



Facultad de Ciencias de la Salud

Especialidad en Ortodoncia

Tema:

Comparación de la adherencia del *Streptococcus mutans* en alambres de ortodoncia de Níquel
Titanio y acero inoxidable.

**Tesis para la obtención del Título de
“Especialista en Ortodoncia”**

Presentada por:

Doris Elizabeth Chamorro Villagómez

Tutor:

Dra Nataly Arias

Quito, agosto del 2025

Resumen

El uso de los alambres de Níquel- Titanio (NiTi) y acero inoxidable (SS) son los más utilizados para la alineación de los dientes e incrementa la eficiencia del movimiento dental. El objetivo del presente estudio fue evaluar cuantitativamente la adherencia de *Streptococcus mutans* en alambres de ortodoncia de NITI y SS *In Vitro*. Metodología: Bajo el enfoque experimental, con una muestra de 16 fragmentos de alambre que se dividieron en dos grupos de 8 fragmentos cada uno de 2 cm y un espesor 0.019 x 0.025 pulgadas. El cultivo bacteriano se realizó en agar BHI, posteriormente se cuantificó la adherencia bacteriana mediante el conteo de unidades formadoras de colonias (UFC). Resultados: Los alambres de SS con un promedio de 1.28×10^9 UFC/mL presentaron una mayor adherencia bacteriana en comparación con los de NiTi con 4.19×10^8 UFC/mL, donde el p-valor < 0.05 . Conclusiones: El alambre de ortodoncia de SS mostró mayor variabilidad en la colonización bacteriana; así mismo la elección de arcos en ortodoncia influye en la acumulación de placa bacteriana, siendo el acero más susceptible que el NiTi.

Palabras clave: Ortodoncia, Adherencia bacteriana, *Streptococcus mutans*, Alambres de ortodoncia, Biopelícula, Higiene oral.

Declaración de aceptación de norma ética y derechos

El presente documento se ciñe a las normas éticas y reglamentarias de la Universidad Hemisferios. Así, declaro que lo contenido en este ha sido redactado con entera sujeción al respeto de los derechos de autor, citando adecuadamente las fuentes. Por tal motivo, autorizo a la Biblioteca a que haga pública su disponibilidad para lectura dentro de la institución, a la vez que autorizo el uso comercial de mi obra a la Universidad Hemisferios, siempre y cuando se me reconozca el cuarenta por ciento (40%) de los beneficios económicos resultantes de esta explotación.

Además, me comprometo a hacer constar, por todos los medios de publicación, difusión y distribución, que mi obra fue producida en el ámbito académico de la Universidad Hemisferios.

De comprobarse que no cumplí con las estipulaciones éticas, incurriendo en caso de plagio, me someto a las determinaciones que la propia Universidad plantee.

Doris Elizabeth Chamorro Villagómez

CI: 1716902950

Dedicatoria

A mi amado esposo Verlaine, mi lugar seguro en los días difíciles y mi fortaleza en cada desafío. Su amor inquebrantable y su apoyo constante han sido el impulso que me sostuvo en este camino. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba, por recordarme con tu presencia y tus palabras que los sueños se construyen con esfuerzo, pero también con compañía.

A mi hijo Emilio, el más dulce recordatorio de que todo vale la pena. Por su ternura infinita, por su paciencia en mis ausencias y por seguir llenando mis días de sonrisas y amor. Que nunca deje de ver la vida con la pureza y la alegría con la que hoy la contempla.

A mis padres, quienes forjaron en mí el carácter y la pasión por seguir adelante. Su amor incondicional y su sabiduría han sido el faro que iluminó mi camino, dándome la confianza de que cada paso estaba respaldado por su guía y sus enseñanzas.

A mis hermanos, por ser sostén en mis momentos de duda y compañía en los momentos de triunfo. Su apoyo y su ejemplo han sido esenciales en mi vida en especial a Camila y Adriana.

A Dios, por darme la paciencia y la fe para confiar en que todo tiene un propósito, por recordarme cada día que las pequeñas acciones construyen grandes destinos y que la gratitud es el mayor regalo que podemos ofrecer a la vida.

Este logro es fruto del amor, el esfuerzo y la esperanza. A ustedes, mi más sincero agradecimiento y mi más profundo amor.

