

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



EFICACIA DEL AEROPULIDO CON BICARBONATO DE SODIO VS ERITRITOL  
EN LA DISMINUCIÓN DE LA CARGA BACTERIANA DE LA SUPERFICIE  
DE IMPLANTES DENTALES *IN VITRO*

Por

ASHLEY YARESSI GÓMEZ RUEDA

Como requisito parcial para obtener el Grado de  
Maestría en Ciencias Odontológicas en el Área de Periodoncia con Implantología Oral

Diciembre, 2023

Maestría en Ciencias Odontológicas en el Área de Periodoncia con Implantología Oral

EFICACIA DEL AEROPULIDO CON BICARBONATO DE SODIO VS ERITRITOL  
EN LA DISMINUCIÓN DE LA CARGA BACTERIANA DE LA SUPERFICIE  
DE IMPLANTES DENTALES *IN VITRO*

**Comité de Tesis**

---

Presidente

---

Secretario

---

Vocal

Maestría en Ciencias Odontológicas en el Área de Periodoncia con Implantología Oral

EFICACIA DEL AEROPULIDO CON BICARBONATO DE SODIO VS ERITRITOL EN  
LA DISMINUCIÓN DE LA CARGA BACTERIANA DE LA SUPERFICIE  
DE IMPLANTES DENTALES *IN VITRO*

C.D. Ashley Yaressi Gómez Rueda  
TESISTA

**Comité de Tesis**



---

Dr. Omar Elizondo Cantú  
DIRECTOR DE TESIS



---

Dra. Myriam Angélica De La Garza Ramos  
CODIRECTOR DE TESIS

Dr. Jesús Israel Rodríguez Pulido  
ASESOR METODOLÓGICO

Dra. Claudia Lucía Elizalde Molina  
ASESOR METODOLÓGICO

Dr. Sergio Eduardo Nakagoshi Cepeda  
ASESOR METODOLÓGICO

## **DEDICATORIA**

A Dios en primer lugar porque todo lo que hago es por El y para El.

A mi padres y hermanos que son mi impulso a seguir, y por todo sacrificio, amor y esfuerzo que hacen por mí, día a día. Los amo, son mi mayor bendición.

A Carolina, mi mejor amiga , hermana y colega que ha sido mi apoyo en todo momento, siempre fue mi brazo fuerte.

A Fer, mi otra hermana quien siempre se alegraba en mis victorias y me animaba en mis malos momentos.

## AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, quien siempre ha sido fiel en todo momento, gracias a El no podría haber concluido ninguna etapa en mi vida, todas mis victorias son gracias a El, por eso es que todo lo que hago es para reflejarlo a El.

A **mis padres**, quienes para mi son mi ejemplo a seguir, mi motivación cada día porque sin su sacrificio y provisión de Dios, no estaría aquí recibiendo de una maestría por la cual soñaba. Gracias por siempre inculcarme que sin Dios no soy nada, que estar en su camino es lo mejor que pudiera pasarme, gracias por nunca rendirse conmigo, por enseñarme que en la vida habrá pruebas pero con Dios todo se puede, gracias por su amor, por su dedicación, por sus consejos y por siempre estar pendiente de mí aún en la distancia. Los amo y soy muy privilegiada y bendecida de tenerlos.

A **mis hermanos**, a Frank por ser mi cómplice desde la infancia, por siempre aconsejarme, escucharme, por las risas y por apoyarme en todo momento, te agradezco porque siempre has estado para mí y has sido de inspiración para mí, te bendigo y te amo hermano. A Mauro por ser un gran confidente para mí, por siempre escucharme, hacerme reír, aconsejarme y siempre quererme, gracias por ser ejemplo para mí y nunca dejarme sola, te amo hermano y también te bendigo. Los amo a los dos, son mi motor y les agradezco por siempre estar para mí.

A **mis hermanas**, Carolina quien se convirtió en esa hermana que nunca tuve, gracias por tu amistad, por ser mi confidente, por apoyarme y ser mi brazo fuerte en los buenos y malos momentos, gracias porque también este logro es tuyo, por esas lágrimas y risas que compartimos, gracias por tu cariño y por siempre recordarme que Dios lo es todo. A Fer quien es la persona que siempre contagia con sus risas y esa chispa que la caracteriza, gracias por tu cariño, por tu apoyo incondicional, por siempre escucharme y nunca dejarme. Las amo hermanas y las bendigo siempre.

Al **Dr. Daniel Fernández** y al **Dr. Eliézer Molina**, quienes fueron mi inspiración para ingresar a la maestría de periodoncia e implantología oral, gracias por siempre impulsarme, motivarme a dar lo mejor de mí, por escucharme, aconsejarme y sobre todo compartir de sus conocimientos, de sus habilidades y sobre todo de sus experiencias como profesionistas, gracias porque me dieron la oportunidad de aprender de los mejores, sin duda han dejado huella en mi camino.

Al **Dr. Omar Elizondo Cantú**, por todo su apoyo y asesoría como director de tesis, y por siempre ser excelente maestro en clínica y por sus consejos en todo momento, gracias por ser ejemplo en este mismo camino.

A la **Dra. Myriam Angélica De La Garza Ramos**, gracias por su apoyo y por impartirme sus conocimientos, le agradezco también por brindarme de su equipo para la elaboración de mi proyecto y poder culminar en tiempo y forma, por siempre motivarme a no rendirme, gracias.

A la **Dra. Marianela Garza Enríquez**, gracias por siempre impulsarnos a ser mejores profesionistas, por ser ejemplo de perseverancia y esfuerzo, gracias por sus consejos, por su apoyo y por todo lo aprendido.

Al **Dr. Jesús Rodríguez Pulido**, por su apoyo durante toda la maestría, por siempre impartir de sus conocimientos, por su esfuerzo y disciplina que imparte día a día en el posgrado, gracias por todo.

A la **Dra. Claudia Elizalde Molina**, a quien le agradezco el haberme apoyado en toda la elaboración de este proyecto, a quien me brindó sus conocimientos, sus habilidades y su sabiduría en todo momento, gracias por siempre impulsarme.

A la **Dra. Norma Idalia Rodríguez Franco**, gracias por su apoyo incondicional en cuanto a la elaboración de mi tesis, por sus consejos, por su disposición en todo momento, y por su disciplina y entrega en cada meta que se propone, me llevó todo lo aprendido de usted.

A **CONACYT**, por la beca y el apoyo otorgado, ya que sin esto no hubiera sido posible.

A **mis hermanas de generación: Jessica, Danna, Alexa, Montse, Lizzie y Fer**, por compartir estos 3 años de maestría, donde me llevó de cada una algo especial, agradezco a Dios por sus vidas, porque yo tengo la certeza que el estar juntas no fue casualidad, gracias por enseñarme a trabajar en equipo, a siempre apoyarnos la una a la otra en todo momento, por esas risas interminables en los buenos y en los malos momentos, por esas lágrimas que también compartimos, por esos abrazos y por ese cariño y amistad que han sido de gran bendición para mí. Las quiero mucho y enserio que han dejado una huella en mi corazón, felicidades hermanas, lo logramos.

Doy gracias a Dios por cada una de las personas que puso en mi vida y por todas las enseñanzas que me llevó, gracias por todo el apoyo a cada uno de ustedes.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>v</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>x</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b> .....	<b>xii</b>
<b>NOMENCLATURA</b> .....	<b>xiii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xv</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. HIPÓTESIS</b> .....	<b>3</b>
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>4</b>
3.1 Objetivo general: .....	4
3.2 Objetivos específicos: .....	4
<b>4. ANTECEDENTES</b> .....	<b>5</b>
4.1 IMPLANTES .....	5
4.1.1 Definición.....	5
4.1.2 Indicaciones y contraindicaciones.....	6
4.1.3 Oseointegración.....	7
4.1.4 Superficies de implantes dentales .....	10
4.2 ENFERMEDADES PERIIMPLANTARIAS .....	12
4.2.1 Salud periimplantaria .....	12
4.2.2 Clasificación de enfermedades periimplantarias.....	13
4.2.3 Tratamiento .....	15
4.2.4 Fase de mantenimiento periodontal y periimplantar .....	17
4.3 AEROPULIDOR.....	18
4.3.1 Características .....	18
4.3.2 Usos en odontología.....	19
4.3.3 Tipos de aeropolido.....	20
4.4 BICARBONATO DE SODIO .....	21
4.4.1 Composición .....	21
4.4.2 Efectos en la carga microbiana .....	22
4.4.3 Uso en odontología .....	23
4.5 ERITRITOL .....	24
4.5.1 Composición .....	24
4.5.2 Efectos en la carga microbiana .....	25
4.5.3 Uso en odontología .....	26
<b>5. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>28</b>
5.1 Diseño de estudio .....	28
5.2 Universo de estudio.....	28
5.3 Tamaño de la muestra .....	28
5.4 Criterios de selección .....	28

5.5 Descripción de procedimientos .....	29
5.5.1 Preparación del cultivo bacteriano .....	29
5.5.2 Inoculación del medio de cultivo al implante dental .....	29
5.5.3 Tratamiento de la superficie del implante .....	30
5.6 Análisis estadístico.....	30
5.7 Consideraciones éticas .....	31
<b>6. RESULTADOS.....</b>	<b>32</b>
6.1 Análisis de las superficies de implantes JD Evolution y Straumann .....	32
6.2 Comparación del polvo eritritol y bicarbonato de sodio .....	33
6.3 Pruebas de normalidad .....	34
6.4 Análisis comparativo de los grupos control con bicarbonato de sodio y eritritol sobre las superficies de implantes .....	34
<b>7. DISCUSIÓN.....</b>	<b>38</b>
<b>8. CONCLUSIONES.....</b>	<b>43</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>44</b>
<b>ANEXO 1.....</b>	<b>44</b>
<b>LITERATURA CITADA .....</b>	<b>45</b>
<b>RESUMEN BIOGRÁFICO.....</b>	<b>50</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Página</b>
I. Análisis de las pruebas de normalidad para obtener la variable de significancia.....	34
II. Comparativa de grupos control con el tratamiento de bicarbonato de sodio y eritritol sobre las superficies de implantes.....	35

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Preparación del cultivo bacteriano con las bacterias <i>P. gingivalis</i> , <i>S. gordonii</i> y <i>F. nucleatum</i> . ....	29
2. Inoculación del medio de cultivo al implante dental JD Evolution y Straumann. ....	29
3. Tratamiento de la superficie del implante JD Evolution y Straumann con bicarbonato de sodio y eritritol, además se analizó mediante la espectrofotometría y se capturó la base de datos. ....	30
4. Concentración de eritritol sobre la superficie de implantes JD Evolution y Straumann. ....	32
5. Concentración de bicarbonato de sodio sobre la superficie de implantes JD Evolution y Straumann. ....	32
6. Comparativa del polvo de eritritol y bicarbonato en la superficie del implante JD Evolution en cuanto a la disminución de la carga bacteriana. ....	33
7. Comparativa del polvo de eritritol y bicarbonato en la superficie del implante Straumann. ....	33
8. Representación gráfica del análisis de concentración de acuerdo a la variable significativa. ....	34
9. Representación gráfica comparativa con el grupo control positivo (medio estéril) mediante el tratamiento de bicarbonato de sodio en ambas superficies de implantes dentales. ....	35
10. Representación gráfica con el grupo control negativo (bacteria) mediante el tratamiento de bicarbonato de sodio en ambas superficies de implantes dentales. ....	36
11. Representación gráfica con el grupo control positivo (medio estéril) mediante el tratamiento de eritritol en ambas superficies de implantes dentales. ....	36
12. Representación gráfica con el grupo control negativo (bacteria) mediante el tratamiento de eritritol en ambas superficies de implantes dentales. ....	37
13. Se dividió por grupos JD Evolution y Straumann, posteriormente se muestra el implante en el tubo con el medio de cultivo, y finalmente se muestran los polvos bicarbonato de sodio y eritritol. ....	44

14. Se realizó el protocolo de descontaminación en las superficies de JD Evolution y Straumann con el sistema de aeropulido con bicarbonato de sodio y eritritol .....	44
15. Después del protocolo de descontaminación, se continuó con la lectura de espectrofotometría por densidad óptica (OD66).....	44

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\varnothing$  Diámetro

$\Delta$  Delta

## NOMENCLATURA

F. nucleatum *Fusobacterium nucleatum*

P. gingivalis *Porphyromonas gingivalis*

SB Bicarbonato de sodio

S. gordonii *Streptococcus gordonii*

SLA/SLActive Sand-blasted, Large-grit, Acid-etched

TSI Terapia periodontal de apoyo a los implantes

TSB Caldo de tripticaseína de soya

pH Potencial de hidrógeno

**TESISTA:** C.D. Ashley Yaressi Gómez Rueda  
**DIRECTOR DE TESIS:** Dr. Omar Elizondo Cantú  
**CODIRECTOR DE TESIS:** Dra. Myriam Ágelica De La Garza Ramos  
**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

EFICACIA DEL AEROPULIDO CON BICARBONATO DE SODIO VS ERITRITOL  
EN LA DISMINUCIÓN DE LA CARGA BACTERIANA DE LA SUPERFICIE  
DE IMPLANTES DENTALES *IN VITRO*

**RESUMEN**

**INTRODUCCIÓN:** El implante dental se ha convertido en uno de los mejores tratamientos a largo plazo teniendo como objetivo sustituir la ausencia de una o múltiples piezas dentales, además de la estética y su función, una de las principales causas de fracaso son las enfermedades periimplantarias, además el factor etiológico es la biopelícula quien cumple un papel importante. **OBJETIVO:** Evaluar la eficacia de aeropulido con bicarbonato de sodio vs eritritol en la disminución de la carga bacteriana de superficies de implantes dentales *in vitro*. **METODOLOGÍA:** Se utilizó una muestra de veinticuatro implantes (12 JD Evolution y 12 Straumann). Los implantes se dividieron en 4 grupos Grupo B: implantes contaminados con biopelícula, tratados con el aeropulido con bicarbonato de sodio (1 minuto); Grupo E: implantes contaminados con biopelícula, tratados con el aeropulido con eritritol (1 minuto); Grupo NC (control negativo): implantes contaminados con biopelícula; y Grupo PC (control positivo): implantes estériles. Se preparó el cultivo bacteriano con *P. gingivalis*, *S. gordonii* y *F. nucleatum*; cada grupo recibió el respectivo tratamiento de descontaminación, excepto los grupos NC y PC. Los resultados se analizaron mediante lectura espectrofotométrica antes y después del protocolo de descontaminación. **RESULTADOS:** Se demostró que el bicarbonato de sodio mostró una mayor disminución de carga bacteriana de 0.594 con el implante JD Evolution en comparación con el implante Straumann con 1.867. **CONCLUSIÓN:** En el presente estudio se concluye que la eficacia del aeropulido con bicarbonato de sodio comparado con eritritol fue mayor en la disminución de la carga bacteriana sobre la superficie de implantes dentales *in vitro*.

