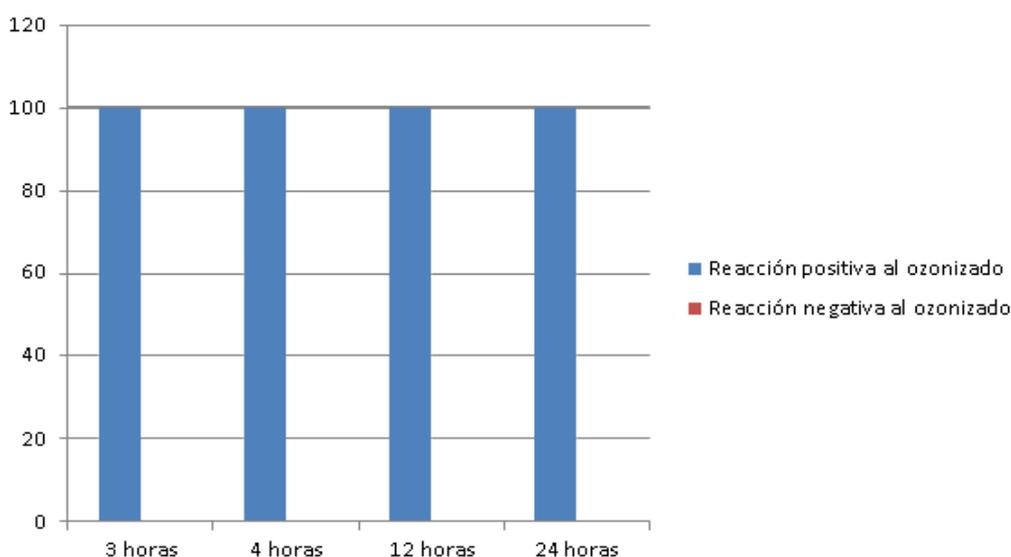


Tabla 3

Estudio de variables continuas de orden cuantitativo para la efectividad del halo de inhibición del aloe vera ozonizado 4 horas, diluido en formocresol sobre enterococcus faecalis mediante aplicación directa

NUMERO DE INTERVALOS	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR	X_i	f_i	f_r	$f\%$	$F_i(-)$	$Fr(-)$	$F\%(-)$	$F_i(+)$	$Fr(+)$	$F\%(+)$
1	34	35	34.5	1	0.0285	2.85%	1	0.0285	2.85%	35	1	100%
2	35	36	35.5	30	0.8571	85.71%	31	0.8857	88.57%	34	0.9714	97.14%
3	36	37	36.5	4	0.1142	11.42%	35	1	100%	4	0.1142	11.42%

La presente tabla nos muestra el halo de inhibición que forma el gel de Aloe Vera ozonizado durante 4 horas y diluido en formocresol sobre *Enterococcus faecalis* utilizando la técnica de aplicación directa, podemos observar que:

El primer intervalo nos muestra que 1 placas petry mostró un halo de inhibición entre 34mm a 35mm (que en promedio es 34.5mm), estas placas petry representan un 0.0285 de proporción y es un 2.85% del total. Fue 1 placa petry que tuvo un halo de inhibición entre 34mm a 35mm, que también representan un 0.0285 de proporción y es un 2.85% del total, hubo 35 placas petry entre 34mm a 37mm de halo de inhibición que representan la unidad proporcional y son el 100% del total

El segundo intervalo nos muestra que 30 placas petry mostraron un halo de inhibición entre 35mm a 36mm (que en promedio es 35.5mm), éstas 30 placas petry representan un 0.8571 de proporción y son un 85.71% del total. Fueron 31 placas petry que tuvieron un halo de inhibición entre 34mm a 36mm, que representan un 0.8857 de proporción y son un 88.57% del total, hubo 34 placas petry entre 35mm a 37mm de halo de inhibición que representan el 0.9714 de proporción y son el 97.14% del total.

El tercer intervalo nos muestra que 4 placas petry mostraron un halo de inhibición entre 36mm a 37mm (que en promedio es 36.5mm), éstas 4 placas petry representan un 0.1142 de proporción y son un 11.42% del total. Fueron 35 placas petry que tuvieron un halo de inhibición entre 34mm a 37mm, que representan la unidad de proporción y son el 100% del total, hubo 4 placas petry entre 36mm a 37mm de halo de inhibición que representan el 0.1142 de proporción y son el 11.42% del total.

Los resultados demuestran que la Prueba U de Mann Whitney, determina asociación significativa ($p= 16.5$), que comparado a los valores establecidos para ($\alpha = 0.05$) nos revelan un nivel significativo. Observándose que el gel de aloe vera ozonizado 4 horas si tiene un efecto inhibitorio sobre *Enterococcus faecalis* lo que significa ser más vulnerable.

Figura 3

Representación esquemática del estudio de variables continuas de orden cuantitativo para la efectividad del halo de inhibición del aloe vera ozonizado 4 horas y diluido en formocresol sobre enterococcus faecalis mediante aplicación directa

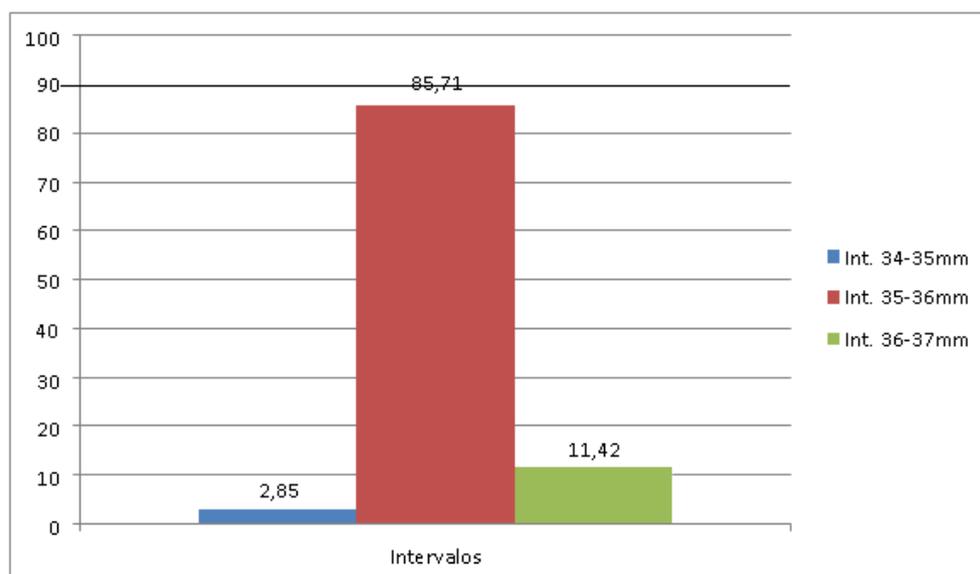


Tabla 4

Estudio de variables continuas de orden cuantitativo para la efectividad del halo de inhibición del aloe vera ozonizado 12 horas, diluído en formocresol sobre enterococcus faecalis mediante aplicación directa

NUMERO DE INTERVALOS	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR	X_i	f_i	f_r	$f\%$	$F_i(-)$	$Fr(-)$	$F\%(-)$	$F_i(+)$	$Fr(+)$	$F\%(+)$
1	38	39	38.5	5	0.1428	14.28%	5	0.1428	14.28%	35	1	100%
2	39	40	39.5	4	0.1142	11.42%	9	0.2571	25.71%	30	0.8571	85.71%
3	40	41	40.5	26	0.7428	74.28%	35	1	100%	26	0.7428	74.28%

La presente tabla nos muestra el halo de inhibición que forma el gel de Aloe Vera ozonizado durante 12 horas y diluido en formocresol sobre *Enterococcus faecalis* utilizando la técnica de aplicación directa diluido en formocresol, podemos observar que: El primer intervalo nos muestra que 5 placas petry mostraron un halo de inhibición entre 38mm a 39mm (que en promedio es 38.5mm), estas placas petry representan un 0.1428 de proporción y es un 14.28% del total. Fueron 5 placas petry que tuvieron un halo de inhibición entre 38mm a 39mm, que también representan un 0.1428 de proporción y es un 14.28% del total, hubo 35 placas petry entre 38mm a 41mm de halo de inhibición que representan la unidad proporcional y son el 100% del total.