Tablas De Contenido

Resumen.....	2
Declaración de aceptación de norma ética y derechos.....	3
Dedicatoria.....	4
Tablas De Contenido.....	5
Índice De Tablas	8
Índice De Figuras.....	9
Índice De Anexos.....	10
Resumen.....	12
Abstract.....	13
Introducción	14
Marco Referencial.....	16
Estado del arte de la investigación	16
Marco teórico	17
Ortodoncia.	17
Las cepas de Streptococcus mutans.....	17
Alambre de acero inoxidable y Níquel – Titanio en ortodoncia.....	18
Adherencia bacteriana del Streptococcus mutans en alambres de ortodoncia de NiTi y SS.....	19
Esterilización.	19
Metodología	20
Enfoque de la investigación	20
Alcance.....	20
Población y muestra	20

Población.....	20
Muestra.....	20
Grupos de estudio.....	20
Criterios de inclusión y exclusión.....	21
Criterios de inclusión.....	21
Criterios de exclusión.....	21
Criterios de eliminación.....	21
Materiales.....	21
Métodos.....	22
Preparación de la solución a esterilizar.....	22
Instrucciones para preparación de diluciones.....	22
Preparación de los alambres de ortodoncia.....	23
Preparación de alambres.....	23
Esterilización de los alambres y el material.....	23
Activar el microorganismo.....	24
Proceso de la preparación bacteriana de la cepa Streptococcus mutans.....	24
Proceso de siembra bacteriana de la cepa Streptococcus mutans en alambres de ortodoncia.....	25
Pruebas de adherencia bacteriana de la cepa Streptococcus mutans.....	26
Hipótesis de la investigación.....	28
Hipótesis alternativa (H1).....	28
Hipótesis nula (H0).....	28
Análisis estadístico.....	28
Hallazgos.....	29
Contraste de hipótesis.....	34

Discusión.....	35
Conclusiones.....	38
Anexos	39
Referencias.....	60

Índice De Tablas

Tabla 1. <i>Datos UFC/ML</i>	29
Tabla 2. <i>Prueba de normalidad</i>	29
Tabla 3. <i>Datos descriptivos</i>	31
Tabla 4. <i>Datos inferenciales – Prueba T-student</i>	29

Índice De Figuras

Figura 1. <i>Distribución de datos de alambre de SS</i>	30
Figura 2. <i>Distribución de datos de alambre Niti.</i>	31
Figura 3. <i>Promedio UFC/ML</i>	32
Figura 4. <i>Comparación de adherencia de UFC/ML</i>	33

Índice De Anexos

Anexo 1. <i>Solución Salina</i>	39
Anexo 2. <i>Cloruro de Sodio</i>	39
Anexo 3. <i>Agua Destilada</i>	40
Anexo 4. <i>9 mL de solución salina</i>	40
Anexo 5. <i>Tubos de ensayo</i>	40
Anexo 6. <i>BHI</i>	41
Anexo 7. <i>BHI con agua destilada</i>	41
Anexo 8. <i>Agar</i>	42
Anexo 9. <i>Calentar el BHI y Agar</i>	42
Anexo 10. <i>Punto de ebullición del BHI y Agar</i>	42
Anexo 11. <i>Preparación para esterilizar Cajas Petri</i>	43
Anexo 12. <i>BHI</i>	43
Anexo 13. <i>BHI más 50 mL de agua destilada</i>	43
Anexo 14. <i>5 mL de caldo de BHI</i>	44
Anexo 15. <i>Colocación de 5ml de caldo de BHI en el tubo de ensayo</i>	44
Anexo 16. <i>Preparación de alambres</i>	44
Anexo 17. <i>Colocación de los alambres en el caldo de BHI</i>	45
Anexo 18. <i>Esterilización del material</i>	45
Anexo 19. <i>Material en la autoclave</i>	46
Anexo 20. <i>Inicio de la esterilización</i>	46
Anexo 21. <i>Siembra del Streptococcus mutans en alambre de Acero</i>	47
Anexo 22. <i>Siembra del Streptococcus mutans en alambre de Niti</i>	47
Anexo 23. <i>Crecimiento del Streptococcus mutans</i>	48
Anexo 24. <i>Micropipeta de 100 μL</i>	48
Anexo 25. <i>100 μL Streptococcus mutans</i>	49