**TESISTA:** C.D. Ashley Yaressi Gómez Rueda  
**DIRECTOR DE TESIS:** Dr. Omar Elizondo Cantú  
**CODIRECTOR DE TESIS:** Dra. Myriam Ágelica De La Garza Ramos  
**FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

EFFICACY OF AEROPOLISHING WITH SODIUM BICARBONATE VS.  
ERYTHRITOL IN REDUCING THE BACTERIAL LOAD ON THE  
SURFACE OF DENTAL IMPLANTS *IN VITRO*

**ABSTRACT**

**INTRODUCTION:** Dental implants have become one of the best long-term treatments with the objective of replacing the absence of one or multiple dental pieces, in addition to esthetics and function, one of the main causes of failure are peri-implant diseases, and the etiological factor is biofilm, which plays an important role. **OBJECTIVE:** To evaluate the efficacy of aeropolishing with sodium bicarbonate vs erythritol in reducing the bacterial load of dental implant surfaces *in vitro*. **METHODOLOGY:** The sample consisted of twenty-four implants (12 JD Evolution and 12 Straumann) were used. Implants were divided into 4 groups: B group: biofilm contaminated implants, treated with airpolishing with sodium bicarbonate (1 minute); E group: biofilm contaminated implants, treated with airpolishing with erythritol (1 minute); NC group (negative control): biofilm contaminated implants; and PC group (positive control): sterile implants. The bacterial culture was prepared with *P. gingivalis*, *S. gordonii* and *F. nucleatum*; each group received the respective decontamination treatment, except groups NC and PC. The results were analyzed by spectrophotometric reading before and after the decontamination protocol. **RESULTS:** It was demonstrated that sodium bicarbonate showed a greater decrease in bacterial load of 0.594 with the JD Evolution implant compared to the Straumann implant with 1.867. **CONCLUSION:** The present study concludes that the efficacy of aeropolishing with sodium bicarbonate compared to erythritol was greater in decreasing the bacterial load on the surface of dental implants *in vitro*.

## 1. INTRODUCCIÓN

El implante dental se ha convertido en uno de los mejores tratamientos a largo plazo teniendo como objetivo sustituir la ausencia de una o múltiples piezas dentales, además de la estética y su función, aunque muestran excelentes resultados a largo plazo, hoy en día existe una gran controversia en cuanto al porcentaje de éxito o fracaso del implante dental. Una de las principales causas de fracaso son las enfermedades periimplantarias, las cuales son un proceso inflamatorio que afecta a la mucosa que rodea al implante, además el factor etiológico es la biopelícula quien desempeña un papel importante, ya que si no existe una adecuada remoción de esta puede llevarse a cabo la pérdida del implante dental.

Dentro de los equipos empleados en la odontología para la realización de tratamientos dentales, principalmente en la especialidad de periodoncia, está el aeropulido, el cual desempeña un papel fundamental como se ha demostrado en diversos estudios para la remoción de la placa dentobacteriana, empleándolo como una herramienta complementaria para el tratamiento no quirúrgico periodontal, ya que esto tiene un gran impacto en ayudar a mantener la higiene adecuada del paciente. Asimismo, se ha iniciado también a investigar la eficacia del uso del aeropulido sobre los implantes dentales comparando el uso diferentes soluciones y los más destacados son eritritol, bicarbonato de sodio, clorhexidina y glicina; los cuales actúan como bacteriostáticos y bactericidas en la limpieza que se emplea alrededor del implante dental, para evitar que se lleve a cabo las enfermedades periimplantarias y el paciente pueda tener una adecuada higiene oral conservando a largo plazo el éxito del implante.

La presente investigación se enfoca en estudiar la efectividad del aeropulido empleándolo en superficies de implantes dentales utilizando el bicarbonato de sodio y el eritritol para comparar la disminución de carga bacteriana, con motivo de mejorar la limpieza de estos mismos. Esto permite poder implementar con mayor seguridad este tipo de herramientas complementarias dentro del tratamiento y reducir el número de fracasos de implantes, además de poder conseguir un mayor rango de éxito evitando enfermedades futuras.

Todo lo anterior buscando probar científicamente alternativas que contribuyan con la disminución del porcentaje de fracaso de los implantes provocado por las enfermedades periimplantarias y a su vez, motivar al paciente a tener una adecuada higiene oral y asistencia periódica a sus mantenimientos para la preservación y control de su salud bucal.

Debido a lo anterior se llegó a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la eficacia en la reducción de la biopelícula en las superficies de implantes dentales in vitro al utilizar un aeropulido con bicarbonato de sodio, en comparación con el eritritol?

De acuerdo a la metodología se preparó el cultivo bacteriano con *P. gingivalis*, *S. gordonii* y *F. nucleatum*, posteriormente se inició la inoculación del medio de cultivo al implante dental para finalmente realizar el tratamiento de la superficie del implante utilizando el aeropulido comparando el bicarbonato de sodio con el eritritol. Se analizó mediante lectura con espectrofotometría antes y después de la desinfección.

El uso del aeropulido con los polvos bicarbonato de sodio y eritritol en este estudio, se demostró que hubo una disminución de carga bacteriana a favor del bicarbonato de sodio en comparación con eritritol, sobre la superficie del sistema de implante dental JD Evolution.

## 2. HIPÓTESIS

Hi. La eficacia en la disminución de la carga bacteriana del aeropulido con eritritol es mayor que el aeropulido con bicarbonato de sodio en superficies de implantes dentales *in vitro*.

Ho. La eficacia en la disminución de la carga bacteriana del aeropulido con eritritol no es mayor que el aeropulido con bicarbonato de sodio en superficies de implantes dentales *in vitro*.

Ha. La eficacia en la disminución de la carga bacteriana no muestra diferencia al comparar ambos tipos de sustancias empleando el aeropulido en superficies de implantes dentales *in vitro*.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo general:

Evaluar la eficacia de aeropulido con bicarbonato de sodio vs eritritol en la disminución de la carga bacteriana de superficies de implantes dentales *in vitro*.

#### 3.2 Objetivos específicos:

1. Valorar la carga bacteriana de superficies de implantes *in vitro*, mediante una lectura de espectrofotometría en OD600, antes y después del uso de aeropulido con bicarbonato de sodio.
2. Calcular la carga bacteriana de superficies de implantes *in vitro*, mediante una lectura de espectrofotometría en OD600, antes y después del uso de aeropulido con eritritol.
3. Comparar la eficacia en la disminución de la carga bacteriana de superficies de implantes tratados con ambas sustancias en el uso de aeropulido.

## 4. ANTECEDENTES

### 4.1 IMPLANTES

#### 4.1.1 Definición

Un implante dental es una raíz dental artificial colocada con el fin de poder fijar y soportar estructuras protésicas, ya sea coronas, puentes fijos o removibles. Las indicaciones van desde los espacios de un solo diente hasta el edentulismo (Rupp et al., 2018).

Los implantes dentales se utilizan ampliamente para restaurar la función, el aspecto estético y mejorar la función de masticación de los pacientes que se encuentran parcial o totalmente desdentados. Más de 50 años de investigación científica clínica han permitido mejorar continuamente los diseños de los implantes dentales, la topografía de la superficie de este mismo y un mejor entendimiento de la biología del hueso y los tejidos blandos. En comparación con la época del inicio de los implantes dentales en la práctica clínica hace medio siglo, la supervivencia de los implantes es hoy predecible, independientemente del largo del implante, el ancho del mismo, la calidad del hueso, el volumen óseo disponible y el protocolo de tratamiento quirúrgico o protésico (De Bruyn et al., 2017).

Los implantes dentales son la base para la estructura dental y el hueso adyacente (Elani et al., 2018). Los implantes una vez osteointegrados son una excelente opción de tratamiento, por sus altos índices de éxito y supervivencia a largo plazo mayor de 10 años (Batalha et al., 2021). Sin embargo, el éxito dependerá de las modificaciones que se presenten a largo plazo, ya que los implantes que si llegaron a funcionar y las prótesis posteriores pueden estar sometidos a posibles complicaciones mecánicas y biológicas (Renvert et al., 2018).

Los primeros sistemas de implantes dentales lanzados en las décadas de 1980 y 1990 tenían dos topografías superficiales distintas: el sistema de implantes Brånemark (Nobelpharma, Gotenburg, Suecia) mecanizado, con una superficie pulida y mínimamente

rugoso, desarrollado en Suecia, y los implantes microporosos de titanio pulverizado con plasma (Straumann, Basilea, Suiza), desarrollados en Suiza (De Bruyn et al., 2017).

La colocación de los implantes dentales los convierte parte del microambiente intraoral, donde una comunidad microbiana tiende a adherirse a una superficie y formar la biopelícula y, por consiguiente, dar como resultado las enfermedades periimplantarias. Por lo tanto, cuando en la superficie del implante llega a realizarse la colonización de bacterias se produce en un lapso de 30 minutos en la conexión del implante con el lecho quirúrgico, mientras que en el transcurso de una semana puede observarse una microbiota subgingival madura (Mensi et al., 2018).

La colocación de implantes dentales es un procedimiento exitoso ampliamente utilizado para personas que están total y parcialmente edéntulos, además de obtener resultados muy favorables a largo plazo, como documentan diversas investigaciones con altos porcentajes de éxito y supervivencia superiores al 95% (Buser et al., 2017).

#### **4.1.2 Indicaciones y contraindicaciones**

En nuestra sociedad la apariencia de los dientes es que sean totalmente estéticos y de forma armoniosa, ya que estos son atributos para tener una excelente sonrisa. El edentulismo total es el último grado dentro de lo que cabe en el problema periodontal pero afortunadamente, en muchos de los casos, existe una solución para sustituir un diente (Guillaume, 2016).

Por lo tanto, los implantes dentales son aceptados como el estándar de atención para la sustitución de un solo diente o múltiples dientes adyacentes perdidos, así como para apoyar una prótesis removible o fija en un paciente completamente edéntulo (Grisar et al., 2017).

La sostenibilidad de la implantología se basa principalmente en el análisis global de como se encuentre clínicamente el paciente y en la adaptación adecuada de las opciones quirúrgico-protésicas (Guillaume, 2016).

Existen ciertas indicaciones en donde se emplea el tratamiento con el uso de implantes dentales como lo es: agenesia dental, edentulismo parcial o total, traumatismo y además focos de infección que van a ocasionar la pérdida del órgano dentario (Guillaume, 2016). Por el contrario, también existen ciertas contraindicaciones como son los trastornos psiquiátricos, los problemas cardiovasculares graves, las neoplasias hematológicas y los ensayos terapéuticos en curso. Se presta especial atención a los pacientes que reciben bifosfonatos intravenosos por una enfermedad maligna. Debido al alto riesgo de inducir una osteonecrosis de los maxilares, las sociedades científicas y las agencias sanitarias consideran que los implantes dentales están prohibidos en estos casos concretos (Gomez-de Diego et al., 2014).

Aunque los implantes dentales ofrecen varias ventajas, es importante tener en cuenta que se pueden llegar a presentar diversas consecuencias o complicaciones en el tratamiento de este mismo. Los fracasos de los implantes pueden dividirse en: tempranos y tardíos. Un fracaso temprano es el resultado de la imposibilidad de poder lograr un contacto directo y duradero entre el hueso y el implante antes de la carga funcional. En estos casos, la cicatrización ósea tras la colocación del implante es nula o reducida, lo que da lugar a la producción de tejido cicatrizal entre el implante y el hueso circundante. Algunos estudios han identificado algunos parámetros como la edad, el sexo, las comorbilidades, el hábito de fumar tabaco, el tipo de edentulismo, la ubicación del implante, la longitud y el diámetro del implante, y la calidad y el volumen del hueso pueden llegar a ser diversas etiologías que influyen en el fracaso temprano del implante (Grisar et al., 2017).

#### **4.1.3 Oseointegración**

El pionero de la Implantología dental moderna fue el Profesor P.I. Brånemark (de la Universidad de Gotemburgo Suecia), el cual fue el que investigó uno de los primeros

estudios preclínicos y clínicos en la década de 1960 (Buser et al., 2017). El anclaje óseo directo de los implantes metálicos fue descubierto por Brånemark en 1962, tras ciertos experimentos con animales, y clínicamente se abordó en el año de 1965. El desarrollo de los implantes supuso un gran avance en las posibilidades de tratar a individuos parcial o totalmente edéntulos (Elani et al., 2018).

La palabra oseointegración fue añadida por Brånemark en 1976 y entonces se definió como un contacto directo entre los implantes y el hueso a nivel de resolución del microscopio óptico (Albrektsson & Wennerberg, 2019). En 1985 propuso una nueva definición de oseointegración la cual se define como una conexión estructural y funcional directa entre el hueso vivo ordenado y la superficie de un implante que soporta cargas. Este fenómeno conduce al buen funcionamiento de los implantes (Rasouli et al., 2018).

El implante dental oseointegrado es la producción de la unión biológica y mecánica del accesorio del implante en el hueso maxilar en condiciones de funcionamiento clínico normal. El proceso de oseointegración del implante es complejo y requiere varias semanas de cicatrización (Alghamdi & Jansen, 2020).

En la década de 1980, se establecieron muy pocas pautas quirúrgicas básicas para tener una correcta oseointegración. Estas pautas daban a conocer una técnica quirúrgica poco traumática para la preparación de la colocación del implante con el fin de evitar el sobrecalentamiento del hueso durante la preparación, en el momento de la colocación del implante buena estabilidad y un periodo de cicatrización de 3 a 6 meses sin carga funcional (Buser et al., 2017).

La oseointegración depende de parámetros como el tipo de biomaterial, el diseño del implante, los tratamientos superficiales, las técnicas quirúrgicas, la calidad y tipo de hueso y el cuidado del paciente. Se necesitan nanorecubrimientos/compuestos en el implante para mejorar la osteointegración, las respuestas inflamatorias, la osteólisis y conseguir una actividad antimicrobiana (Rasouli et al., 2018).

El éxito de la oseointegración es a causa del grado de estabilidad del implante que se produce tras su integración. Este resultado final está relacionado con dos términos los cuales fueron la estabilidad primaria y secundaria del implante. La estabilidad primaria se caracteriza por el compromiso mecánico del implante justo después de su inserción (Javed y Romanos, 2010; Orenstein et al., 2000), mientras que la estabilidad secundaria es el resultado de la regeneración y remodelación ósea alrededor del implante insertado (Meredith, 2008). Ambos están estrechamente relacionados, ya que si existe una mala estabilidad primaria puede tener como consecuencia el fracaso de los implantes (Javed y Romanos, 2010; Dorogoy et al., 2017).