El segundo intervalo nos muestra que 4 placas petry mostraron un halo de inhibición entre 39mm a 40mm (que en promedio es 39.5mm), éstas 4 placas petry representan un 0.1142 de proporción y son un 11.42% del total. Fueron 9 placas petry que tuvieron un halo de inhibición entre 38mm a 40mm, que representan un 0.2571 de proporción y son un 25.71% del total, hubo 30 placas petry entre 39mm a 41mm de halo de inhibición que representan el 0.8571 de proporción y son el 85.71% del total.

El tercer intervalo nos muestra que 26 placas petry mostraron un halo de inhibición entre 40mm a 41mm (que en promedio es 40.5mm), éstas 26 placas petry representan un 0.7428 de proporción y son un 74.28% del total. Fueron 35 placas petry que tuvieron un halo de inhibición entre 38mm a 41mm, que representan la unidad de proporción y son el 100% del total, hubo 26 placas petry entre 40mm a 41mm de halo de inhibición que representan el 0.7428 de proporción y son el 74.28% del total.

Los resultados demuestran que la Prueba U de Mann Whitney, determina asociación significativa ($p = 17.5$), que comparado a los valores establecidos para ($\alpha = 0.05$) nos revelan un nivel significativo. Observándose que el gel de aloe vera ozonizado 12 horas si tiene un efecto inhibitorio sobre *Enterococcus faecalis* lo que significa ser más vulnerable.

Figura 4

Representación esquemática del estudio de variables continuas de orden cuantitativo para la efectividad del halo de inhibición del aloe vera ozonizado 12 horas y diluido en formocresol sobre enterococcus faecalis mediante aplicación directa

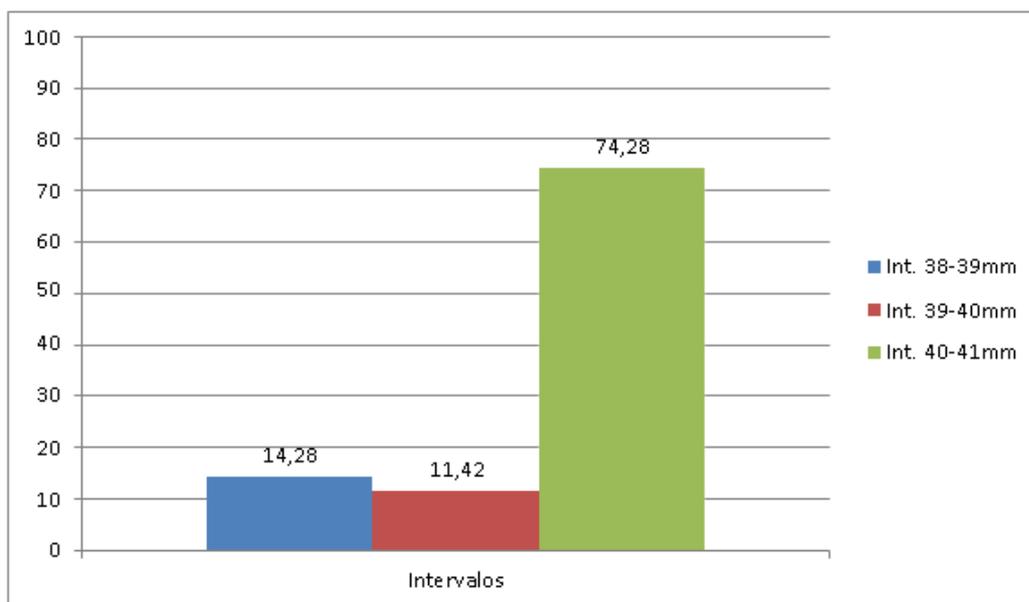


Tabla 5

Estudio de variables continuas de orden cuantitativo para la efectividad del halo de inhibición del aloe vera ozonizado 24 horas, diluido en formocresol sobre enterococcus faecalis mediante aplicación directa

NUMERO DE INTERVALOS	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR	X_i	f_i	f_r	$f\%$	$F_i(-)$	$Fr(-)$	$F\%(-)$	$F_i(+)$	$Fr(+)$	$F\%(+)$
1	44	45	34.5	1	0.0285	2.85%	1	0.0285	2.85%	35	1	100%
2	45	46	35.5	32	0.9142	91.42%	33	0.9428	94.28%	34	0.9714	97.14%
3	46	47	36.5	2	0.0571	5.71%	35	1	100%	2	0.0571	5.71%

La presente tabla nos muestra el halo de inhibición que forma el gel de Aloe Vera ozonizado durante 24 horas y diluido en formocresol sobre *Enterococcus faecalis* utilizando la técnica de aplicación directa, podemos observar que:

El primer intervalo nos muestra que 1 placas petry mostró un halo de inhibición entre 44mm a 45mm (que en promedio es 44.5mm), estas placas petry representan un 0.0285 de proporción y es un 2.85% del total. Fue 1 placa petry que tuvo un halo

de inhibición entre 44mm a 45mm, que también representan un 0.0285 de proporción y es un 2.85% del total, hubo 35 placas petry entre 44mm a 47mm de halo de inhibición que representan la unidad proporcional y son el 100% del total

El segundo intervalo nos muestra que 32 placas petry mostraron un halo de inhibición entre 45mm a 46mm (que en promedio es 45.5mm), éstas 32 placas petry representan un 0.9142 de proporción y son un 91.42% del total. Fueron 33 placas petry que tuvieron un halo de inhibición entre 44mm a 46mm, que representan un 0.9428 de proporción y son un 94.28% del total, hubo 34 placas petry entre 45mm a 47mm de halo de inhibición que representan el 0.9714 de proporción y son el 97.14% del total.

El tercer intervalo nos muestra que 2 placas petry mostraron un halo de inhibición entre 46mm a 47mm (que en promedio es 46.5mm), éstas 2 placas petry representan un 0.0571 de proporción y son un 5.71% del total. Fueron 35 placas petry que tuvieron un halo de inhibición entre 44mm a 47mm, que representan la unidad de proporción y son el 100% del total, hubo 2 placas petry entre 46mm a 47mm de halo de inhibición que representan el 0.0571 de proporción y son el 5.71% del total.

Los resultados demuestran que la Prueba U de Mann Whitney, determina asociación significativa ($p = 16$), que comparado a los valores establecidos para ($\alpha = 0.05$) nos revelan un nivel significativo. Observándose que el gel de aloe vera ozonizado 24 horas si tiene un efecto inhibitorio sobre *Enterococcus faecalis* lo que significa ser más vulnerable.