Anexo 26. <i>Recolección del Streptococcus mutans</i>	49
Anexo 27. <i>Colocación del Streptococcus mutans en cada tubo de ensayo que contiene alambres</i>	49
Anexo 28. <i>100 µL Streptococcus mutans</i>	50
Anexo 29. <i>Recolección del Streptococcus mutans</i>	50
Anexo 30. <i>Tubos de ensayo con alambres de NITI y Acero con Streptococcus mutans</i>	51
Anexo 31. <i>Incubación de los tubos de ensayo</i>	51
Anexo 32. <i>Incubación por 48 horas</i>	52
Anexo 33. <i>Micropipeta de 1000 µL</i>	52
Anexo 34. <i>Tubos de ensayo Acero con las diluciones</i>	53
Anexo 35. <i>Diluciones a la 10 – 5 y 10 – 6</i>	53
Anexo 36. <i>Tubos de ensayo NITI con las diluciones</i> ,.....	54
Anexo 37. <i>Diluciones</i>	54
Anexo 38. <i>100 µL de la dilución</i>	55
Anexo 39. <i>Siembra en cajas Petri estériles</i>	55
Anexo 40. <i>Siembra con Asa de drigalsky</i>	56
Anexo 41. <i>Siembra con Asa de drigalsky</i>	56
Anexo 42. <i>Cajas Petri con la Siembra del alambre de Acero</i>	57
Anexo 43. <i>Cajas Petri con la Siembra del alambre de Niti</i>	57
Anexo 44. <i>Cajas Petri en incubación a una temperatura de 37 °C</i>	57
Anexo 45. <i>Incubación por 48 horas</i>	57
Anexo 46. <i>Incubación a 37° por 48 horas</i>	58
Anexo 47. <i>Cajas Petri Niti incubadas del Streptococcus mutans</i>	58
Anexo 48. <i>Cajas Petri Acero incubadas del Streptococcus mutans</i>	59
Anexo 49. <i>Conteo de colonias en Cajas Petri de Niti y de Acero</i>	59

Comparación de la adherencia del *Streptococcus mutans* en alambres de ortodoncia de Níquel- Titanio (NiTi) y acero inoxidable (SS).

Doris Elizabeth Chamorro Villagómez

Universidad de los Hemisferios

dechamorrov@estudiantes.uhemisferios.edu.ec

Resumen

El uso de los alambres de Níquel- Titanio (NiTi) y acero inoxidable (SS) son los más utilizados para la alineación de los dientes e incrementa la eficiencia del movimiento dental.

El objetivo del presente estudio fue evaluar cuantitativamente la adherencia de la placa bacteriana *Streptococcus mutans* en alambres de ortodoncia de NITI y SS *In Vitro*.

Metodología: Bajo el experimental, con una muestra de 16 fragmentos de alambre que se dividieron en dos grupos de 8 fragmentos cada uno de 2 cm y un espesor 0.019 x 0.025 pulgadas. El cultivo bacteriano se realizó en agar BHI, posteriormente, se cuantificó la adherencia bacteriana mediante el conteo de unidades formadoras de colonias (UFC).

Resultados: Los alambres de SS con un promedio de 1.28×10^9 UFC/mL presentaron una mayor adherencia bacteriana en comparación con los de NiTi con 4.19×10^8 UFC/mL, donde el p-valor < 0.05 . Conclusiones: El alambre de ortodoncia de SS mostró mayor variabilidad en la colonización bacteriana, la elección de arcos en ortodoncia influye en la acumulación de placa bacteriana, siendo el SS más susceptible que el NiTi.

Palabras clave: Ortodoncia, Adherencia bacteriana, *Streptococcus mutans*, Alambres de ortodoncia, Biopelícula, Higiene oral.

Abstract

The use of Nickel-Titanium (NiTi) and Stainless Steel (SS) wires is among the most commonly used for tooth alignment and contributes to increased efficiency in tooth movement. Objective: To evaluate quantitatively the adhesion of *Streptococcus mutans* bacterial plaque on NiTi and Stainless Steel orthodontic wires *In Vitro*. Methodology: An experimental design was employed, using a sample of 16 wire fragments divided into two groups of 8 fragments each, measuring 2 cm in length and 0.019 x 0.025 inches in thickness. Bacterial cultures were carried out on BHI agar, and bacterial adhesion was quantified by counting colony-forming units (CFU). Results: Stainless Steel wires showed greater bacterial adhesion, with an average of 1.28×10^9 CFU/mL, compared to NiTi wires with an average of 4.19×10^8 CFU/mL, with a p-value < 0.05 . Conclusions: Stainless Steel orthodontic wires exhibited greater variability in bacterial colonization. The choice of orthodontic material influences plaque accumulation, with Stainless Steel being more susceptible than NiTi.

Keywords: Orthodontics, Bacterial adhesion, *Streptococcus mutans*, Orthodontic wires, Biofilm, Oral hygiene.