La oseointegración es la falla de una serie de acontecimientos moleculares y celulares que se producen tras la colocación de un lecho implantario y el de un implante dental el cual conduce a la aposición del hueso recién formado estructuralmente en la superficie del implante. En pacientes sanos, la osteointegración de los implantes dentales es muy satisfactoria. Aunque, las condiciones sistémicas que afectan al metabolismo óseo pueden perjudicar la osteointegración, retrasando la cicatrización ósea y reduciendo el contacto hueso-implante. Además, varios estudios han demostrado que los pacientes periodontalmente comprometidos están expuestos a que en algún momento se pueda llegar a tener pérdida de implantes y complicaciones, en comparación con los pacientes periodontalmente sanos. Por estos motivos, la investigación biomédica sigue empeñada en desarrollar superficies que induzcan una osteointegración aún más rápida y fiable de los dispositivos implantados (Pellegrini et al., 2018).

Para comprender la cicatrización ósea en general y la osteointegración en particular, es necesario entender la biología y la inmunología del hueso. Las actividades celulares centrales del hueso están relacionadas con la interacción entre el osteoblasto que se encarga de formar hueso y el osteoclasto cuya función es restaurar hueso. La interacción osteoblasto-osteoclasto es fundamental para la homeostasis ósea, ya que interviene en el crecimiento, la cicatrización y la remodelación continua del esqueleto adulto; responde a las cargas y determina los niveles séricos de calcio. El metabolismo óseo depende de complejas vías de señalización y mecanismos de control, que incluyen la acción de varias

hormonas, citoquinas y factores de crecimiento. En un paciente con un implante dental, el metabolismo óseo se ve desafiado por un cuerpo extraño, que induce tensiones y presiones en el hueso circundante durante la carga funcional (Albrektsson et al., 2017).

En este sentido, el difícil y dinámico proceso de oseointegración se puede dar a través de una osteogénesis de contacto, en la superficie exterior del implante se invade de células óseas tras la fijación para crear hueso de nuevo, o mediante osteogénesis a distancia, en la que la formación de hueso viene precedida por la osteoclastogénesis del tejido existente. Tras el anclaje de los implantes dentales, se produce una serie de respuestas inmunitarias e inflamatorias, seguidas de angiogénesis y, finalmente, osteogénesis, para lograr la oseointegración. En ello influyen la forma de la superficie del implante debido a la capacidad de absorción de proteínas basada en la topografía y la hidrofilia de la superficie del implante. Así, la trombina y el fibrinógeno se adhieren a la superficie del implante. Posteriormente, los neutrófilos invaden la zona receptora del implante antes de que los monocitos y los macrófagos se infiltren en la zona. Estos acontecimientos desempeñan un papel clave en la homeostasis temprana, ya que liberan las citocinas y los factores de crecimiento que estimulan la deposición de la matriz de colágeno alrededor de la capa de óxido de titanio, lo que da lugar a la formación de un nuevo hueso tejido (normalmente ocurre 5 días después). En cuestión de 8 a 12 semanas, el hueso laminar inicia la estabilidad biológica, es decir, la oseointegración (Insua et al., 2017).

Además de la forma de la superficie biomimética del implante dental, la rugosidad de la superficie es otra característica determinante para el éxito de la osteointegración (Dundar et al., 2018).

#### **4.1.4 Superficies de implantes dentales**

Notablemente, desde los trabajos de los pioneros como: Brånemark, Zarb, Albrektsson, Schulte, Schroeder y otros en el área de la osteointegración, el material de elección para los implantes sigue siendo el titanio, aunque los materiales alternativos han cobrado un interés creciente, como lo es, la zirconia por sus superficies y su alta estética. Sin embargo,

los implantes de titanio siguen siendo el estándar de oro, primordialmente por su gran biocompatibilidad y a su capacidad para lograr la osteointegración (Rupp et al., 2018).

Recientemente, se ha estimado que los clínicos utilizan aproximadamente 1.300 tipos de implantes, que varían en cuanto a forma, material, dimensiones, características de la superficie y propiedades geométricas. Sin embargo, aún no está claro cuál es la mejor superficie para garantizar la conexión óptima entre la superficie con el hueso y el éxito clínico de los implantes dentales de titanio (Dundar et al., 2018).

Se ha sugerido que la topografía de la superficie del implante puede influir en los cambios de los niveles óseos periimplantarios y, por consiguiente, puede afectar a la incidencia de complicaciones biológicas como la periimplantitis (De Bruyn et al., 2017).

Los propósitos de las funciones de la superficie del implante le adquirieron importancia desde que, a principios de los años 80 del siglo pasado, cuando el investigador Albrektsson junto con colaboradores, fueron los principales en otorgar el concepto de osteointegración al descubrir que las propiedades de la superficie juegan un rol importante en la respuesta biológica a un implante. Se ha desarrollado una serie de cambios de la superficie de los implantes recubiertos por diferentes métodos de sustracción y adición, incluyendo el arenado, el grabado ácido con ácidos minerales, la oxidación anódica electroquímica, los recubrimientos de fosfato de calcio o varias combinaciones de estas técnicas, por ejemplo, superficies combinadas de arenado y grabado ácido (Rupp et al., 2018).

La superficie SLA se produce mediante una técnica de chorro de arena de grano grueso que confiere a la superficie de titanio una macrorrugosidad. Un procedimiento de grabado con ácido produce una microrrugosidad superpuesta. Los estudios in vitro muestran un aumento de la actividad celular que favorece un mayor contacto hueso-implante en un menor tiempo (Martin et al., 1995; Wong et al., 1995).

Por lo tanto, el Instituto Straumann (Basilea, Suiza) fue quien diseñó y desarrolló la superficie SLActive. Además, el proceso de esta superficie evita la contaminación de la

atmósfera ambiental y conserva el estado de la superficie. En la actualidad, es una de las superficies de implante superhidrófilas mejor investigadas. Los estudios indican que este tipo de superficie mejora las reacciones iniciales de cicatrización, lo que da lugar a una integración acelerada (Rupp et al., 2018).

Se ha mencionado que las superficies de los implantes están formadas por enlaces químicos que provocan un estado superficial de alta energía y, en caso de contacto con la atmósfera ambiental, una estrecha unión de contaminantes que disminuye la energía superficial. La falta de atención a la energía superficial y a la limpieza puede poner en riesgo las fases iniciales de la cicatrización de los tejidos tras la implantación (Rupp et al., 2018).

## **4.2 ENFERMEDADES PERIIMPLANTARIAS**

### **4.2.1 Salud periimplantaria**

Los tejidos duros y blandos periimplantarios se forman como resultado del proceso de cicatrización de una herida después de la colocación del implante. La salud periimplantaria se determina por la ausencia de signos clínicos tales como inflamación y enrojecimiento gingival, sangrado al sondeo, supuración, profundidad al sondeo variable. Asimismo, la salud periimplantaria puede existir en los implantes con un soporte óseo reducido (Berglundh, T., 2018; Caton et al., 2018).

El surco perimplantar en condiciones de salud, aledaño a implantes dentales, se ha caracterizado por estar colonizados predominantemente por bacilos y cocos grampositivos de forma similar a los dientes sanos (Daubert & Weinstein, 2019).

La salud periimplantaria tiene características clínicas similares con la salud periodontal alrededor de dientes naturales, más sin embargo, existen importantes diferencias entre ambos, especialmente en lo que respecta a su relación con los tejidos adyacentes y la fijación biológica (Araujo & Lindhe, 2018).

La función de las fibras de tejido conectivo, por medio de hemidesmosomas de las porciones de interfaz epitelial y de tejido conectivo hacia el dispositivo de implante dental contribuye a mantener el estado saludable de la mucosa periimplantaria (Berglundh et al., 2019).

La altura de los tejidos blandos alrededor del implante tras su colocación influye en la profundidad de sondeo inicial. La mucosa periimplantaria forma un sello hermético alrededor del componente transmucoso del propio implante, el pilar o la restauración. La profundidad de sondeo con salud periimplantaria debe ser  $\leq 5.0$  mm. También se debe de tomar en cuenta que la salud del tejido periimplantario tras el tratamiento de la periimplantitis puede existir con niveles variables de soporte óseo (Renvert et al., 2018).

El diagnóstico de salud periimplantaria conlleva de un estudio clínico visual que demuestre la falta de inflamación periimplantaria, la omisión de sangrado profuso (línea o gota) al sondeo, las profundidades de sondeo pueden variar en función de la altura de los tejidos blandos en el lugar del implante y por último, la falta de una pérdida mayor de hueso después de la cicatrización inicial, que no debe ser  $\geq 2$  mm (Araujo & Lindhe, 2018).

#### **4.2.2 Clasificación de enfermedades periimplantarias**

La agrupación de las enfermedades periimplantarias fue descrita en el Taller Mundial donde fueron organizadores la Academia Americana de Periodontología (AAP) y la Federación Europea de Periodontología (EFP) y se elaboró una nueva clasificación sobre dichas patologías en el año 2017. Se hizo un esfuerzo por inspeccionar todas las características de la salud periimplantaria, las patologías y hallazgos más relevantes de las afecciones además de las deformidades oseas en la zona del implante para lograr un acuerdo para esta clasificación que pudiera ser aceptada mundialmente (Caton et al., 2018).

Las enfermedades periimplantarias, tales como la mucositis periimplantaria y la periimplantitis, se determinaron por primera vez en el Primer Taller Europeo de Periodoncia celebrado en Ittingen, Suiza en 1993. La mucositis periimplantaria se considera el antecesor de la periimplantitis (Heitz-Mayfield & Salvi, 2018).

La prevalencia de la mucositis periimplantaria dio un porcentaje del 29.48% basada en el implante y en el sujeto fue del 46.83%, respectivamente, y la prevalencia de la periimplantitis basada en el implante y en el sujeto fue del 9.25% y del 19.83%, respectivamente (Rokaya et al., 2020).

La Academia Americana de Periodontología (AAP) ha descrito que la mucositis periimplantaria es una patología que presenta inflamación de los tejidos blandos circundantes de un implante dental, con ausencia de pérdida ósea después de la remodelación ósea inicial que se puede dar durante la cicatrización tras la colocación del implante. El origen de la mucositis periimplantaria es la aglomeración de placa dentobacteriana alrededor del implante (Renvert et al., 2018).

El diagnóstico de mucositis periimplantaria requiere la presencia de signos de inflamación periimplantaria: tejido blando enrojecido, inflamación gingival, consistencia de los tejidos blanda en lugar de firme, además de la presencia de sangrado profuso (línea o gota) y/o supuración al sondeo. Un aumento de la profundidad de sondeo en comparación con los registros iniciales y la ausencia de pérdida ósea más allá de los cambios de nivel óseo crestral resultantes de la remodelación inicial sugieren que pudiera tratarse de una mucositis periimplantaria (Renvert et al., 2018).

Por otra parte, entre los pacientes que no siguen una terapia periodontal de apoyo a los implantes (TSI), la mucositis periimplantaria es un hallazgo relevante con una prevalencia del 48% durante un seguimiento de evolución de 9 a 14 años. Por tanto, el tratamiento de la mucositis periimplantaria debe considerarse una condición previa para la evitar la periimplantitis (Heitz-Mayfield & Salvi, 2018).

La periimplantitis se definió como una enfermedad relacionada a la placa dentobacteriana que se produce en el tejido que rodea a los implantes dentales, determinada por la inflamación de la mucosa periimplantaria y posteriormente la ausencia progresiva del hueso de soporte. Por lo tanto, esta se relaciona al mal control de la placa dentobacteriana y pacientes con previa periodontitis grave. La aparición puede producirse de forma temprana tras la colocación del implante, tal y como indican los estudios radiográficos (Caton et al., 2018).

La valoración de periimplantitis consta de la evidencia de inflamación en los tejidos blandos periimplantarios relacionados con sangrado al sondeo y/o supuración, aumento de la profundidad de sondeo en semejanza con las medidas obtenidas y una disminución ósea progresiva en relación con el estudio radiográfico del nivel óseo al año posterior de la rehabilitación protésica soportada por implantes. Sin embargo, la falta de radiografías y profundidades de sondeo iniciales, la evidencia radiográfica de un nivel óseo  $\geq 3$  mm y/o profundidades de sondeo  $\geq 6$  mm junto con un sangrado profuso representa una periimplantitis (Renvert et al., 2018).

Por lo tanto, los resultados de un estudio a largo plazo que incluía a pacientes con mucositis indicaban la relevancia del control de la placa dentobacteriana en la prevención de la periimplantitis. El análisis mostró que el porcentaje de periimplantitis durante un periodo de 5 años fue menor en los pacientes que asistían a la terapia de mantenimiento (18%) en comparación con los individuos que no recibían cuidados de apoyo (44%). Estos resultados coinciden con los de Rocuzzo et al., 2011. Existen pruebas que la falta del control de la placa dentobacteriana y la ausencia de una terapia de mantenimiento regular constituyen indicadores de riesgo de periimplantitis (Schwarz et al., 2018).

#### **4.2.3 Tratamiento**

Las enfermedades periimplantarias tiene en común características clínicas y etiologías parecidas a las enfermedades periodontales, por lo que se han adoptado tratamiento similares para gestionarlas; sin embargo, los resultados del tratamiento pueden variar. El tratamiento de terapia periodontal de apoyo (TSI) aumenta la tasa de supervivencia de los

implantes. La terapia periodontal de apoyo a largo plazo se recomienda para las enfermedades periimplantarias. Sus primordiales enfoques son el control de la infección, la prevención de la progresión de la patología y la restauración del hueso perdido. Este seguimiento resalta la continuidad del individuo con implantes con el seguimiento periódico de la placa y el cálculo, y el estudio radiográfico de la pérdida ósea (Rokaya et al., 2020).

El tratamiento de la mucositis periimplantaria debe incluir el control de la placa del paciente y por el profesional. Ambos tienen como objetivo impedir mecánicamente la formación de la biopelícula, sin alterar sobre la superficie del implante o del pilar. El control de la placa administrado por el individuo puede realizarse con cepillos dentales manuales o eléctricos, cepillos interdentes, hilo dental y diversos cepillos especiales. Esta técnica mecánica puede complementarse con agentes antimicrobianos y/o antisépticos. Por lo tanto, el objetivo principal es prevenir el desarrollo de la mucositis periimplantaria mejorando la higiene bucal del paciente, pero también proporcionándole una restauración que pueda mantenerse limpia (Klinge et al., 2018).

En el tratamiento de las enfermedades periimplantarias son fundamentales los métodos no quirúrgicos de eliminación de la placa dentobacteriana en la zona supra-mucosa alrededor de los implantes. Sin embargo, en los casos de periimplantitis grave, los procedimientos no quirúrgicos pueden ser insuficientes y se requiere una terapia de acceso quirúrgico. Los métodos utilizados en el tratamiento quirúrgico de la periimplantitis con el objetivo de resolver la lesión del tejido conectivo han incluido diferentes procedimientos mecánicos para eliminar la biopelícula de la superficie del implante (Berglundh, Wennström, & Lindhe, 2018; Carcuac et al., 2017, 2016; Heitz-Mayfield et al., 2018; Rocuzzo, Pittoni, Rocuzzo, Charrier, & Dalmaso, 2017; Schwarz, John, Schmucker, Sahm, & Becker, 2017; Serino, Turri, & Lang, 2015).