Figura 5

Representación esquemática del estudio de variables continuas de orden cuantitativo para la efectividad del halo de inhibición del aloe vera ozonizado 24 horas y diluido en formocresol sobre enterococcus faecalis mediante aplicación directa

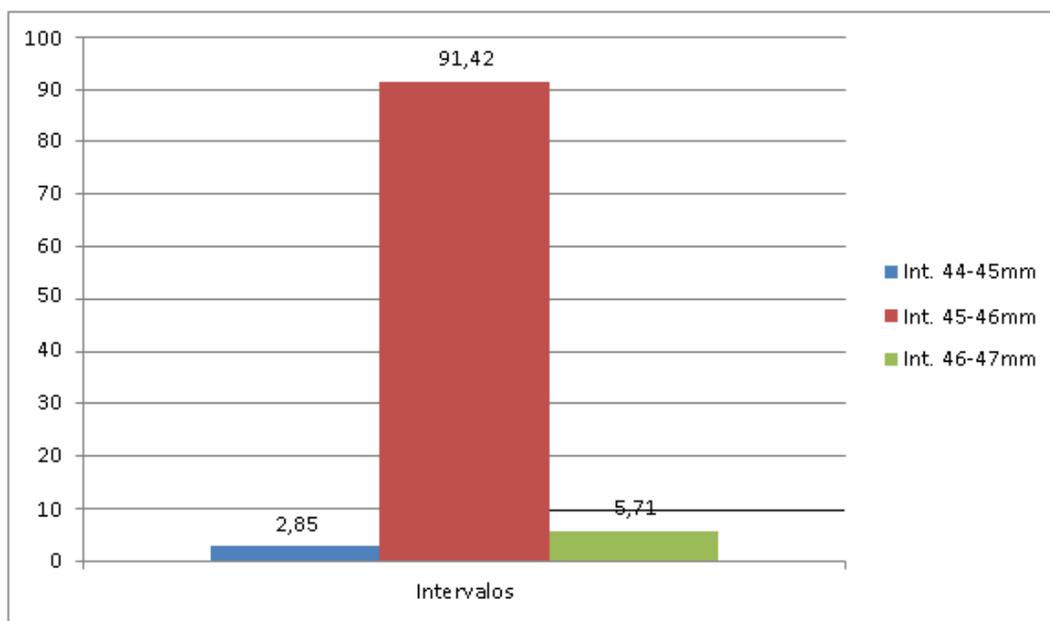


Tabla 6

Estudio de variables continuas de orden cuantitativo para la efectividad del halo de inhibición del aloe vera ozonizado 4 horas, diluido en alcohol de 70° sobre enterococcus faecalis mediante aplicación directa

NUMERO DE INTERVALOS	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR	Xi	fi	fr	f%	Fi(-)	Fr(-)	F%(-)	Fi(+)	Fr(+)	F%(+)
1	33	34	33.5	1	0.0285	2.85%	1	0.0285	2.85%	35	1	100%
2	34	35	34.5	4	0.1142	11.42%	5	0.1428	14.28%	34	0.9714	97.14%
3	35	36	35.5	24	0.6857	68.57%	29	0.8285	82.85%	30	0.8571	85.71%
4	36	37	36.5	6	0.1714	17.14%	35	1	100%	6	0.1714	17.14%

La presente tabla nos muestra el halo de inhibición que forma el gel de Aloe Vera ozonizado durante 4 horas y diluido en alcohol de 70° sobre Enterococcus faecalis utilizando la técnica de aplicación directa, podemos observar que:

El primer intervalo nos muestra que 1 placas petry mostró un halo de inhibición entre 33mm a 34mm (que en promedio es 33.5mm), estas placas petry representan

un 0.0285 de proporción y es un 2.85% del total. Fue 1 placa petry que tuvo un halo de inhibición entre 33mm a 34mm, que también representan un 0.0285 de proporción y es un 2.85% del total, hubo 35 placas petry entre 33mm a 37mm de halo de inhibición que representan la unidad proporcional y son el 100% del total.

El segundo intervalo nos muestra que 4 placas petry mostraron un halo de inhibición entre 34mm a 35mm (que en promedio es 34.5mm), éstas 4 placas petry representan un 0.1142 de proporción y son un 11.42% del total. Fueron 5 placas petry que tuvieron un halo de inhibición entre 33mm a 35mm, que representan un 0.1428 de proporción y son un 14.28% del total, hubo 34 placas petry entre 34mm a 37mm de halo de inhibición que representan el 0.9714 de proporción y son el 97.14% del total.

El tercer intervalo nos muestra que 24 placas petry mostraron un halo de inhibición entre 35mm a 36mm (que en promedio es 35.5mm), éstas 24 placas petry representan un 0.6857 de proporción y son un 68.57% del total. Fueron 29 placas petry que tuvieron un halo de inhibición entre 33mm a 36mm, que representan el 0.8285 de proporción y son el 82.85% del total, hubo 30 placas petry entre 35mm a 37mm de halo de inhibición que representan el 0.8571 de proporción y son el 85.71% del total.

El cuarto intervalo nos muestra que 6 placas petry mostraron un halo de inhibición entre 36mm a 37mm (que en promedio es 36.5mm), éstas 6 placas petry representan un 0.1714 de proporción y son un 17.14% del total. Fueron 35 placas petry que tuvieron un halo de inhibición entre 33mm a 37mm, que representan la unidad de proporción y son el 100% del total, hubo 6 placas petry entre 36mm a 37mm de halo de inhibición que representan el 0.1714 de proporción y son el 17.14% del total.

Los resultados demuestran que la Prueba U de Mann Whitney, determina asociación significativa ($p = 17.5$), que comparado a los valores establecidos para ($\alpha = 0.05$) nos revelan un nivel significativo. Observándose que el gel de aloe vera ozonizado 4 horas si tiene un efecto inhibitorio sobre *Enterococcus faecalis* lo que significa ser más vulnerable.

Figura 6

Representación esquemática del estudio de variables continuas de orden cuantitativo para la efectividad del halo de inhibición del aloe vera ozonizado 4 horas y diluido en alcoholde 70° sobre enterococcus faecalis mediante aplicación directa

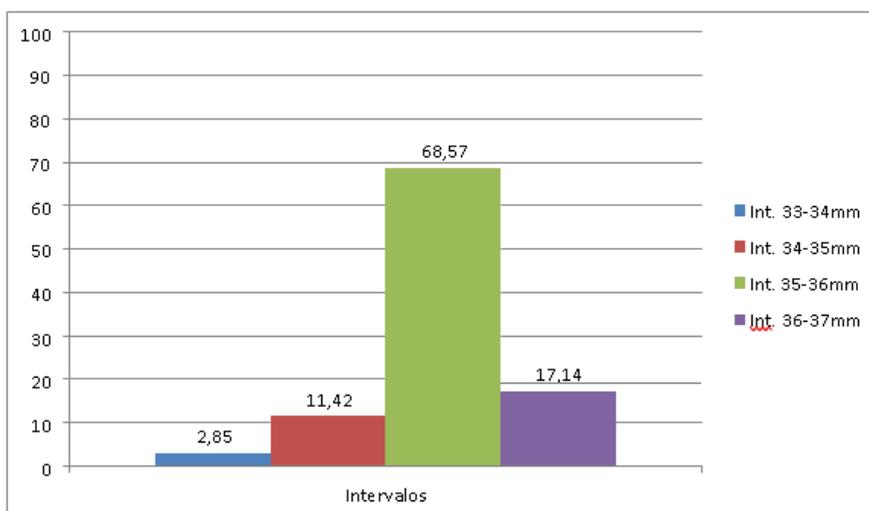


Tabla 7

Estudio de variables continuas de orden cuantitativo para la efectividad del halo de inhibición del aloe vera ozonizado 12 horas, diluido en alcohol de 70° sobre enterococcus faecalis mediante aplicación directa

NUMERO DE INTERVALOS	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR	Xi	fi	fr	f%	Fi(-)	Fr (-)	F%(-)	Fi(+)	Fr(+)	F%(+)
1	38	39	38.5	2	0.0571	5.71%	2	0.0571	5.71%	35	1	100%
2	39	40	39.5	4	0.1142	11.42%	6	0.1714	17.14%	33	0.9428	94.28%
3	40	41	40.5	28	0.8	80%	34	0.9714	97.14%	29	0.8285	82.85%
4	41	42	41.5	1	0.0285	2.85%	35	1	100%	1	0.0285	2.85%

La presente tabla nos muestra el halo de inhibición que forma el gel de Aloe Vera ozonizado durante 12 horas y diluido en alcohol de 70° sobre Enterococcus faecalis utilizando la técnica de aplicación directa, podemos observar que:

El primer intervalo nos muestra que 2 placas petry mostraron un halo de inhibición entre 38mm a 39mm (que en promedio es 38.5mm), estas placas petry representan

un 0.0571 de proporción y es un 5.71% del total. Fueron 2 placas petry que tuvieron un halo de inhibición entre 38mm a 39mm, que también representan un 0.0285 de proporción y es un 2.85% del total, hubo 35 placas petry entre 38mm a 42mm de halo de inhibición que representan la unidad proporcional y son el 100% del total.

El segundo intervalo nos muestra que 4 placas petry mostraron un halo de inhibición entre 39mm a 40mm (que en promedio es 39.5mm), éstas 4 placas petry representan un 0.1142 de proporción y son un 11.42% del total. Fueron 6 placas petry que tuvieron un halo de inhibición entre 38mm a 40mm, que representan un 0.1714 de proporción y son un 17.14% del total, hubo 33 placas petry entre 39mm a 42mm de halo de inhibición que representan el 0.9428 de proporción y son el 94.28% del total.

El tercer intervalo nos muestra que 28 placas petry mostraron un halo de inhibición entre 40mm a 41mm (que en promedio es 40.5mm), éstas 28 placas petry representan un 0.8 de proporción y son un 80% del total. Fueron 34 placas petry que tuvieron un halo de inhibición entre 38mm a 41mm, que representan el 0.9714 de proporción y son el 97.14% del total, hubo 29 placas petry entre 40mm a 42mm de halo de inhibición que representan el 0.8285 de proporción y son el 82.85% del total.

El cuarto intervalo nos muestra que 1 placa petry mostró un halo de inhibición entre 41mm a 42mm (que en promedio es 41.5mm), ésta placa petry representan un 0.0285 de proporción y son un 2.85% del total. Fueron 35 placas petry que tuvieron un halo de inhibición entre 38mm a 42mm, que representan la unidad de proporción y son el 100% del total, hubo 1 placas petry entre 41mm a 42mm de halo de inhibición que representan el 0.0285 de proporción y son el 2.85% del total.

Los resultados demuestran que la Prueba U de Mann Whitney, determina asociación significativa ($p= 16.5$), que comparado a los valores establecidos para ($\alpha = 0.05$) nos revelan un nivel significativo. Observándose que el gel de aloe vera ozonizado 24 horas si tiene un efecto inhibitorio sobre *Enterococcus faecalis* lo que significa ser más vulnerable.

Tabla 7

Representación esquemática del estudio de variables continuas de orden cuantitativo para la efectividad del halo de inhibición del aloe vera ozonizado 12 horas y diluido en alcohol de 70° sobre enterococcus faecalis mediante aplicación directa

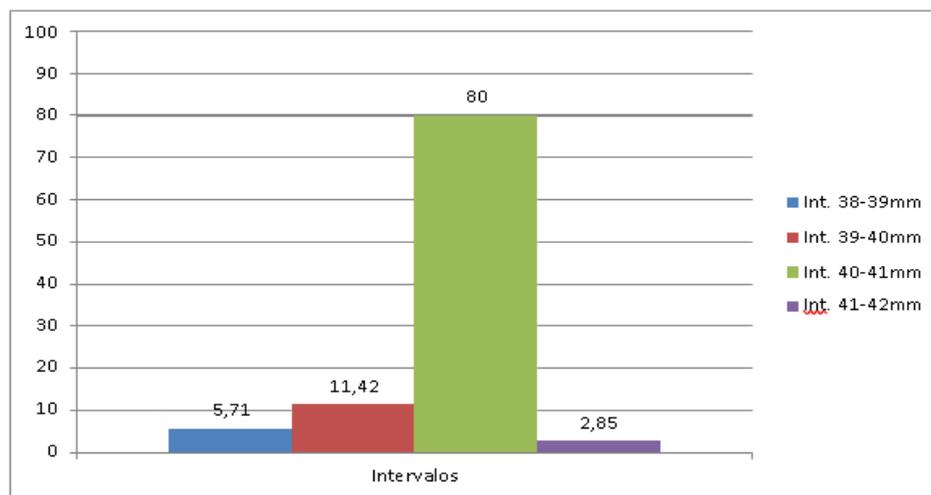


Tabla 8

Estudio de variables continuas de orden cuantitativo para la efectividad del halo de inhibición del aloe vera ozonizado 24 horas, diluido en alcohol de 70° sobre enterococcus faecalis mediante aplicación directa

NUMERO DE INTERVALOS	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR	Xi	fi	ft	f%	Fi(-)	Fr(-)	F%(-)	Fi(+)	Fr(+)	F%(+)
1	43	44	43.5	2	0.0571	5.71%	2	0.0571	5.71%	35	1	100%
2	44	45	44.5	1	0.0285	2.85%	3	0.0857	8.57%	33	0.9428	94.28%
3	45	46	45.5	29	0.8285	82.85%	32	0.9142	91.42%	32	0.9142	91.42%
4	46	47	46.5	3	0.0857	8.57%	35	1	100%	3	0.0857	8.57%

La presente tabla nos muestra el halo de inhibición que forma el gel de Aloe Vera ozonizado durante 24 horas y diluido en alcohol de 70° sobre Enterococcus faecalis utilizando la técnica de aplicación directa, podemos observar que:

El primer intervalo nos muestra que 2 placas petry mostraron un halo de inhibición entre 43mm a 44mm (que en promedio es 43.5mm), estas placas petry representan un 0.0571 de proporción y es un 5.71% del total. Fueron 2 placas petry que tuvieron

un halo de inhibición entre 43mm a 44mm, que también representan un 0.0571 de proporción y es un 5.71% del total, hubo 35 placas petry entre 43mm a 47mm de halo de inhibición que representan la unidad proporcional y son el 100% del total.

El segundo intervalo nos muestra que 1 placa petry mostró un halo de inhibición entre 44mm a 45mm (que en promedio es 44.5mm), ésta placas petry representan un 0.0285 de proporción y es un 2.85% del total. Fueron 3 placas petry que tuvieron un halo de inhibición entre 43mm a 45mm, que representan un 0.0857 de proporción y son un 8.57% del total, hubo 33 placas petry entre 44mm a 47mm de halo de inhibición que representan el 0.9428 de proporción y son el 94.28% del total.