Existen diferentes tratamientos no quirúrgicos de la enfermedad periimplantaria que constan de tratamientos mecánicos, químicos, antibióticos, láseres y fisioterapia de higiene oral. El desbridamiento mecánico reduce la inflamación al eliminar la placa

microbiana de la superficie del implante. Los métodos de eliminación mecánica de la placa pueden combinarse con antibióticos o métodos quirúrgicos para obtener un mejor resultado (Rokaya et al., 2020).

El tratamiento quirúrgico tiene como objetivo acceder a la lesión inflamatoria en la periimplantitis. Se recomienda la intervención quirúrgica para el tratamiento de dicha enfermedad para obtener un resultado exitoso. El procedimiento quirúrgico consta de un colgajo de acceso y el desbridamiento, el colgajo de acceso y el recontorneo óseo o la cirugía resectiva, y los procedimientos regenerativos mediante injertos óseos con o sin membrana. Si el tratamiento no quirúrgico de la periimplantitis fracasa o si la enfermedad periimplantaria se encuentra en una fase moderada o grave, puede considerarse el tratamiento quirúrgico (Rokaya et al., 2020).

Los elementos clave en la prevención de las enfermedades periimplantarias son la información y la instrucción exhaustivas sobre las medidas de higiene bucal alrededor de los implantes y un programa de terapia de apoyo de seguimiento personalizado que tenga en cuenta las necesidades específicas y los posibles factores de riesgo/indicadores de riesgo que presente cada paciente (Berglundh et al., 2019).

#### **4.2.4 Fase de mantenimiento periodontal y periimplantar**

Se ha demostrado que el control de la biopelícula es eficaz alrededor de los dientes y los implantes. En la literatura existen estudios a largo plazo que apoyan la importancia del mantenimiento periodontal. En conjunto, demuestran que incluso los pacientes con periodontitis muy avanzada o con mayor riesgo de enfermedad pueden ser tratados con éxito y mantenerse a largo plazo. Por el contrario, se dispone de pocos datos sobre el mantenimiento a largo plazo de los implantes dentales (Rösing et al., 2019).

La principal conclusión fue que la relevancia del mantenimiento periimplantario tenía un importante impacto sobre la incidencia de las patologías periimplantarias. Se estableció un programa de mantenimiento que incluía evaluaciones periimplantarias/periodontales, control profesional de la biopelícula e instrucciones de higiene oral con un intervalo de 6

meses. Se registraron la profundidad de sondeo, la pérdida de adhesión periimplantaria y el sangrado al sondeo en todos los implantes y dientes. En la actualidad, las medidas cruciales para lograr el éxito a largo plazo del tratamiento con implantes incluyen la instrucción sobre higiene oral y la eliminación mecánica profesional de la placa (Rösing et al., 2019).

## **4.3 AEROPULIDOR**

### **4.3.1 Características**

En la terapia periodontal de apoyo, la eliminación mecánica de la placa subgingival que se realiza con frecuencia en bolsas que superan los 3 mm de profundidad de sondeo se ha demostrado que es necesaria para el mantenimiento de la salud periodontal (Petersilka, Steinmann, et al., 2003).

La terapia de mantenimiento periodontal implica principalmente la eliminación de la biopelícula supra y subgingival. Se introdujo un dispositivo de pulido por aire con polvo de bicarbonato sódico como agente abrasivo y se introdujo para su uso clínico como alternativa a las técnicas convencionales para la eliminación de la placa (Simon et al., 2015).

El desbridamiento mecánico suele tener ciertas limitaciones que pueden comprometer los resultados del desbridamiento subgingival (Abdulbaqi et al., 2021). En el esmalte, la eliminación de la placa puede llevarse a cabo de forma cómoda y eficaz con dispositivos de pulido por aire (Petersilka, Steinmann, et al., 2003). Se considera que el raspado ultrasónico tiene ventajas sobre la instrumentación manual, ya que requiere menos tiempo y es más ergonómico (Zhu et al., 2021).

La colocación de implantes dentales los convierte en parte del microambiente intraoral, donde una compleja comunidad microbiana tiende a adherirse a cualquier superficie disponible y construir una biopelícula. Por estas razones, una gran cantidad de literatura

se centra en el desarrollo de innovadores compuestos de restauración dental (Mensi et al., 2018).

El dispositivo de pulido de aire rediseñado, el Prophy-jet ®, funciona dirigiendo una suspensión presurizada de bicarbonato de sodio en agua tibia sobre la superficie del diente, a una distancia sugerida de 4-5 mm y una angulación de alrededor de 60 grados. Corriente de partículas abrasivas transportadas a la superficie del diente por un vehículo no abrasivo y en el caso del Prophy-jet ®, el abrasivo es bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) con fosfato tricálcico (añadido hasta un 0.8% del peso para mejorar las características de flujo) y el vehículo no abrasivo es una combinación de agua y aire. El ajuste del agua en polvo, la distancia del chorro a la superficie tratada y la forma y tamaño de las partículas utilizadas controlan la eficacia del dispositivo. Es un método que ahorra tiempo, es seguro y eficaz para la eliminación de manchas minimizando así la fatiga del operador y del paciente (Bains et al., 2009).

#### **4.3.2 Usos en odontología**

El pulido con aire se utiliza en varias aplicaciones odontológicas que requieren la eliminación de la biopelícula bacteriana. Entre ellas, el tratamiento de la periodontitis y la periimplantitis tiene una importancia considerable, ya que estas enfermedades son un problema de salud pública mundialmente (Drago et al., 2014).

Durante la terapia periodontal inicial o de apoyo, los aparatos de pulido, como copas de hule giratorios con pasta de pulir o dispositivos de pulido con aire en polvo, se utilizan con frecuencia para la desinfección profesional de la placa supragingival. Hoy en día, los dispositivos de pulido de aire en polvo han superado los sistemas convencionales de pasta de pulido con copa de goma para la eliminación de la placa supragingival cuando llega a superficies que son inaccesibles a un dispositivo giratorio (Bains et al., 2009).

Los instrumentos manuales o raspadores ultrasónicos oscilantes pueden utilizarse para reducir la microflora subgingival; sin embargo, su aplicación requiere mucho tiempo y

son técnicamente exigentes, y puede provocar pérdida de sustancia radicular clínicamente relevante con el tiempo. Como alternativa a las curetas o a los raspadores sónicos y ultrasónicos, los dispositivos de pulido por aire, polvo abrasivo y agua pueden utilizarse para la eliminación de la placa (Petersilka, Tunkel, et al., 2003).

Los dispositivos de pulido con aire se introdujeron para uso clínico como una alternativa a las técnicas convencionales de eliminación de biopelículas, y se considera que consumen menos tiempo y son capaces de eliminar la biopelícula supragingival y subgingival de manera eficaz. Además, pueden alcanzar y pulir áreas que son difíciles para la instrumentación manual y el raspado ultrasónico. El material original utilizado en el pulido al aire era el bicarbonato de sodio, que es un agente eficaz para eliminar la biopelícula supragingival, y el pulido al aire parece consumir menos tiempo en comparación con los métodos convencionales (Zhu et al., 2021).

La formación de una biopelícula en la superficie del implante desempeña un importante papel etiológico de la mucositis periimplantaria y la periimplantitis, y el tratamiento para ambas condiciones debe incluir la eliminación de la biopelícula para restablecer el estado de salud periimplantario. Los procedimientos de descontaminación consisten en intervenciones quirúrgicas y no quirúrgicas que adoptan una serie de dispositivos diferentes, como los mecánicos: curetas de titanio, plástico y acero, raspadores ultrasónicos, gasas de algodón y aire abrasivo (Moharrami et al., 2019).

La abrasión por aire se ha descubierto que es una técnica alternativa para la eliminación de la biopelícula tanto en dientes naturales como en implantes dentales (Abushahba et al., 2021).

#### **4.3.3 Tipos de aeropulido**

El objetivo principal de la terapia periodontal de apoyo es el mantenimiento de la salud periodontal. Este procedimiento se ha realizado generalmente mediante instrumentos manuales, como las curetas Gracey, dispositivos motorizados, como ultrasónicos o sónicos, también se han utilizado dispositivos de pulido por aire. Los polvos abrasivos

para pulir con aire disponibles en el mercado incluyen carbonato de calcio, glicina, bicarbonato de sodio, fosfosilicato de calcio y trihidróxido de aluminio. Unos ejemplos de estos aeropulidores son Clinpro™, Prophy Powder™, 3M® ESPE™, y EMS Perio Powder® (Kargas et al., 2015).

Los depósitos bacterianos también pueden eliminarse mediante "pulido con aire", una tecnología para limpiar o pulir una superficie con un chorro de aire comprimido que contiene un polvo abrasivo. Usando un agente poco abrasivo y una boquilla que se puede introducir en una bolsa periodontal, es posible eliminar la biopelícula subgingival de las superficies radiculares en las bolsas residuales (Müller et al., 2014).

En comparación con el bicarbonato de sodio, la glicina es inodoro, poco abrasivo y altamente soluble en agua. Además, se ha demostrado que la glicina tiene un efecto inmunomodulador, antiinflamatorio y citoprotector del tejido periodontal, lo que la convierte en un material excelente para el pulido periodontal con aire. Un estudio anterior demostró que el pulido con aire con glicina podría ahorrar la mitad del tiempo de tratamiento y duplicar la comodidad en comparación con el pulido ultrasónico y el pulido con copa de goma (Lu et al., 2018).

## **4.4 BICARBONATO DE SODIO**

### **4.4.1 Composición**

Los iones de sodio ( $\text{Na}^+$ ) y bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) son componentes normales del cuerpo humano. El bicarbonato es el principal amortiguador de líquido extracelular (plasma y líquido intersticial) y saliva. La fermentación de los carbohidratos en la boca produce los ácidos y, a su vez, reduce el pH. Esta mayor concentración de  $\text{H}^+$  es neutralizada por el  $\text{HCO}_3^-$  salival para formar agua y dióxido de carbono. De manera similar, cuando el bicarbonato de sodio se disuelve en agua, se ioniza y forma iones  $\text{HCO}_3^-$  que luego reaccionan con los iones  $\text{H}^+$  de los ácidos (Chandel et al., 2017).

Los primeros dentífricos incluían componentes naturales, en forma de partículas grandes, y eran bastante abrasivos. Las sales, ya sea cloruro de sodio, bicarbonato de sodio o una mezcla de ambos, también se han empleado para la limpieza de dientes por su fácil accesibilidad y bajo costo (Drago et al., 2014).

Los agentes abrasivos sirven para pulir y eliminar la placa y las manchas con la ayuda de un cepillo de dientes. Los agentes abrasivos se clasifican en 4 clases fundamentales: carbonato, fosfato, sílice y otros tipos, por ejemplo, óxido de aluminio, arcillas y óxidos. La dentina tiene un valor de dureza de Moh de 2.0 a 2.5, mientras que el bicarbonato de sodio tiene un valor de 2.5, el valor del dióxido de sílice hidratado oscila entre 2.5 a 5.0, y el de la alúmina es de 9.25. En teoría, cuanto más duro sea el agente, más abrasivo y, por tanto, más eficaz para eliminar la placa dentobacteriana y las manchas (Myneni, 2017).

#### **4.4.2 Efectos en la carga microbiana**

Las placas o biopelículas son acumulaciones multicapa que incluyen la adhesión inicial de las células microbianas a la superficie del diente a nivel de la película. En esta fase, la formación de la placa se considera reversible; sin embargo, si se deja que se acumule, se forma una unión más fuerte (Kargas et al., 2015).

*Streptococcus mutans* y *Lactobacillus spp* son las principales bacterias relacionadas con la caries dental, ya que pueden producir ácidos al romper los sacáridos de la dieta y mantener la acidez durante un período prolongado. Se ha descubierto que la cariogenicidad de estas bacterias se reduce cuando el pH aumenta a neutro o superior. Además de la propiedad de neutralización de ácidos, también se ha informado que el bicarbonato de sodio es bactericida contra bacterias cariogénicas. Estudios han comparado el cloruro de sodio y el bicarbonato de sodio y han descartado el papel de los iones de sodio en la actividad bactericida (Kargas et al., 2015).

El bicarbonato de sodio es un bactericida que elimina la mayoría de los patógenos periodontales. Muchas investigaciones clínicas no han hallado diferencias importantes en cuanto a la respuesta periodontal al bicarbonato de sodio en comparación con otros

dentífricos comerciales, probablemente debido a su rápida eliminación del surco gingival (Myneni, 2017).

Hasta la fecha, se ha utilizado una variedad de soluciones medicadas y no medicadas que poseen propiedades antimicrobianas, antiinflamatorias o recubrimiento de la mucosa, tales como enjuagues bucales suaves como solución salina al 0.9%, solución de bicarbonato de sodio (SB) o solución salina-SB para el cuidado de la salud bucal que no solo otorgan comodidad del paciente, sino que también ayudan a mantener el contenido de humedad de la boca, barreras epiteliales y, por lo tanto, también ayudan a disminuir el riesgo de infección secundaria (Chandel et al., 2017).

#### **4.4.3 Uso en odontología**

El bicarbonato de sodio se puede emplear como un producto de cuidado bucal habitual, dentro de un régimen preventivo y también como un medicamento para tratar enfermedades. Se ha informado que el bicarbonato de sodio en la bolsa periodontal ayuda en la curación de los tejidos periodontales junto con el desbridamiento mecánico. Se ha encontrado que la concentración bactericida mínima de bicarbonato de sodio contra los principales patógenos periodontales es de 2.5 a 5%. También se ha recomendado la irrigación subgingival con bicarbonato de sodio para el tratamiento no quirúrgico de la periodontitis agresiva (Myneni, 2017).

El bicarbonato de sodio puede no ser la "solución mágica" para evitar enfermedades dentales, pero su seguridad (si se ingiere), baja abrasividad, bajo costo y compatibilidad con el flúor lo transforman en un ingrediente dentífrico consumado (Chandel et al., 2017).

En tres de los estudios que compararon diferentes niveles de bicarbonato de sodio, el cepillado con dentífricos con concentraciones más altas de bicarbonato de sodio eliminó constantemente más placa numéricamente que los que contenían niveles más bajos. Los dentífricos de bicarbonato de sodio mejoraron la eficacia de eliminación de placa del cepillado de dientes en un grado significativamente mayor que los productos dentífricos sin bicarbonato de sodio (Chandel et al., 2017).