El tercer intervalo nos muestra que 29 placas petry mostraron un halo de inhibición entre 45mm a 46mm (que en promedio es 45.5mm), éstas 29 placas petry representan un 0.8285 de proporción y son un 82.85% del total. Fueron 32 placas petry que tuvieron un halo de inhibición entre 43mm a 46mm, que representan el 0.9142 de proporción y son el 91.42% del total, hubo 32 placas petry entre 45mm a 47mm de halo de inhibición que representan el 0.9142 de proporción y son el 91.42% del total.

El cuarto intervalo nos muestra que 3 placas petry mostraron un halo de inhibición entre 46mm a 47mm (que en promedio es 46.5mm), estas placas petry representan un 0.0857 de proporción y son un 8.57% del total. Fueron 35 placas petry que tuvieron un halo de inhibición entre 43mm a 47mm, que representan la unidad de proporción y son el 100% del total, hubo 3 placas petry entre 46mm a 47mm de halo de inhibición que representan el 0.0857 de proporción y son el 8.57% del total.

Los resultados demuestran que la Prueba U de Mann Whitney, determina asociación significativa ($p= 17.5$), que comparado a los valores establecidos para ($\alpha = 0.05$) nos revelan un nivel significativo. Observándose que el gel de aloe vera ozonizado 24 horas si tiene un efecto inhibitorio sobre *Enterococcus faecalis* lo que significa ser más vulnerable.

Figura 8

Representación esquemática del estudio de variables continuas de orden cuantitativo para la efectividad del halo de inhibición del aloe vera ozonizado 24 horas y diluido en alcohol de 70° sobre enterococcus faecalis mediante aplicación directa

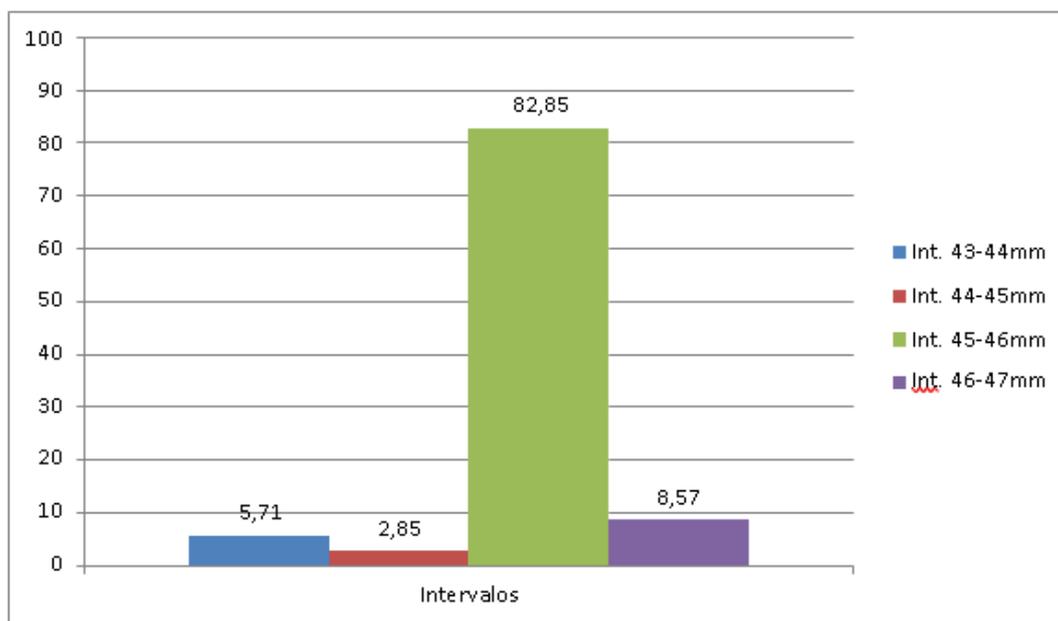


Tabla 9

Comparación entre el tipo de reacción del gel de aloe vera ozonizado sobre e. faecalis

Gel de Aloe Vera Ozonizado	Reacción positiva sobre E. faecalis		%	Reacción negativa sobre E. faecalis		%
	Repeticiones	positivas		Repeticiones	negativas	
0 min. (Grupo Control)	35	positivas	0 %	35	negativas	100%
4 horas (diluido en formocresol)	35	positivas	100 %	0	negativas	0%
12 horas (diluido en formocresol)	35	positivas	100 %	0	negativas	0%
24 horas (diluido en formocresol)	35	positivas	100 %	0	negativas	0%

4 horas (diluido en alcohol de 70°)	35	repeticiones positivas	100 %	0	repeticiones negativas	0%
12 horas (diluido en alcohol de 70°)	35	repeticiones positivas	100 %	0	repeticiones negativas	0%
24 horas (diluido en alcohol de 70°)	35	repeticiones positivas	100 %	0	repeticiones negativas	0%

En la presente tabla podemos observar que el gel de aloe vera sin ozonizar no tiene ningún efecto sobre *Enterococcus faecalis* pues de las 35 repeticiones que se pusieron en observación el 100% resultaron negativas.

El gel de Aloe Vera ozonizado durante 4 horas y diluido en formocresol si tiene un efecto significativo sobre *Enterococcus faecalis* pues de las 35 repeticiones que se pusieron en observación el 100% resultaron positivas.

El gel de Aloe Vera ozonizado durante 12 horas y diluido en formocresol si tiene un efecto significativo sobre *Enterococcus faecalis* pues de las 35 repeticiones que se pusieron en observación el 100% resultaron positivas.

El gel de Aloe Vera ozonizado durante 24 horas y diluido en formocresol si tiene un efecto significativo sobre *Enterococcus faecalis* pues de las 35 repeticiones que se pusieron en observación el 100% resultaron positivas.

El gel de Aloe Vera ozonizado durante 4 horas y diluido en Alcohol de 70° si tiene un efecto significativo sobre *Enterococcus faecalis* pues de las 35 repeticiones que se pusieron en observación el 100% resultaron positivas.

El gel de Aloe Vera ozonizado durante 12 horas y diluido en Alcohol de 70° si tiene un efecto significativo sobre *Enterococcus faecalis* pues de las 35 repeticiones que se pusieron en observación el 100% resultaron positivas.

El gel de Aloe Vera ozonizado durante 24 horas y diluido en Alcohol de 70° si tiene un efecto significativo sobre *Enterococcus faecalis* pues de las 35 repeticiones que se pusieron en observación el 100% resultaron positivas.

Los resultados demuestran que la Prueba U de Mann Whitney, determina asociación significativa, que comparado a los valores establecidos para ($\alpha = 0.05$) nos revelan un nivel significativo. Observándose que el gel de aloe vera ozonizado

a 4,12 y 24 horas diluido en formocresol si tiene un efecto inhibitorio sobre *Enterococcus faecalis* lo que significa ser más vulnerable.

Los resultados demuestran que la Prueba U de Mann Whitney, determina asociación significativa, que comparado a los valores establecidos para ($\alpha = 0.05$) nos revelan un nivel significativo. Observándose que el gel de aloe vera ozonizado a 4,12 y 24 horas diluido en Alcohol de 70° si tiene un efecto inhibitorio sobre *Enterococcus faecalis* lo que significa ser más vulnerable.

Tabla 10

Comparación entre el tamaño de halo de inhibición del e. faecalis vs aloe vera ozonizado a diferentes tiempos

Gel de Aloe Vera Ozonizado	Promedio del tamaño del halo de inhibición
0 min. (Grupo Control)	0 mm
4 horas (diluido en formocresol)	35.08mm
12 horas (diluido en formocresol)	39.02mm
24 horas (diluido en formocresol)	45.02mm
4 horas (diluido en alcohol de 70°)	35mm
12 horas (diluido en alcohol de 70°)	39.80mm
24 horas (diluido en alcohol de 70°)	44.94mm

En la presente tabla podemos observar que el gel de aloe vera sin ozonizar no tiene ningún efecto sobre *Enterococcus faecalis* pues de las 35 repeticiones que se pusieron en observación el halo de inhibición fue de 0mm para todos los casos.

El gel de Aloe Vera ozonizado durante 4 horas y diluido en formocresol si tiene un efecto significativo sobre *Enterococcus faecalis* pues de las 35 repeticiones que se pusieron en observación se obtuvo un promedio de 35.08mm de halo de inhibición.

El gel de Aloe Vera ozonizado durante 12 horas y diluido en formocresol si tiene un efecto significativo sobre *Enterococcus faecalis* pues de las 35 repeticiones que se

pusieron en observación se obtuvo un promedio de 39.02mm de halo de inhibición.

El gel de Aloe Vera ozonizado durante 24 horas y diluido en formocresol si tiene un efecto significativo sobre Enterococcus faecalis pues de las 35 repeticiones que se pusieron en observación se obtuvo un promedio de 45.02mm de halo de inhibición.

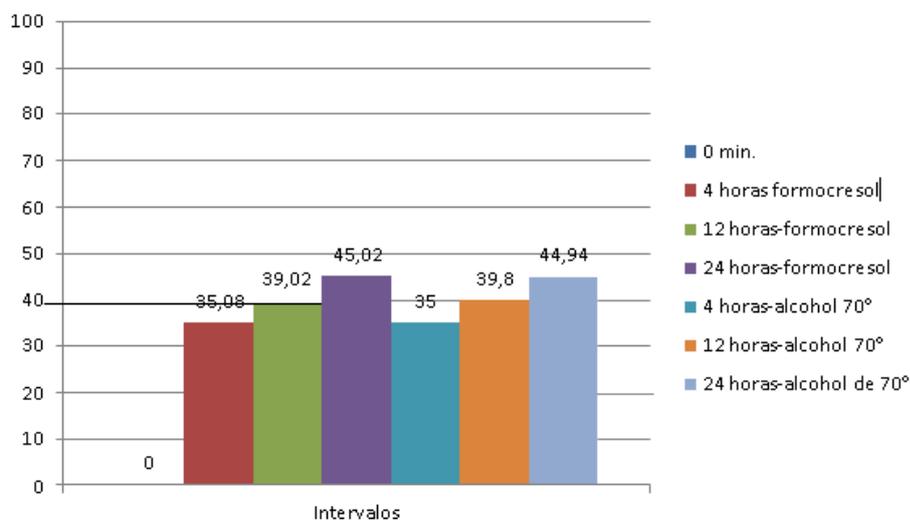
El gel de Aloe Vera ozonizado durante 4 horas y diluido en Alcohol de 70° si tiene un efecto significativo sobre Enterococcus faecalis pues de las 35 repeticiones que se pusieron en observación se obtuvo un promedio de 35mm de halo de inhibición.

El gel de Aloe Vera ozonizado durante 12 horas y diluido en Alcohol de 70° si tiene un efecto significativo sobre Enterococcus faecalis pues de las 35 repeticiones que se pusieron en observación se obtuvo un promedio de 39.80mm de halo de inhibición.

El gel de Aloe Vera ozonizado durante 24 horas y diluido en Alcohol de 70° si tiene un efecto significativo sobre Enterococcus faecalis pues de las 35 repeticiones que se pusieron en observación se obtuvo un promedio de 44.94mm de halo de inhibición.

Figura 9

Representación esquemática comparación entre el tamaño de halo de inhibición del E. faecalis vs aloe vera ozonizado a diferentes tiempos



4.3 Discusión

Sureshchandra B (2011), realizó un estudio aplicando el gel de Aloe Vera disuelto en: agua, alcohol, cloroformo, éter e hidróxido de calcio en una proporción de 1:5 sobre cultivos de *Enterococcus faecalis* y *Cándida albicans*, En este estudio in vitro, la zona media de inhibición del gel disuelto en cloroformo contra *E. faecalis* era 9mm. La zona media de inhibición con extracto de aloe vera y alcohol contra *E. faecalis* se encontró que era de 12 mm. Los resultados fueron significativos en comparación con el presente estudio debido a que el gel de aloe vera ozonizado por 4 horas y disuelto en formocresol presenta halos de inhibición de 34mm (2.85%), 35mm (85.71%), 36mm (11.42%); el gel de aloe vera ozonizado por 12 horas y disuelto en formocresol presenta halos de inhibición de 38mm (14.28%), 39mm (11.42%), 40mm (74.28%); el gel de aloe vera ozonizado por 24 horas y disuelto en formocresol presenta halos de inhibición de 44mm (2.85%), 45mm (91.42%), 46mm (5.71%). El gel de aloe vera ozonizado por 4 horas y disuelto en alcohol de 70° presenta halos de inhibición de 33mm (2.85%), 34mm (11.42%), 35mm (68.57%), 36mm (17.14%); el gel de aloe vera ozonizado por 12 horas y disuelto en alcohol de 70° presenta halos de inhibición de 38mm (5.71%), 39mm (11.42%), 40mm (80%), 41mm (2.85%); el gel de aloe vera ozonizado por 24 horas y disuelto en alcohol de 70° presenta halos de inhibición de 43mm (5.71%), 44mm (2.85%), 45mm (82.85%), 46mm (8.57%).

Gala-García A. (2005), realizaron una evaluación microbiológica, demostraron que el liofilizado de Aloe vera fue eficaz contra diferentes microorganismos, entre ellos la cepa UFRJ de *S. mutans*, *E. faecalis* y esta acción fue efectiva hasta 24 horas, el efecto antibacteriano descrito por Gala-García se debió al uso de toda la planta para elaborar el liofilizado de Aloe vera, lo cual puede garantizar una mayor concentración y la combinación de componentes con actividad antibacteriana presentes en diferentes estructuras de la misma. Por otra parte, el estudio de Gala García fue restringido a 24 horas sin demostrar que el efecto se mantenga por tiempos más prolongados lo cual podría incluir limitaciones en tal evaluación. Los resultados difieren con los nuestros debido quizás a la utilización de toda la planta de aloe vera en comparación a nuestro estudio en la cual solo utilizamos el gel, pues nuestros resultados demuestran una significancia mucho mayor llegando a presentar periodos de hasta 14 días de efectividad, además de presentar picos de

45.02mm de halo de inhibición y mínimamente 35mm del mismo halo, lo cual nos demuestra la alta efectividad y la relevancia del gel procesado en la presente investigación en comparación con el estudio de Gala García, también Gala García restringe el periodo de prueba y no concretiza resultados finales en cuanto a su evaluación.