El material original utilizado en el pulido al aire era el bicarbonato de sodio, que es un agente eficaz para eliminar la biopelícula supragingival, y el pulido al aire parece consumir menos tiempo en comparación con los métodos convencionales. Sin embargo, el tamaño medio de partícula, la dureza y la forma de los polvos de bicarbonato de sodio utilizados en los aeropulidores hicieron que los polvos fueran muy abrasivos (Zhu et al., 2021). El bicarbonato de sodio también es útil en la eliminación de la biopelícula de los discos de titanio microestructurados (Mensi et al., 2018).

Dado que el bicarbonato de sodio puede provocar la erosión del esmalte, debe utilizarse con cuidado en superficies con esmalte desmineralizado; además, ocasionalmente provoca corrosión en materiales de restauración como la amalgama, el oro o resina (Park et al., 2018).

## **4.5 ERITRITOL**

### **4.5.1 Composición**

El eritritol es un alcohol-azúcar biocompatible, no cariogénico y no tóxico introducido recientemente en la formulación de un polvo de baja abrasividad, en combinación con la clorhexidina (eritritol/CHX) (Mensi et al., 2018).

El eritritol se ha utilizado como edulcorante artificial en la industria alimentaria (Abdulbaqi et al., 2021). El eritritol, un alcohol de azúcar (poliol), es un agente no tóxico, químicamente neutro y soluble en agua que se utiliza como aditivo alimentario (Müller et al., 2014).

Se excreta eficazmente por los riñones, por lo que tiene menos capacidad de provocar cambios en los niveles plasmáticos de glucosa e insulina y de inducir efectos secundarios gastrointestinales que otros alcoholes de azúcar (Drago et al., 2014).

En los últimos años, se ha introducido el polvo de eritritol para su uso en un nuevo dispositivo de pulido de aire. El eritritol es adecuado para la eliminación de la biopelícula debido a su tamaño de partícula relativamente pequeño y a sus propiedades químicas estables, en relación con la glicina (Park et al., 2018).

#### **4.5.2 Efectos en la carga microbiana**

Los estudios in vitro informan que el eritritol parece ser más eficaz en términos de eficacia de limpieza en comparación con los polvos utilizados anteriormente (p. Ej., glicina y bicarbonato de sodio). Además, los estudios describen una reducción más eficaz de la biopelícula bacteriana y la inhibición del recrecimiento de la biopelícula después del tratamiento, la mejora de la unión celular, la viabilidad celular y la proliferación de osteoblastos (Hentenaar et al., 2021).

Entre la familia de los polioles, el eritritol muestra la mayor actividad inhibidora hacia las bacterias cariogénicas, tanto in vitro como in vivo. También puede disminuir la capacidad de adherencia de varios estreptococos orales. El eritritol también es eficaz contra algunas bacterias periodontales, como *Porphyromonas gingivalis* (Park et al., 2018).

El eritritol tiene propiedades antibacterianas contra los patógenos periodontales. El uso del aeropulidor con eritritol para el tratamiento de bolsas periodontales, mostró resultados microbiológicos similares a los obtenidos con el desbridamiento subgingival (Abdulbaqi et al., 2021).

Se ha demostrado que el eritritol altera la microestructura y el perfil metabólico de la biopelícula producida por *Streptococcus gordonii* y *Porphyromonas gingivalis* en condiciones in vitro (Hashino et al., 2013). Además, un ensayo controlado aleatorio demostró que el pulido con aire de eritritol era eficaz para eliminar la placa dental durante la instrumentación repetida de las bolsas residuales en el tratamiento periodontal de apoyo. La combinación de agentes capaces de alterar la integridad estructural de la biopelícula (por ejemplo, el eritritol) con agentes químicos con propiedades antimicrobianas

establecidas (por ejemplo, la clorhexidina) podría representar una nueva estrategia para eliminar la biopelícula (Drago et al., 2014).

Utilizando un agente poco abrasivo y una boquilla que puede introducirse en una bolsa periodontal, es posible eliminar la biopelícula subgingival de las superficies radiculares en bolsas residuales (Petersilka, Tunkel, et al., 2003).

#### **4.5.3 Uso en odontología**

La periodontitis y la periimplantitis son infecciones bacterianas asociadas a una compleja microbiota de la biopelícula dental que inducen una respuesta inflamatoria local y sistémica, lo que conduce a la destrucción del tejido periodontal o periimplantario (Drago et al., 2014).

El pulido con aire con eritritol/CHX en la terapia de mantenimiento periodontal mostró resultados clínicos comparables a los del desbridamiento ultrasónico, manual y una mayor disminución de los sitios positivos para *Aggregatibacter Actinomycetemcomitans (A.a)*. Recientes estudios in vitro han demostrado que el eritritol/CHX no provoca cambios en la topografía del cuello del implante (Mensi et al., 2018).

Los efectos del pulido al aire con polvo de eritritol sobre la dentina se han comparado con el bicarbonato de sodio y el polvo de glicina in vitro. El eritritol indujo la menor pérdida de volumen y profundidad del defecto y produjo la superficie más lisa (Müller et al., 2014).

Recientemente, se ha prestado mucha atención al uso del pulido con aire de polvo de eritritol debido a su efecto no traumático en los tejidos blandos y duros. Además, las partículas de tamaño micrométrico de eritritol (~14 µm) son más seguras para el desbridamiento subgingival cuando se combinan con una novedosa boquilla de plástico (Abdulbaqi et al., 2021).

Actualmente, se ha diseñado una nueva formulación consistente en una combinación de eritritol y clorhexidina para la eliminación de biopelículas (Drago et al., 2014). El uso de un dispositivo de pulido por aire con polvo de eritritol resultó de gran eficacia en la eliminación de las biopelículas supragingivales y subgingivales cuando se realizó una terapia periodontal de apoyo. Es importante destacar que el uso de eritritol fue más eficaz en términos de comodidad y eficiencia de tiempo (Park et al., 2018).

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 Diseño de estudio**

La presente investigación es un estudio comparativo, abierto, experimental, prospectivo y transversal.

### **5.2 Universo de estudio**

Se evaluó un sistema de implantes dentales bone level JD Evolution SLA de 4.3 mm de diámetro x 10 mm de largo ( $\text{Ø}$  4.3x10) e implantes dentales bone level Straumann SLA de 4.1 mm de diámetro x 10 mm de largo ( $\text{Ø}$  4.1x10).

### **5.3 Tamaño de la muestra**

Se estimó un tamaño de muestra de 24 implantes dentales de los cuales 10 fueron JD Evolution, 5 de ellos fueron tratados con bicarbonato de sodio, y los otros 5 fueron con eritritol; los otros 10 fueron Straumann, 5 de ellos se trataron con bicarbonato de sodio y los otros 5 con eritritol durante 1 minuto. Los 4 implantes restantes: 2 de ellos fueron grupo control positivo (medio estéril) siendo: 1 implante JD Evolution y 1 implante Straumann, y los otros 2 fueron el grupo control negativo (bacteria) siendo: 1 implante JD Evolution y 1 implante Straumann.

### **5.4 Criterios de selección**

Se incluyó dos diferentes sistemas de implantes dentales, el sistema JD Evolution con implante bone level con superficie SLA ( $\text{Ø}$  4.3x10) y el sistema Straumann con implante bone level con superficie SLA ( $\text{Ø}$  4.1x10). Se excluyeron implantes que estuvieran defectuosos de fábrica, implantes con diferentes superficies. Se consideró a eliminación a implantes fracturados, implantes que se contaminen con otro agente biológico o implantes que se extravíen durante el estudio.

## 5.5 Descripción de procedimientos

### 5.5.1 Preparación del cultivo bacteriano

Los microorganismos que se utilizaron fueron *P. gingivalis* (ATCC BAA-308/W83), *S. gordonii* (ATCC 10558) y *F. nucleatum* (ATCC 23726). El medio de cultivo fue de 30 g/L de caldo de tripticaseína de soya (TSB) y se incubó a 37° C durante 7 días (Millones-Gómez et al., 2021).

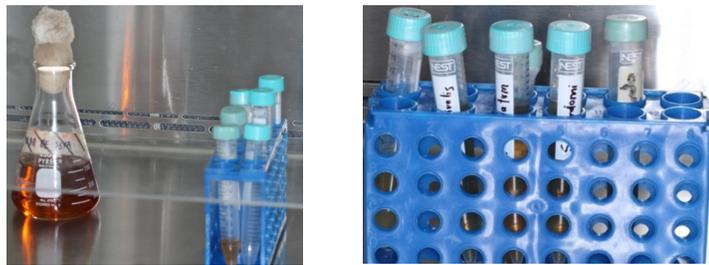


Figura 1. Preparación del cultivo bacteriano con las bacterias *P. gingivalis*, *S. gordonii* y *F. nucleatum*.

### 5.5.2 Inoculación del medio de cultivo al implante dental

Se inoculó una colonia de cada cepa bacteriana en tubos de 15 mL de TSB a 37 ° C bajo anaerobiosis hasta alcanzar la fase de crecimiento exponencial de cada cepa, es decir, una densidad óptica a 550 nm de 0.125 (escala McFarland 0.5), que equivale a  $1 \times 10^6$  UFC/mL, lo que tomó 4.5 horas para *S. gordonii*, 8 horas para *F. nucleatum* y 4 horas para *P. gingivalis*. Posteriormente, se colocó el implante en los tubos y se dejó incubando 24 horas en condiciones anaeróbicas. (Millones-Gómez et al., 2021).



Figura 2. Inoculación del medio de cultivo al implante dental JD Evolution y Straumann.

### 5.5.3 Tratamiento de la superficie del implante

Después de 24 horas de la inoculación, se utilizó el aeropulido para llevar a cabo el protocolo de desinfección con bicarbonato de sodio y eritritol durante 1 minuto. Después de la desinfección se realizó la lectura con espectrofotometría con densidad óptica (OD600) y se capturó la base de datos (Batalha et al., 2021).

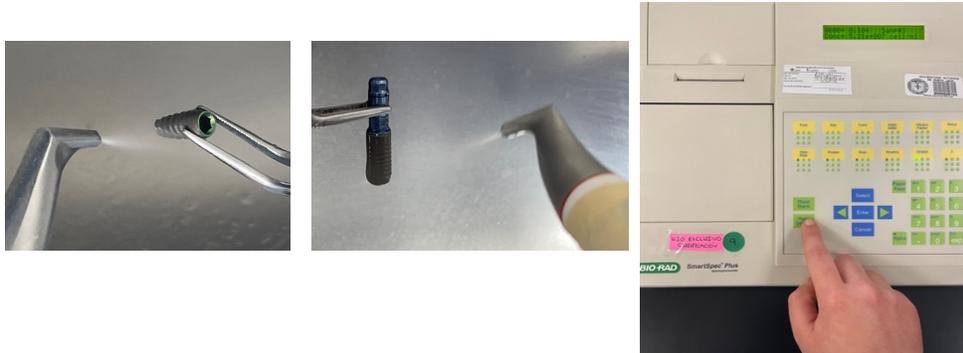


Figura 3. Tratamiento de la superficie del implante JD Evolution y Straumann con bicarbonato de sodio y eritritol, además se analizó mediante la espectrofotometría y se capturó la base de datos.

### 5.6 Análisis estadístico

Se utilizó el programa Microsoft Excel para capturar y recopilar la base de datos. Por otra parte, se utilizó el análisis estadístico descriptivo para analizar los grupos de estudio con el objetivo de identificar sus características.

Otro modelo estadístico analítico fue la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para comparar la función de distribución acumulada empírica de los datos de la muestra con la distribución esperada si los datos fueran normales. Si el valor p de esta prueba es menor que el nivel de significancia ( $\alpha$ ) elegido, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que se trata de una población no normal.

La prueba de Shapiro-Wilk para saber si la muestra aleatoria proviene de una distribución normal, además de ser utilizada en muestras pequeñas.

Otro de los modelos estadísticos fue la prueba t de student para comparar la media de dos grupos de datos y determinar si son significativamente diferentes entre sí.

El último modelo de análisis de datos en el presente estudio fue el análisis de varianza (ANOVA). La prueba consistió en obtener el promedio y las varianzas de los datos de cada uno de los grupos y confrontarlos entre sí, evidenciando si existiera diferencia, estadísticamente significativa, entre las varianzas de los grupos experimentales de estudio.

Todas las pruebas aplicadas al presente proyecto fueron realizadas considerando un nivel de confiabilidad de 95% ( $1-\alpha: 0.95$ ).

### **5.7 Consideraciones éticas**

"Todos los procedimientos estarán de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento de la ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud.

Título segundo, capítulo I, Artículo 17, Sección I, investigación sin riesgo, no requiere consentimiento informado.

Título segundo, capítulo V. De la investigación en grupos subordinados. Artículo 57. Estudiantes, trabajadores de laboratorios y hospitales, empleados y otros.

## 6. RESULTADOS

### 6.1 Análisis de las superficies de implantes JD Evolution y Straumann

Como podemos observar en la figura 4 y 5, en ambos grupos de implantes con el uso de aeropolido con eritritol y bicarbonato de sodio no se encontró una diferencia significativa en la disminución de la carga bacteriana implementada en ambas superficies de implantes. Dentro de los rangos para ambos implantes dio un resultado de  $1.50E+08$  a  $2.00E+08$ . Lo cual significa que ambas superficies son iguales.

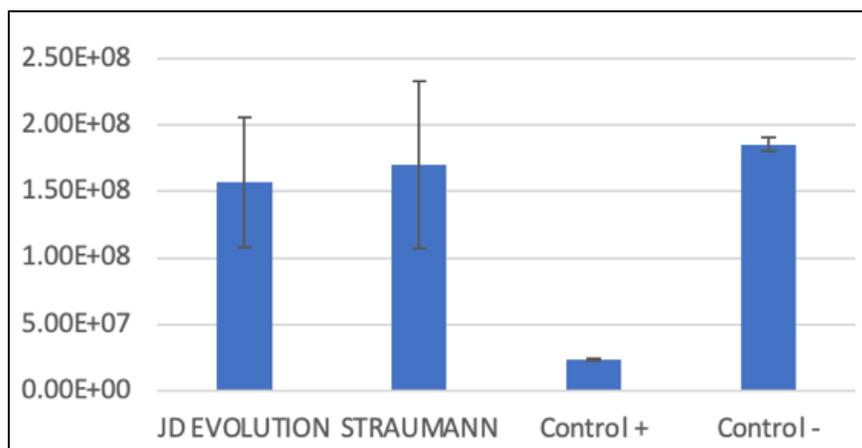


Figura 4. Concentración de eritritol sobre la superficie de implantes JD Evolution y Straumann.

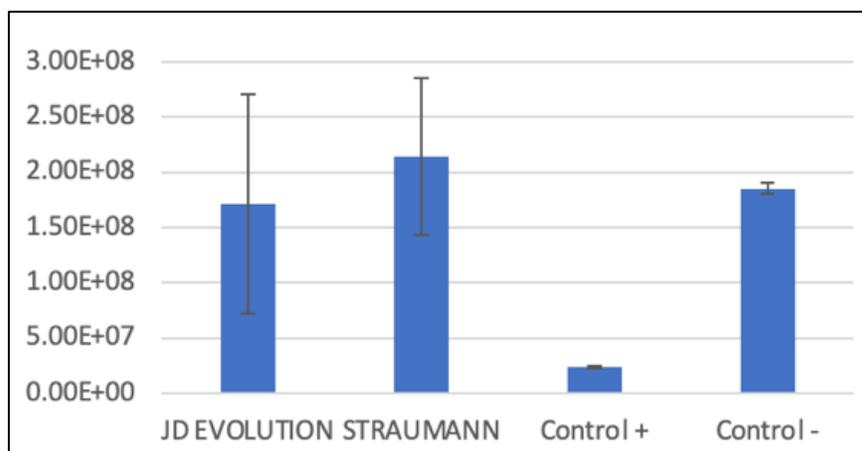


Figura 5. Concentración de bicarbonato de sodio sobre la superficie de implantes JD Evolution y Straumann.

## 6.2 Comparación del polvo eritritol y bicarbonato de sodio

La comparación entre el polvo eritritol y bicarbonato de sodio sobre las superficies de implantes JD Evolution y Straumann se muestra en las figuras 6 y 7, en las cuales no se observó una diferencia significativa en cuanto a la disminución de carga bacteriana. Dando como resultado el rango entre  $1.50E+08$  a  $2.00E+08$ .

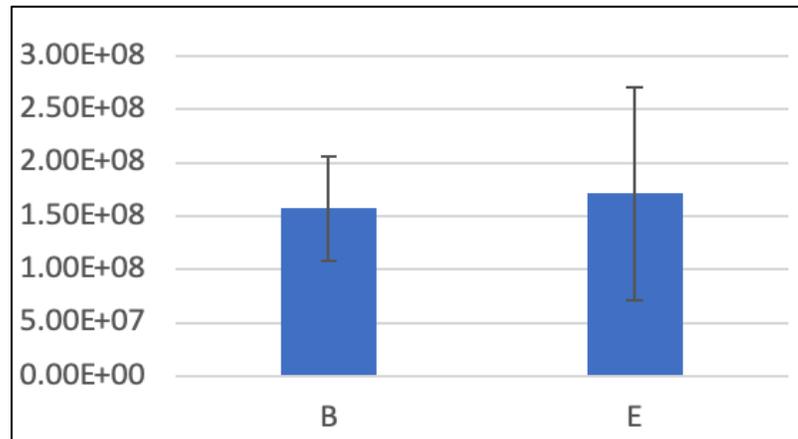


Figura 6. Comparativa del polvo de eritritol y bicarbonato en la superficie del implante JD Evolution en cuanto a la disminución de la carga bacteriana.

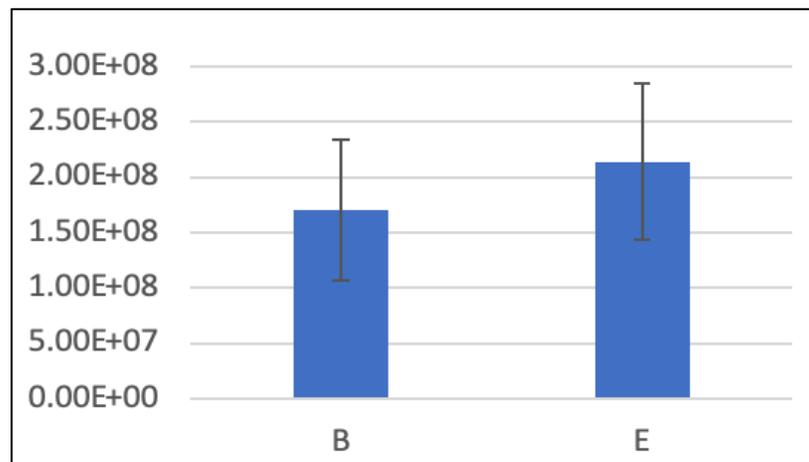


Figura 7. Comparativa del polvo de eritritol y bicarbonato en la superficie del implante Straumann.

### 6.3 Pruebas de normalidad

De acuerdo a las pruebas de Kolmogorov-Smirnov<sup>a</sup> y Shapiro-Wilk que se aprecian en la tabla I y figura 8, la variable de significancia fue de 0.056 por lo tanto, no se detectó diferencias significativas por lo que la variable presenta una distribución normal.

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
<b>Concentración</b>	0.173	27	0.037	0.926	27	<b>0.056</b>

Tabla I. Análisis de las pruebas de normalidad para obtener la variable de significancia.

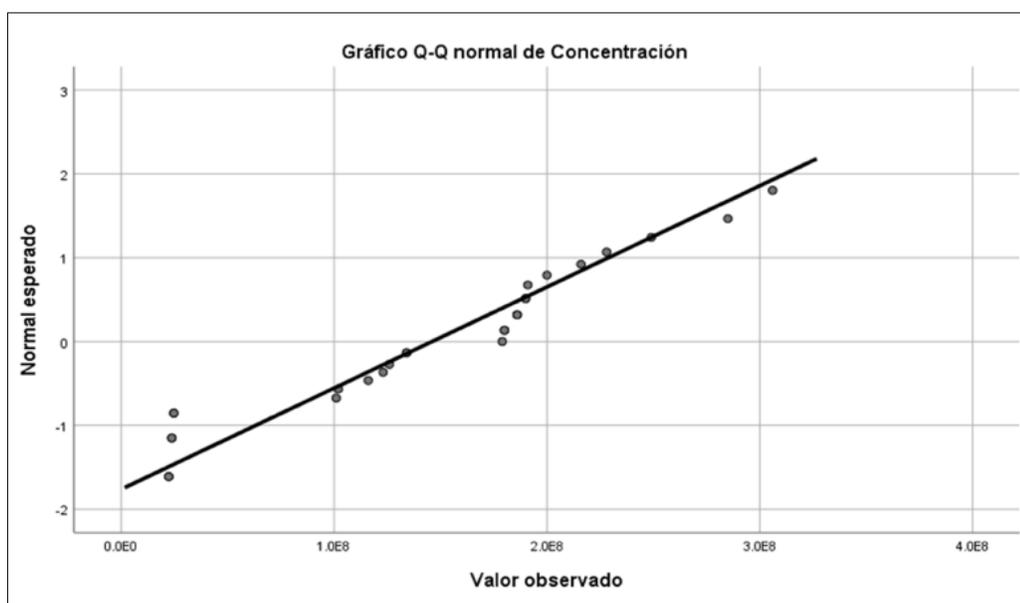


Figura 8. Representación gráfica del análisis de concentración de acuerdo a la variable significativa.

### 6.4 Análisis comparativo de los grupos control con bicarbonato de sodio y eritritol sobre las superficies de implantes

Existe una mayor proliferación bacteriana con eritritol debido a que el bicarbonato de sodio es eficaz como agente antimicrobiano dado a su pH lo cual no permite una proliferación favorable de microorganismos, además en el implante JD Evolution se encontró una carga bacteriana menor con ambos polvos en comparación con Straumann.

En la tabla II la variable delta nos indica que el implante JD Evolution nos da un resultado de 0.594 y en el implante Straumann de 1.867, lo cual significa que hay una disminución de carga bacteriana menor en el implante JD Evolution, sin embargo, no existe una diferencia significativa.

Superficies de implantes	Bicarbonato de sodio	Eritritol	$\Delta$	Grupo control +,-
JD Evolution	2.736	2.859	0.123	<b>Medio estéril</b>
Straumann	2.851	3.183	0.332	
JD Evolution	5.662	6.256	0.594	<b>Bacteria</b>
Straumann	6.214	8.081	1.867	

Tabla II. Comparativa de grupos control con el tratamiento de bicarbonato de sodio y eritritol sobre las superficies de implantes.

Por otra parte, los resultados de la tabla II se muestran gráficamente en las figuras de la 9 a la 12, donde podemos observar la comparativa de los grupos control positivo (medio estéril) y negativo (bacteria) mediante el tratamiento de desinfección con eritritol y bicarbonato de sodio en ambas superficies de implantes dentales. En la figura 9 se puede observar la comparación con el grupo control positivo (medio estéril) de ambas superficies con el aeropulido con bicarbonato de sodio, teniendo como resultado un porcentaje menor en la disminución de carga bacteriana en el implante dental JD Evolution (2.736) en comparación con Straumann (2.851).

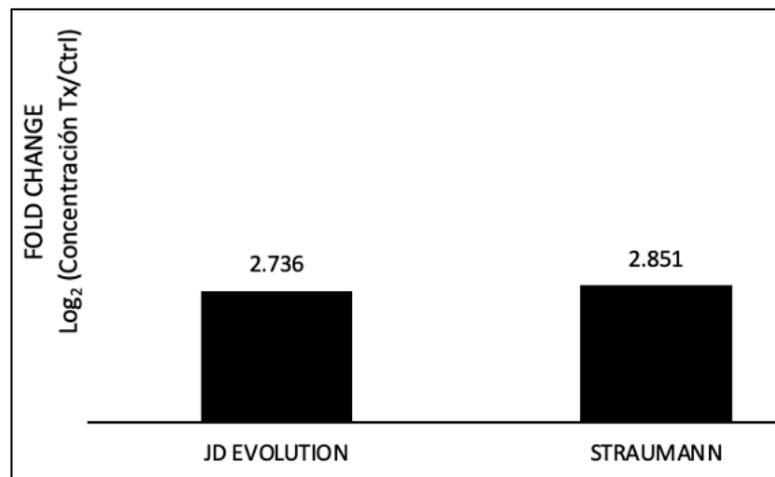


Figura 9. Representación gráfica comparativa con el grupo control positivo (medio estéril) mediante el tratamiento de bicarbonato de sodio en ambas superficies de implantes

En la figura 10 se puede observar la comparación con el grupo control negativo (bacteria) de ambas superficies con el aeropolido con bicarbonato de sodio, teniendo como resultado un porcentaje menor en la disminución de carga bacteriana en el implante dental JD Evolution (5.662) en comparación con Straumann (6.214).

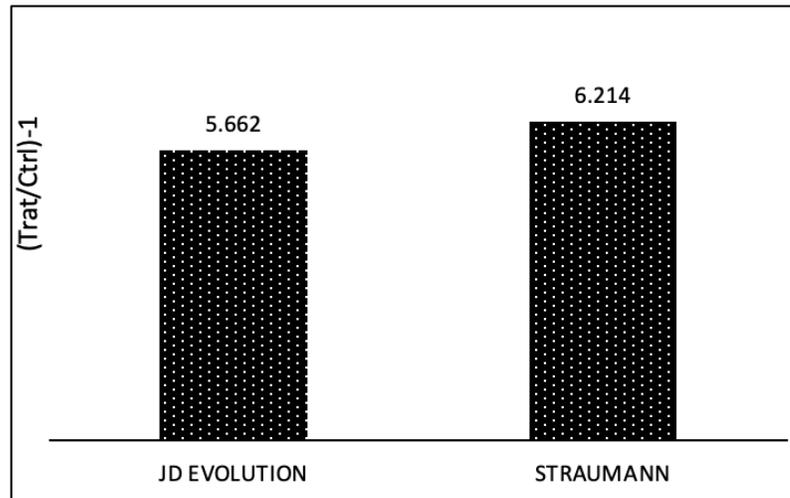


Figura 10. Representación gráfica con el grupo control negativo (bacteria) mediante el tratamiento de bicarbonato de sodio en ambas superficies de implantes dentales.

En la figura 11 se puede observar la comparación con el grupo control positivo (medio estéril) de ambas superficies con el aeropolido con eritritol, teniendo como resultado un porcentaje menor en la disminución de carga bacteriana en el implante dental JD Evolution (2.859) en comparación con Straumann (3.183).

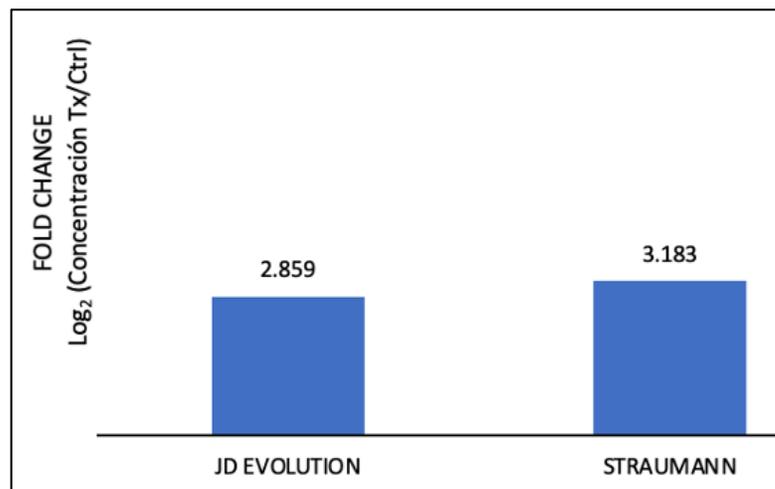


Figura 11. Representación gráfica con el grupo control positivo (medio estéril) mediante el tratamiento de eritritol en ambas superficies de implantes dentales.

En la figura 12 se puede observar la comparación con el grupo control negativo (bacteria) de ambas superficies con el aeropulido con eritritol, teniendo como resultado un porcentaje menor en la disminución de carga bacteriana en el implante dental JD Evolution (6.256) en comparación con Straumann (8.081).

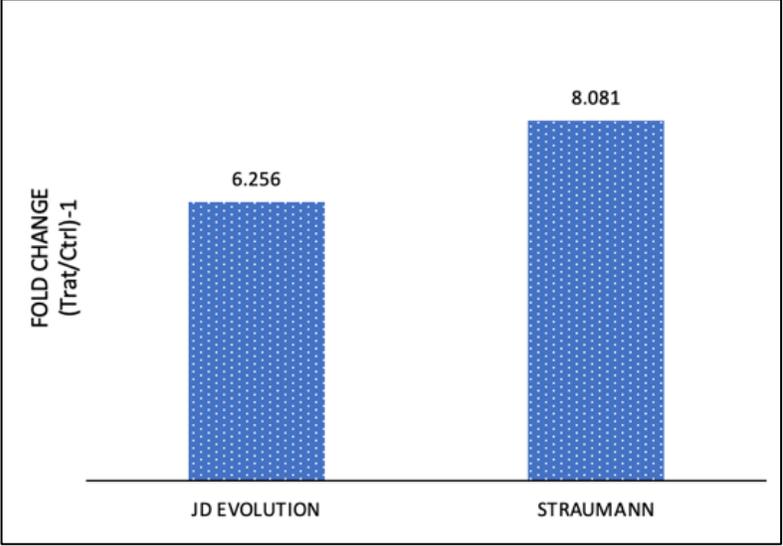


Figura 12. Representación gráfica con el grupo control negativo (bacteria) mediante el tratamiento de eritritol en ambas superficies de implantes dentales.