Wolfe B. (2012), evaluó diferentes concentraciones del cristal de Aloe vera contra microorganismos habitualmente encontrados en cavidad bucal involucrados en la producción de placa dental, entre los cuales se encuentran *S. mutans*, *E. faecalis* logrando demostrar, según el autor, efectos dramáticos del gel a concentraciones no menores del 70%. Es necesario señalar que, con la finalidad de estabilizar el gel de Aloe vera fueron utilizados antioxidantes y preservantes, los resultados demuestran que el gel de aloe vera concentrado al 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 100% no presentan inhibición ni efecto curativo sobre los microorganismos presentes en la placa dental. Los resultados difieren con los nuestros debido a que Wolfe utiliza concentraciones del gel de aloe vera puro, además de combinar el gel de aloe vera con antioxidantes y preservantes, frente a esto nuestros resultados son más efectivos y concretos. Entonces podemos afirmar que nuestros resultados si presentan un nivel de relevancia en comparación con los de Wolfe debido a que el Gel de Aloe Vera Ozonizado fue efectivo contra *Enterococcus faecalis* en el 100% de los casos, no presentó problemas al momento de su aplicación ni durante el desarrollo de la misma, presentando un halo de inhibición mínimo de 35mm en el gel aplicado 4 horas y disuelto en alcohol de 70° y un pico de 45.02mm para el gel ozonizado 24 horas y disuelto en formocresol.

A pesar de la poca información e investigación acerca del efecto inhibitorio de aloe vera ozonizado sobre cualquier microorganismo en general se logró demostrar el efecto positivo del gel de Aloe Vera ozonizado a diferentes tiempos.

Sin embargo, la prevalencia de *E. faecalis* en las múltiples enfermedades bucales constituye un problema de salud a nivel de toda la sociedad, por lo que debe ser tomado en consideración el presente trabajo para futuras investigaciones y su aplicación posterior en tratamientos a nivel de personas.

4.4 Conclusiones

El Gel de Aloe Vera ozonizado durante 30, 60 minutos, 2 y 3 horas sobre la inhibición del crecimiento de *Enterococcus faecalis* nos muestra que no presenta resultados significativos debido a que el halo de inhibición que presenta varían entre 0mm– 8mm considerando como punto de referencia el centro de la concentración de gel, ya sea en el caso de los discos de filtro o por aplicación directa.

El Gel de Aloe Vera ozonizado durante 4, 12 y 24 horas sobre la inhibición del crecimiento de *Enterococcus faecalis* nos muestra que no presenta resultados significativos debido a que el halo de inhibición que presenta varía entre 6mm – 9mm considerando como punto de referencia el centro de la concentración de gel, ya sea en el caso de los discos de filtro o por aplicación directa.

El Gel de Aloe Vera ozonizado durante 4, 12 y 24 horas diluido en formocresol sobre la inhibición del crecimiento de *Enterococcus faecalis* nos muestra que si presenta resultados significativos debido a que el halo de inhibición que presenta varía para 4 horas entre 34mm – 37mm, considerando como punto de referencia el centro de la concentración de gel, por aplicación directa. Para 12 horas entre 38mm-41mm, considerando como punto de referencia el centro de la concentración de gel, por aplicación directa. Para 24 horas entre 44mm-47mm considerando como punto de referencia el centro de la concentración de gel.

El Gel de Aloe Vera ozonizado durante 4, 12 y 24 horas diluido en alcohol de 70° sobre la inhibición del crecimiento de *Enterococcus faecalis* nos muestra que si presenta resultados significativos debido a que el halo de inhibición que presenta varía para 4 horas entre 33mm – 37mm, considerando como punto de referencia el centro de la concentración de gel, por aplicación directa. Para 12 horas entre 38mm-42mm, considerando como punto de referencia el centro de la concentración de gel, por aplicación directa. Para 24 horas entre 43mm-47mm considerando como punto de referencia el centro de la concentración de gel.

Al diluir el gel de Aloe Vera ozonizado 4 horas, 12 horas, 24 horas en alcohol de 70° y cloroformo, adquiere la liberación de sus propiedades por lo que se convierte en un producto efectivo con halos de inhibición que llegan hasta los 46mm.

Según la hipótesis la efectividad para el gel de Aloe Vera ozonizado es negativa para cualquier tiempo menor a 4 horas.

Según la hipótesis planteada la efectividad del gel de Aloe Vera ozonizado es positiva para el tiempo de 4 horas, 12 horas y 24 horas en un 100% de los casos.

El gel de Aloe Vera es un excelente conductor del poder antimicrobiano del ozono, incluso siendo este diluido en cloroformo o alcohol de 70°. De esta forma está listo y comprobado que puede ser utilizado en animales de experimentación y posteriormente en humanos. Los tiempos de ozonización son determinantes tanto en el diluido como en el procesado del gel de Aloe Vera.

4.5 Recomendaciones

Ampliar el trabajo con futuras investigaciones, dividiendo y seleccionando el tipo de cepa de *Enterococcus faecalis*.

El gel de aloe vera ozonizado es un producto nuevo e interesante para poder utilizarlo en investigaciones, se recomienda su uso para realizar más investigaciones científicas en odontología.

Crear un laboratorio de microbiología en la facultad de odontología para su uso en este tipo de investigaciones.

REFERENCIAS

- 1.- Mohamaddi Z, Shalavi S, Soltani MK, Asgary S. A Review of the Properties and Applications of Ozone in Endodontics: An Update. *Iran Endod J.* 2013 Spring; 8(2): 40– 43.
- 2.-Torabinejad M, Walton R. *Endodoncia principios y práctica.* 4ta ed.. Barcelona: Elsevier; 2010.
- 3.- Sureshchandra B, Kumar A. Antibacterial efficacy of aloe vera extract on resistant antimicrobial strains in endodontics. *Endodontology.* 2011; 23(1): 56-60.
- 4.- Organización Mundial de la Salud. OMS. *Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional 2002–2005.* Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2002.
- 5.- Cachay R. Tratamiento de la gingivitis con un preparado galénico a base de una planta medicinal Aloe Vera (Sábila). *Rev. Od. UMRPSFX.* 1998.
- 6.- Dilip G, MDS Dilip G, MDS Bhat S, MDS Bhat I, MDS Beena A, PhD Beena A. Aloe vera (Aloe barbadensis Miller) Aloe Vera Gel Dental Evaluación comparativa. *El club del Aloe Vera [En línea]* 2010 julio 6 [Fecha de acceso 20 diciembre 2015]; URL disponible en: <https://elclubdelaloevera.wordpress.com/tag/periodontitis/>.
- 7.- Gala-García A. Avaliação antimicrobiana in vitro e da resposta do complexo dentinopulpar in vivo após capeamento direto com Aloe vera L. em ratos. [Trabajo especial de grado para el título de master]. Minas Gerais. Universidad Federal de Minas Gerais Facultad de Odontología; 2005.
- 8.- Wolfe B. *Aloe Vera Scientific Studies.* Dr. Wolfe's [En línea] 2016. URL disponible en: http://www.drwolfe.com/aloe_vera/studies.
- 9.- Mandeville FB. Aloe vera in the treatment of radiation ulcers of mucous membranes. *Radiol.* 1939; 32: 598-599.
- 10.- Stevens N. *Aloe vera.* 7ma Ed.. Málaga: Editorial Sirio S.A.; 2006.
- 11.- Boonyagul S, Banlunara W, Sangvanich P, Thunyakitpisal P. Effect of acemannan, an extracted polysaccharide from Aloe vera, on BMSCs proliferation, differentiation, extracellular matrix synthesis, mineralization, and bone formation in a tooth extraction model. *Odontology.* 2014; 102(2): 310-317.
- 12.- Marquez R. Obtención de Gel de Aloe Vera. *Micr. Office [en línea]* 2012 abril 15 [fecha de acceso: 14 de noviembre del 2016]; 46 (26). URL disponible en: <http://www.webdelprofesor.ula.ve/ingeniería/marquezronald/wp-content/uploads/primera- entrega.pdf>
- 13.- Bhat G, Kudva P, Dodwad V. Aloe vera: Natures soothing healer to periodontal disease. *J IndianSocPeriodontol.* 2011;15:205-209.
- 14.- Bertolini P, BiondiFilho O, Pomilio A, Pinheiro S, Carvalho M. Antimicrobial capacity of Aloe vera and propolis dentifrice against *Streptococcus mutans* strains in toothbrushes: an in vitro study. *J Appl Oral Sci.* 2012; 20(1): 32-37.

- 15.- Jittapiromsak N , Sahawat D, Banlunara W, Sangvanich P, Thunyakitpisal P. Acemannan, an product from Aloe vera , stimulates dental pulp cell proliferation differentiation, mineralization and dentin formation. *Tissue Eng Part A*. 2010; 16(6): 1997- 2006.
- 16.- Akinyele B, Odiyi A. Comparative study of vegetative morphology and the existing taxonomic, nutritional and medicinal status of Aloe vera L. *African Crop Sci Society*. 2007; 8: 1567-1570.
- 17.- Ferraro G. Revisión de la Aloe vera (barbadensis Miller) en la dermatología actual. *Rev Argent Dermatol*. 2009; 90: 218-223.
- 18.- Ramachandra C, Srinivasa P. Processing of Aloe vera Leaf Gel: A Review. *Am J AgricBiolSc*. 2008; 3(2): 502-510.
- 19.- Bozzi A, Perrin C, Austin S, Arce F. Quality and authenticity of commercial Aloe vera gel powders. *Food Chem*. 2007; 103: 22–30.
- 20.- Williams L, Burdock G, Shin E, Kim S, Jo C, Jones K. Safety studies conducted on a proprietary high-purity Aloe vera inner leaf fillet preparation, Qmatrix. *RegulToxicolPharmacol*. 2010; 57: 90-98.
- 21.- Kaur M, Singh J, Kamboj S, Saxena A. Purification and characterization of a lectin from leaf pulp of Aloe vera (L.) Burm. F. *J Pharm Res*. 2011; 4(7): 2441-2446.
- 22.- Adesuyi A, Awosanya O, Adaramola F, Omeonu A. Nutritional and Phytochemical Screening of Aloe barbadensis. *Curr. Res. J. Biol. Sci*. 2012; 4(1): 4-9.
- 23.- Mirshafiey A, Aghily B, Namaki S, Razavi A, Ghazavi A, Ekhtiari P. Therapeutic approach by Aloe vera in experimental model of multiple sclerosis. *Immunopharmacol Immunotoxicol*. 2010; 32(3): 410–415.
- 24.- Vijayalakshmia D, Dhandapanib R, Jayavenia S, Jithendraa P, Rosea CH, Mandal A. In vitro anti-inflammatory activity of Aloe vera by down regulation of MMP-9 in peripheral blood mononuclear cells. *J Ethnopharmacol*. 2012; 141: 542-546.
- 25.- Prabjone R, Thong-Ngam D, Wisedopas N, Chatsuwana T, Patumraj S. Anti-inflammatory effects of Aloe vera on leukocyte–endothelium interaction in the gastric microcirculation of Helicobacter pylori-infected rats. *Clinical Hemorheology and Microcirculation*. 2006; 35: 359–366.
- 26.- Nari Y, Chan-Ho L, Sun-Mee L. Protective effect of Aloe vera on polymicrobial sepsis in mice. *Foodchemtox*. 2009; 47: 1341–1348.
- 27.- Jettanacheawchankit S, Sasithanasate S, Sangvanich P, Banlunara W, Thunyakitpisal P. Acemannan stimulates gingival fibroblast proliferation; expressions of keratinocyte growth factor-1, vascular endothelial growth factor, and type i collagen; and wound healing. *J Pharmacol Sci*. 2009; 109: 525-531.

- 28.- Davis H, Leitner M, Russo J, Byrne M. Wound healing: oral and topical activity of Aloe vera. *J Am Med AssocPodiatr.* 1989; 79(11): 559-562.
- 29.- Coronado A, Da Camara L. Efecto bacteriostático y/o bactericida del extracto de Aloe vera en microorganismos de interés clínico. [Tesis de Pregrado]. Valencia: U C, Esc. Bioanálisis; 2012.
- 30.- Yebpella G, Adeyemi Hassan M, Hammuel C, Magomya A, Agbaji A, Okonkwo E. Phytochemical screening and comparative study of antimicrobial activity of Aloe vera various extracts. *African J Microbiol Res.* 2011; 5(10): 1182-1187.
- 31.- Gala-Garcia A, Teixeira K, Mendes L, Sobrinho A, Santos V, Cortes M. Effect of Aloe vera on Rat Pulp Tissue. *Pharm Biol.* 2008; 46(5): 302-308.
- 32.- Espinoza E, Sanginez M. Eficacia del preparado químico a base de Aloe Vera en pacientes con flebitis química del Hospital Edgardo Rebagliati Martins. [Trabajo de investigación para optar el título de segunda especialización en enfermería intensivista]. Lima: UNMSM; 2003.
- 33.- Gupta N, Bhat M, Devi P, Girish. Aloe-Vera: A Nature's Gift to Children. *Int J of Clinical Pediatric Dentistry.* 2010; 3(2): 87-92.
- 34.- Athiban P, Borthakur B, Ganesan S, Swathika B. Evaluation of antimicrobial efficacy of Aloe vera and its effectiveness in decontaminating guttapercha cones. *J Conserv Dent.* 2012; 15: 246-248.
- 35.- Bocci, V. Biological and clinical effects of ozone. Has ozone therapy a future in medicine?. *Br J Biomed Sci.* 1999; 56: 270-279.
- 36.- Azarpazhooh A. The application of ozone in dentistry: a systematic review of literature. *J Dent.* 2008; 36(2): 104-116.
- 37.- Rickard GD, Richardson R, Johnson T, McColl D, Hooper L. Ozone therapy for the treatment of dental caries. *Cochrane Database Syst Rev.* 2004; (3).
- 38.- Vilella P. Propiedades del ozono. Ozosystems [En línea] 2010. URL disponible en: http://www.ozosystems.com/files/3_5_fichero_1302597250.pdf.
- 39.- Friedman S. Bases Bioquímicas de la Aplicación del Ozono. En: Lanata E. Atlas de operatoria dental. 1ra Ed. Buenos Aires: Alfaomega Grupo Editor Argentino; 2008. p. 66- 74.
- 40.- United Nations Environmental Programme. Environmental effects of ozone depletion: 1998 Assessment. Nairobi: U.S. Global Change Research Information Office; 1998. P. O. Box 30552.
- 41.- Torabinejad M, Walton R. Endodoncia, principios y práctica. 4ta ed. Madrid: Elsevier; 2010.
- 42.- Siqueira J, Rôças I. Clinical Implications and Microbiology of Bacterial Persistence after Treatment Procedures. *J Endod.* 2008; 34: 1291-1301.

Este libro se terminó de publicar en la editorial

**Instituto Universitario
de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú**



EDITADA POR
INSTITUTO
UNIVERSITARIO
DE INNOVACIÓN CIENCIA
Y TECNOLOGÍA INUDI PERÚ