## 7. DISCUSIÓN

En un estudio acerca de la supervivencia de los implantes dentales publicado en el año de 2020, Oh y colaboradores realizaron un análisis el cual tenía como objetivo observar el fracaso temprano y tardío de los implantes. Como resultados se observaron que generalmente se asocia con un porcentaje del 87 al 100% a una falta de osteointegración, 17% de los casos puede ser por una sobrecarga, un porcentaje del 5 al 23% por una inflamación o infección postoperatoria y un 5% por periimplantitis (Oh et al., 2020).

Otra publicación de un estudio realizado en el Departamento biomédico de la Universidad de Milán en el año 2014, donde el objetivo de este estudio in vitro era comparar la remoción de la biopelícula con el aeropulido utilizando glicina en comparación con el eritritol en combinación con clorhexidina, realizado en discos de titanio colocando sobre ellos una biopelícula de *S. aureus*, *B. fragilis* y *Candida albicans*, además este fue analizado mediante un ensayo espectrofotométrico y un análisis cualitativo mediante microscopía con focal de barrido láser. Por lo tanto, los resultados que se obtuvieron fue que la glicina tenía un papel bacteriostático reduciendo la biopelícula solo hasta un 30% de los casos, en cambio el uso del eritritol con clorhexidina como bacteriostático y bactericida mostró una mejor reducción de la biopelícula con un 65% (Drago et al., 2014). En este presente estudio in vitro se observaron resultados similares al de esta investigación en cuanto a que el polvo de eritritol es eficaz en la disminución de la biopelícula sobre implantes dentales.

Matsubara et al. (2020) realizaron un estudio que tenía como objetivo investigar el potencial de limpieza de varios polvos abrasivos y su efecto sobre las superficies de los implantes de titanio. Se utilizaron 20 implantes recubiertos con una tinción de color rojo en modelos de defectos óseos circunferenciales impresos tridimensionalmente, con tres tipos de polvos abrasivos de aire: bicarbonato de sodio, glicina y eritritol durante 60 segundos. El porcentaje de la tinción restante se evaluó mediante fotografía digital y software gráfico, dando como resultados al emplear el bicarbonato de sodio  $49.3 \pm 3.6\%$  arrojó tener mayor capacidad de limpieza, pero causando alteraciones en la superficie del implante, la glicina representando un  $33.1 \pm 1.2\%$  y el eritritol  $25.1 \pm 0.7\%$  estos dos

últimos no causaron alguna alteración del implante sin embargo mostraron una limitada capacidad de limpieza (Matsubara et al., 2020); así como se demostró en este estudio, los resultados de esta investigación coinciden que el bicarbonato de sodio logró tener una mayor capacidad de limpieza en comparación con el eritritol.

Se llevó a cabo un estudio en el año 2021, por Fernández y colaboradores tuvieron como objetivo determinar si en conjunto del eritritol y clorhexidina aplicada con un sistema de pulido por aire inhibe la biopelícula sobre los implantes dentales y además comparar la capacidad de descontaminación de esta terapia con la de eliminación mecánica mediante suero fisiológico y gasas mediante una biopelícula de diversas bacterias (*P. gingivalis*, *A. actinomycetemcomitans*, *F. nucleatum*, *A. naeslundii*, *V. parvula* y *S. oralis*) durante 14 días sobre 52 implantes dentales en una boca artificial. Como resultado se obtuvo que la utilización del eritritol y clorhexidina inhibió significativamente la biopelícula en comparación con el tratamiento mecánico. (Amate-Fernández et al., 2021). Así como en esta investigación el polvo de eritritol con el uso de aeropulido coincide con los resultados de este estudio in vitro que muestra que tiene como característica la inhibición y eliminación de diversas bacterias sobre superficies de implantes dentales.

Se realizó un estudio en el año 2021 y tuvo como objetivo evaluar la eficacia de dos protocolos para la descontaminación in vitro de la superficie de los implantes dentales utilizando un sistema abrasivo aire-polvo con bicarbonato de sodio y terapia fotodinámica antimicrobiana (aPDT), obteniendo como resultado que ambos sistemas demostraron ser eficaces en la descontaminación de la superficie de los implantes dentales in vitro (Batalha et al., 2021). Es por ello, que esta investigación concuerda con el resultado al emplear un sistema de aeropulido con bicarbonato de sodio mostrando resultados similares al demostrar la descontaminación de distintas superficies de implantes dentales.

Luengo et al. (2020) realizaron un estudio que tenía como objetivo evaluar la capacidad de limpieza de cuatro dispositivos mecánicos diseñados para descontaminar superficies de implantes. Se utilizaron 96 implantes los cuales se les aplicó una tinción

permanente y se insertaron en bloques de resina impresos en 3D que simulaban tres configuraciones diferentes de defectos intraóseos. Los cuatro dispositivos de descontaminación que se emplearon fue pulido por aire con polvo de glicina, cepillo giratorio de titanio, punta ultrasónica recubierta de polieteretercetona [PEEK] y punta ultrasónica de acero inoxidable se aplicaron sobre la superficie expuesta del implante de 5 mm. Dando como resultado que la efectividad de la limpieza disminuyó en las roscas del tercio apical, cuando se emplearon los cepillos de titanio y los dispositivos de pulido por aire quienes fueron más eficaces para eliminar la biopelícula artificial utilizando este modelo in vitro (Luengo et al., 2022). En este estudio realizado in vitro, mostró resultados que coinciden con esta investigación in vitro donde el uso del aeropulido es eficaz para la eliminación de la biopelícula en superficies de implantes dentales para tener una correcta desinfección.

Se realizó un estudio en el año 2017 y tuvo como objetivo evaluar el potencial de limpieza de los métodos de desbridamiento de implantes comúnmente utilizados, simulando la terapia de periimplantitis no quirúrgica in vitro. Los métodos empleados fueron una cureta Gracey, raspador ultrasónico y un dispositivo de polvo de aire con glicina, obteniendo como resultado que el dispositivo con glicina mostró un mayor potencial en cuanto a la limpieza de todas las angulaciones de los defectos (Ronay et al., 2017). Se muestra en este estudio in vitro resultados similares a la investigación realizada donde podemos concretar que el sistema de aeropulido aire-polvo tiene un potencial mayor en la disminución de la carga bacteriana en las superficies y defectos en implantes dentales.

En un estudio in vitro sobre el efecto de diferentes métodos de limpieza sobre la superficie y la temperatura de los implantes dentales de titanio fallidos publicado en el año de 2017, Hakki y colaboradores realizaron un análisis el cual tenía como objetivo comparar la eficacia de diferentes métodos para eliminar los residuos de implantes fallidos y poder detectar los cambios térmicos de los implantes tratados con diversos instrumentos. Como resultados se observaron que el mejor método empleado para la descontaminación de la superficie del implante es el uso del dispositivo abrasivo de aire junto con el láser ER:YAG (Hakki et al., 2017). Se puede observar que en este estudio se

mostraron resultados que coinciden con la investigación realizada in vitro, donde se confirma que el uso de aeropolido tiene una mayor ventaja al ser un método eficaz en la descontaminación de la superficie del implante.

El sistema de aeropolido combinado con aire-polvo con bicarbonato de sodio y eritritol así en las condiciones presentadas en este estudio in vitro, se demostró la eficacia para disminuir la carga bacteriana sobre la superficie de dos sistemas de implantes (JD Evolution y Straumann). Se ha demostrado que la prevalencia de enfermedades periodontales como periimplantarias tiene un alto impacto en la salud oral a nivel mundial hoy en día, por lo que este tipo de tratamiento ha tenido un efecto revolucionario para tratar con éxito dichas enfermedades. Se ha informado en un estudio en el año 2018 por Madeswaran & Jayachandran que el bicarbonato de sodio al ser un alcalino con un pH de 8.3 proporciona un mejor resultado para la eliminación de microorganismos en las superficies de implantes, por lo que en este estudio se incluyó este componente para demostrar resultados favorables en comparación del eritritol (Madeswaran & Jayachandran, 2018).

Por otro lado, una de las preocupaciones que se presentan al momento de emplear este método mecánico para la descontaminación de la superficie de implantes ha sido el ocasionar daños sobre la estructura del propio implante, más sin embargo, Junior y colaboradores en el año 2022, realizaron un estudio in vitro donde empleaban el bicarbonato de sodio con un chorro a alta presión con el fin de descontaminar los implantes y demostraron que no había daños visibles sobre la superficie, por lo tanto, esto nos demuestra que se puede emplear este tipo de polvo junto con un sistema de aeropolido con la certeza de no provocar alteraciones en las estructuras del implante (Junior et al., 2022).

Se ha observado que diferentes tipos de bacterias que prevalecen en las enfermedades periimplantarias liberan una variedad de sustancias químicas entre ellas el ácido butírico, el cual este tipo de factor virulento induce a la destrucción a nivel micro y macro. Se ha descubierto que el bicarbonato de sodio llega a neutralizar este ácido y, por lo tanto, no favorece en el crecimiento de estos microorganismos. Nemer Vieira en el año 2012

demostró que utilizando bicarbonato de sodio durante 1 minuto fue eficaz para la eliminación de bacterias independientemente de la rugosidad de la superficie del implante, es por ello, que en este estudio se quiso comparar estos dos polvos con distintas superficies de distintos sistemas de implantes, para observar la disminución de carga bacteriana aún empleando el mismo protocolo de desinfección (Nemer Vieira et al., 2012).

## 8. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio se encontró que se logró una disminución de carga bacteriana en ambas superficies tanto en Straumman así como en JD Evolution siendo esta última en mayor grado. Por otra parte, respecto al efecto del polvo de eritritol en comparación al polvo de bicarbonato de sodio, se observó que este último mostró mejores resultados, lo cual pudieramos relacionar con su capacidad como bactericida. Además el bicarbonato de sodio no ocasionó ningún daño visible a la superficie del implante.

En cambio, el polvo de eritritol se ha demostrado que tiene la capacidad para alterar la microestructura y el perfil metabólico del biofilm, así como inhibir algunas bacterias periodontales.

Por lo ya mencionado y teniendo las limitaciones de este estudio se puede concluir que el uso de bicarbonato de sodio sigue siendo viable y favorable emplearlo ya que este tiene como característica que crea un medio que no es favorable para el crecimiento de microorganismos.

En conclusión de esta investigación se afirma la hipótesis nula la cual indica que el polvo de eritritol es menos eficaz en comparación con el bicarbonato de sodio para la disminución de carga bacteriana con el uso del aeropulido sobre superficies de implantes dentales *in vitro*.

Sin embargo, se recomienda realizar más estudios para la continuación de este tipo de investigaciones con el uso de diferentes polvos en combinación con otras sustancias como clorhexidina e incluso lograr estudiar el uso de láser para la mejora en cuanto a la disminución de la carga bacteriana.

## ANEXOS

### ANEXO 1



Figura 13. Se dividió por grupos JD Evolution y Straumann, posteriormente se muestra el implante en el tubo con el medio de cultivo, y finalmente se muestran los polvos bicarbonato de sodio y eritritol.

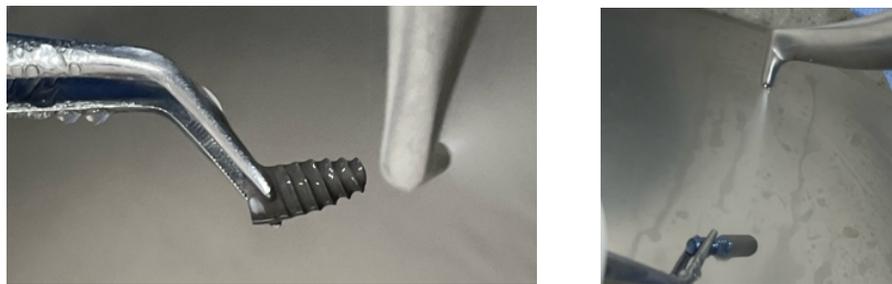


Figura 14. Se realizó el protocolo de descontaminación en las superficies de JD Evolution y Straumann con el sistema de aeropulido con bicarbonato de sodio y eritritol



Figura 15. Después del protocolo de descontaminación, se continuó con la lectura de espectrofotometría por densidad óptica (OD66)

## LITERATURA CITADA

- Abdulbaqi, H. R., Shaikh, M. S., Abdulkareem, A. A., Zafar, M. S., Gul, S. S., & Sha, A. M. (2021). Efficacy of erythritol powder air-polishing in active and supportive periodontal therapy: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Dental Hygiene*, *idh.12539*. <https://doi.org/10.1111/idh.12539>
- Abushahba, F., Gürsoy, M., Hupa, L., & Närhi, T. O. (2021). Effect of bioactive glass air-abrasion on *Fusobacterium nucleatum* and *Porphyromonas gingivalis* biofilm formed on moderately rough titanium surface. *European Journal of Oral Sciences*, *129*(3). <https://doi.org/10.1111/eos.12783>
- Albrektsson, T., Chrcanovic, B., Östman, P.-O., & Sennerby, L. (2017). Initial and long-term crestal bone responses to modern dental implants. *Periodontology 2000*, *73*(1), 41-50. <https://doi.org/10.1111/prd.12176>
- Albrektsson, T., & Wennerberg, A. (2019). On osseointegration in relation to implant surfaces. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, *21*(S1), 4-7. <https://doi.org/10.1111/cid.12742>
- Alghamdi, H. S., & Jansen, J. A. (2020). The development and future of dental implants. *Dental Materials Journal*, *39*(2), 167-172. <https://doi.org/10.4012/dmj.2019-140>
- Amate-Fernández, P., Figueiredo, R., Blanc, V., Álvarez, G., León, R., & Valmaseda-Castellón, E. (2021). Erythritol-enriched powder and oral biofilm regrowth on dental implants: An in vitro study. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal*, e602-e610. <https://doi.org/10.4317/medoral.24622>
- Araujo, M. G., & Lindhe, J. (2018). Peri-implant health. *Journal of Periodontology*, *89*, S249-S256. <https://doi.org/10.1002/JPER.16-0424>
- Bains, V., Madan, C., & Bains, R. (2009). Tooth polishing: Relevance in present day periodontal practice. *Journal of Indian Society of Periodontology*, *13*(1), 58. <https://doi.org/10.4103/0972-124X.51899>
- Batalha, V. C., Bueno, R. A., Fronchetti Junior, E., Mariano, J. R., Santin, G. C., Freitas, K. M. S., Ortiz, M. A. L., & Salmeron, S. (2021). Dental Implants Surface in vitro Decontamination Protocols. *European Journal of Dentistry*, *15*(03), 407-411. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1721550>
- Berglundh, T., Jepsen, S., Stadlinger, B., & Terheyden, H. (2019). Peri-implantitis and its prevention. *Clinical Oral Implants Research*, *30*(2), 150-155. <https://doi.org/10.1111/clr.13401>
- Buser, D., Sennerby, L., & De Bruyn, H. (2017). Modern implant dentistry based on osseointegration: 50 years of progress, current trends and open questions. *Periodontology 2000*, *73*(1), 7-21. <https://doi.org/10.1111/prd.12185>
- Caton, J. G., Armitage, G., Berglundh, T., Chapple, I. L. C., Jepsen, S., Kornman, K. S., Mealey, B. L., Papapanou, P. N., Sanz, M., & Tonetti, M. S. (2018). A new classification scheme for periodontal and peri-implant diseases and conditions—Introduction and key changes from the 1999 classification. *Journal of Clinical Periodontology*, *45*, S1-S8. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12935>
- Chandel, S., Khan, M., Singh, N., Agrawal, A., & Khare, V. (2017). The effect of sodium bicarbonate oral rinse on salivary pH and oral microflora: A prospective cohort study. *National Journal of Maxillofacial Surgery*, *8*(2), 106. [https://doi.org/10.4103/njms.NJMS\\_36\\_17](https://doi.org/10.4103/njms.NJMS_36_17)

- Daubert, D. M., & Weinstein, B. F. (2019). Biofilm as a risk factor in implant treatment. *Periodontology 2000*, *81*(1), 29-40. <https://doi.org/10.1111/prd.12280>
- De Bruyn, H., Christiaens, V., Doornewaard, R., Jacobsson, M., Cosyn, J., Jacquet, W., & Vervaeke, S. (2017). Implant surface roughness and patient factors on long-term peri-implant bone loss. *Periodontology 2000*, *73*(1), 218-227. <https://doi.org/10.1111/prd.12177>
- Dorogoy, A., Rittel, D., Shemtov-Yona, K., & Korabi, R. (2017). Modeling dental implant insertion. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, *68*, 42-50. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2017.01.021>
- Drago, L., Del Fabbro, M., Bortolin, M., Vassena, C., De Vecchi, E., & Taschieri, S. (2014). Biofilm Removal and Antimicrobial Activity of Two Different Air-Polishing Powders: An In Vitro Study. *Journal of Periodontology*, *85*(11), e363-e369. <https://doi.org/10.1902/jop.2014.140134>
- Dundar, S., Yaman, F., Bozoglan, A., Yildirim, T. T., Kirtay, M., Ozupek, M. F., & Artas, G. (2018). Comparison of Osseointegration of Five Different Surfaced Titanium Implants. *Journal of Craniofacial Surgery*, *29*(7), 1991-1995. <https://doi.org/10.1097/SCS.00000000000004572>
- Elani, H. W., Starr, J. R., Da Silva, J. D., & Gallucci, G. O. (2018). Trends in Dental Implant Use in the U.S., 1999–2016, and Projections to 2026. *Journal of Dental Research*, *97*(13), 1424-1430. <https://doi.org/10.1177/0022034518792567>
- Gomez-de Diego, R., Mang-de la Rosa, M., Romero-Perez, Mj., Cutando-Soriano, A., & Lopez-Valverde-Centeno, A. (2014). Indications and contraindications of dental implants in medically compromised patients: Update. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal*, e483-e489. <https://doi.org/10.4317/medoral.19565>
- Grisar, K., Sinha, D., Schoenaers, J., Dormaar, T., & Politis, C. (2017). Retrospective Analysis of Dental Implants Placed Between 2012 and 2014: Indications, Risk Factors, and Early Survival. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, *32*(3), 649-654. <https://doi.org/10.11607/jomi.5332>
- Guillaume, B. (2016). Dental implants: A review. *Morphologie*, *100*(331), 189-198. <https://doi.org/10.1016/j.morpho.2016.02.002>
- Hakki, S. S., Tatar, G., Dundar, N., & Demiralp, B. (2017). The effect of different cleaning methods on the surface and temperature of failed titanium implants: An in vitro study. *Lasers in Medical Science*, *32*(3), 563-571. <https://doi.org/10.1007/s10103-017-2149-2>
- Hashino, E., Kuboniwa, M., Alghamdi, S. A., Yamaguchi, M., Yamamoto, R., Cho, H., & Amano, A. (2013). Erythritol alters microstructure and metabolomic profiles of biofilm composed of *Streptococcus gordonii* and *Porphyromonas gingivalis*. *Molecular Oral Microbiology*, *28*(6), 435-451. <https://doi.org/10.1111/omi.12037>
- Heitz-Mayfield, L. J. A., & Salvi, G. E. (2018). Peri-implant mucositis. *Journal of Periodontology*, *89*, S257-S266. <https://doi.org/10.1002/JPER.16-0488>
- Hentenaar, D. F. M., De Waal, Y. C. M., Stewart, R. E., Van Winkelhoff, A. J., Meijer, H. J. A., & Raghoobar, G. M. (2021). Erythritol airpolishing in the non-surgical treatment of peri-implantitis: A randomized controlled trial. *Clinical Oral Implants Research*, *32*(7), 840-852. <https://doi.org/10.1111/clr.13757>
- Insua, A., Monje, A., Wang, H.-L., & Miron, R. J. (2017). Basis of bone metabolism around dental implants during osseointegration and peri-implant bone loss: BASIS OF BONE METABOLISM AROUND DENTAL IMPLANTS. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, *105*(7), 2075-2089. <https://doi.org/10.1002/jbm.a.36060>

- Junior, E. F., Zubek, M. J. G., Mazucatto Queiroz, P., Salvatore Freitas, K. M., Lopes Ortiz, M. A., & Salmerón, S. (2022). Sodium Bicarbonate Jet Reduces Contamination of Dental Implants In Vitro Without Causing Visible Surface Changes. *2022*, *37*(3), 587-592. <https://doi.org/10.11607/jomi.9338>
- Kargas, K., Tsalikis, L., Sakellari, D., Menexes, G., & Konstantinidis, A. (2015). Pilot study on the clinical and microbiological effect of subgingival glycine powder air polishing using a cannula-like jet. *International Journal of Dental Hygiene*, *13*(3), 161-169. <https://doi.org/10.1111/idh.12104>
- Klinge, B., Klinge, A., Bertl, K., & Stavropoulos, A. (2018). Peri-implant diseases. *European Journal of Oral Sciences*, *126*(S1), 88-94. <https://doi.org/10.1111/eos.12529>
- Lu, H., He, L., Zhao, Y., & Meng, H. (2018). The effect of supragingival glycine air polishing on periodontitis during maintenance therapy: A randomized controlled trial. *PeerJ*, *6*, e4371. <https://doi.org/10.7717/peerj.4371>
- Luengo, F., Sanz-Esporrín, J., Noguerol, F., Sanz-Martín, I., Sanz-Sánchez, I., & Sanz, M. (2022). In vitro effect of different implant decontamination methods in three intraosseous defect configurations. *Clinical Oral Implants Research*, *33*(11), 1087-1097. <https://doi.org/10.1111/clr.13991>
- Madeswaran, S., & Jayachandran, S. (2018). Sodium bicarbonate: A review and its uses in dentistry. *2018*. [https://doi.org/10.4103/ijdr.IJDR\\_30\\_17](https://doi.org/10.4103/ijdr.IJDR_30_17).
- Martin, J. Y., Schwartz, Z., Hummert, T. W., Schraub, D. M., Simpson, J., Lankford, J., Dean, D. D., Cochran, D. L., & Boyan, B. D. (1995). Effect of titanium surface roughness on proliferation, differentiation, and protein synthesis of human osteoblast-like cells (MG63). *Journal of Biomedical Materials Research*, *29*(3), 389-401. <https://doi.org/10.1002/jbm.820290314>
- Matsubara, V. H., Leong, B. W., Leong, M. J. L., Lawrence, Z., Becker, T., & Quaranta, A. (2020). Cleaning potential of different air abrasive powders and their impact on implant surface roughness. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, *22*(1), 96-104. <https://doi.org/10.1111/cid.12875>
- Mensi, M., Cochis, A., Sordillo, A., Uberti, F., & Rimondini, L. (2018). Biofilm Removal and Bacterial Re-Colonization Inhibition of a Novel Erythritol/Chlorhexidine Air-Polishing Powder on Titanium Disks. *Materials*, *11*(9), 1510. <https://doi.org/10.3390/ma11091510>
- Millones-Gómez, P. A., Amaranto, R. E. B., Torres, D. J. M., Calla-Poma, R. D., Requena-Mendizabal, M. F., Alvino-Vales, M. I., & Calla-Poma, R. (2021). Identification of Proteins Associated with the Formation of Oral Biofilms. *Pesquisa Brasileira Em Odontopediatria e Clínica Integrada*, *21*, e0128. <https://doi.org/10.1590/pboci.2021.084>
- Moharrami, M., Perrotti, V., Iaculli, F., Love, R. M., & Quaranta, A. (2019). Effects of air abrasive decontamination on titanium surfaces: A systematic review of in vitro studies. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, *21*(2), 398-421. <https://doi.org/10.1111/cid.12747>
- Müller, N., Moëne, R., Cancela, J. A., & Mombelli, A. (2014). Subgingival air-polishing with erythritol during periodontal maintenance: Randomized clinical trial of twelve months. *Journal of Clinical Periodontology*, *41*(9), 883-889. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12289>
- Myneni, S. R. (2017). Effect of baking soda in dentifrices on plaque removal. *The Journal of the American Dental Association*, *148*(11), S4-S9. <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2017.09.004>
- Nemer Vieira, L. F., Lopes De Chaves E Mello Dias, E. C., Cardoso, E. S., Machado, S. J., Pereira Da Silva, C., & Vidigal, G. M. (2012). Effectiveness of Implant Surface

- Decontamination Using a High-Pressure Sodium Bicarbonate Protocol: An In Vitro Study. *Implant Dentistry*, 21(5), 390-393. <https://doi.org/10.1097/ID.0b013e31825fef32>
- Oh, S.-L., Shiao, H. J., & Reynolds, M. A. (2020). Survival of dental implants at sites after implant failure: A systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 123(1), 54-60. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.11.007>
- Park, E.-J., Kwon, E.-Y., Kim, H.-J., Lee, J.-Y., Choi, J., & Joo, J.-Y. (2018). *Clinical and microbiological effects of the supplementary use of an erythritol powder air-polishing device in non-surgical periodontal therapy: A randomized clinical trial*. 10.
- Pellegrini, G., Francetti, L., Barbaro, B., & del Fabbro, M. (2018). Novel surfaces and osseointegration in implant dentistry. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, 9(4), e12349. <https://doi.org/10.1111/jicd.12349>
- Petersilka, G. J., Steinmann, D., Häberlein, I., Heinecke, A., & Flemmig, T. F. (2003). Subgingival plaque removal in buccal and lingual sites using a novel low abrasive air-polishing powder: Subgingival plaque removal. *Journal of Clinical Periodontology*, 30(4), 328-333. <https://doi.org/10.1034/j.1600-051X.2003.00290.x>
- Petersilka, G. J., Tunkel, J., Barakos, K., Heinecke, A., Häberlein, I., & Flemmig, T. F. (2003). Subgingival Plaque Removal at Interdental Sites Using a Low-Abrasive Air Polishing Powder. *Journal of Periodontology*, 74(3), 307-311. <https://doi.org/10.1902/jop.2003.74.3.307>
- Rasouli, R., Barhoum, A., & Uludag, H. (2018). A review of nanostructured surfaces and materials for dental implants: Surface coating, patterning and functionalization for improved performance. *Biomaterials Science*, 6(6), 1312-1338. <https://doi.org/10.1039/C8BM00021B>
- Renvert, S., Persson, G. R., Pirih, F. Q., & Camargo, P. M. (2018). Peri-implant health, peri-implant mucositis, and peri-implantitis: Case definitions and diagnostic considerations: Diagnostic criteria of peri-implant health and diseases. *Journal of Periodontology*, 89, S304-S312. <https://doi.org/10.1002/JPER.17-0588>
- Rokaya, D., Srimaneepong, V., Wisitrasameewon, W., Humagain, M., & Thunyakitpisal, P. (2020). Peri-implantitis Update: Risk Indicators, Diagnosis, and Treatment. *European Journal of Dentistry*, 14(04), 672-682. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1715779>
- Ronay, V., Merlini, A., Attin, T., Schmidlin, P. R., & Sahrman, P. (2017). *In vitro* cleaning potential of three implant debridement methods. Simulation of the non-surgical approach. *Clinical Oral Implants Research*, 28(2), 151-155. <https://doi.org/10.1111/clr.12773>
- Rösing, C. K., Fiorini, T., Haas, A. N., Muniz, F. W. M. G., Oppermann, R. V., & Susin, C. (2019). The impact of maintenance on peri-implant health. *Brazilian Oral Research*, 33(suppl 1), e074. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2019.vol33.0074>
- Rupp, F., Liang, L., Geis-Gerstorfer, J., Scheideler, L., & Hüttig, F. (2018). Surface characteristics of dental implants: A review. *Dental Materials*, 34(1), 40-57. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2017.09.007>
- Schwarz, F., Derks, J., Monje, A., & Wang, H.-L. (2018). Peri-implantitis. *Journal of Clinical Periodontology*, 45, S246-S266. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12954>
- Simon, C., Munivenkatappa Lakshmaiah Venkatesh, P., & Chickanna, R. (2015). Efficacy of glycine powder air polishing in comparison with sodium bicarbonate air polishing and ultrasonic scaling—A double-blind clinico-histopathologic study. *International Journal of Dental Hygiene*, 13(3), 177-183. <https://doi.org/10.1111/idh.12133>
- Wong, M., Eulenberger, J., Schenk, R., & Hunziker, E. (1995). Effect of surface topology on the osseointegration of implant materials in trabecular bone. *Journal of Biomedical*

*Materials Research*, 29(12), 1567-1575. <https://doi.org/10.1002/jbm.820291213>  
Zhu, M., Zhao, M., Hu, B., Wang, Y., Li, Y., & Song, J. (2021). Efficacy of glycine powder air-polishing in supportive periodontal therapy: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Periodontal & Implant Science*, 51(3), 147. <https://doi.org/10.5051/jpis.1902340117>

## **RESUMEN BIOGRÁFICO**

Ashley Yaressi Gómez Rueda

Candidato para el Grado de:

**MAESTRÍA EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS EN EL ÁREA DE PERIODONCIA  
CON IMPLANTOLOGÍA ORAL**

Tesis: EFICACIA DEL AEROPULIDO CON BICARBONATO DE SODIO VS ERITRITOL EN LA DISMINUCIÓN DE LA CARGA BACTERIANA DE LA SUPERFICIE DE IMPLANTES DENTALES *IN VITRO*.

Campo de Estudio: Ciencias de la Salud

Datos Personales: Nacida en Monterrey, Nuevo León el 14 de Junio de 1997.

Educación: Egresado de la Licenciatura de Cirujano Dentista en la Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Nuevo León.