Introducción

El tratamiento de ortodoncia implica el uso de diversos materiales como aleaciones de acero inoxidable (SS) y Níquel-Titanio (NiTi), seleccionados por su resistencia mecánica y a la corrosión. Estos alambres, al estar en contacto con la saliva y los fluidos bucales, pueden sufrir deterioro y corrosión debido a la formación de biopelículas bacterianas que alteran el pH del medio oral (Arango-Santander et al., 2020; Mystkowska et al., 2018).

La exposición prolongada a estos factores puede incrementar la colonización de bacterias como *Streptococcus mutans*, lo cual favorece la aparición de caries y lesiones blancas. SheibaniNia (2025) indicó que hasta el 96 % de los pacientes ortodónticos presentan estas lesiones cerca de los brackets, asociadas a una mayor presencia de esta bacteria en la saliva y a una disminución del pH bucal.

El *Streptococcus mutans* es un microorganismo con alta capacidad de adherencia y formación de biopelículas. Su actividad fermentativa produce ácidos que desmineralizan el esmalte dental, lo que lo convierte en uno de los principales agentes etiológicos de la caries dental (Rojas y Echeverría, 2019).

La aparatología fija en ortodoncia, como brackets y arcos, crea zonas retentivas donde se facilita la acumulación de placa. Estudios han reportado una prevalencia de manchas blancas entre el 12,6 % y el 50 % después del primer mes de tratamiento (JurelaJasso et al., 2013), debido a factores como higiene deficiente, rugosidad superficial y características físico-químicas del material.

Algunos recubrimientos estéticos aplicados sobre los alambres buscan mejorar la apariencia, pero pueden alterar sus propiedades mecánicas y aumentar la acumulación bacteriana. Oliveira et al. (2021) señalaron que estas modificaciones afectan la durabilidad, la resistencia a la corrosión y favorecen el crecimiento microbiano. Por su parte, Cano et al.

(2010) observaron que la exposición a la corrosión redujo la resistencia mecánica de los alambres NiTi, afectando la eficacia del tratamiento.

Este estudio se propone comparar la adherencia de *Streptococcus mutans* en alambres de NiTi y acero inoxidable (SS) bajo condiciones *in vitro*. Se consideraron factores como la superficie del material y la densidad bacteriana, midiendo las unidades formadoras de colonias (UFC/mL) para cada tipo de alambre.

La investigación busca aportar evidencia sobre el comportamiento bacteriano en diferentes materiales ortodónticos, con el fin de mejorar la selección clínica y reducir el riesgo de complicaciones orales durante el tratamiento. Además, se enfatiza la importancia del control de placa y del diseño de materiales más resistentes a la colonización microbiana (Venkatesan, 2020).

Marco Referencial

Estado del arte de la investigación

Para el fortalecimiento de la investigación sobre la adherencia del *Streptococcus mutans* en alambres de ortodoncia de NiTi y SS se presentan los siguientes estudios:

Sheibaninia (2025) en su investigación sobre la comparación de la adherencia de *Streptococcus mutans* a los alambres de ortodoncia en diferentes tipos de saliva en condiciones de laboratorio; los tipos de alambre de SS y NiTi que utilizaron fue una muestra de 6 por cada grupo, estos alambres se sumergieron por dos horas en soluciones de saliva artificial con un pH normal y/o ácido. También fueron incubados en cepas de *Streptococcus mutans*, la solución que se utilizó fue la dilución y cultivo en agar BHI. Los resultados presentaron que la tasa de adhesión de *Streptococcus mutans* fueron significativamente más alto en arcos de SS.

La investigación realizada por Eldriny et al. (2020) analizó la adhesión de *Streptococcus mutans* en diferentes arcos de ortodoncia, evaluando además el efecto del uso de un enjuague bucal elaborado a base de miel. Aunque se trata de una sustancia naturalmente dulce, la miel contiene compuestos con propiedades antimicrobianas, lo que en ciertas condiciones puede reducir la colonización bacteriana. En los resultados, los alambres de SS mostraron una mayor presencia de UFC/mL en comparación con los de NiTi, con un p-valor < 0.05.

El artículo publicado por Oliveira et al., (2021) con el tema de Adhesión y formación de biopelículas en cepas *Streptococcus mutans* en diferentes arcos de ortodoncia estéticos, estudio *In Vitro*; el objetivo fue evaluar la capacidad de diferentes arcos estéticos para la retención de biopelículas orales *In Vitro*, se probaron siete marcas de arcos de ortodoncia recubiertos con epoxi, politetrafluoroetileno, sodio, plata y polímero; para el grupo control se utilizaron los arcos metálicos convencionales sin recubrimiento. La cepa de *Streptococcus*

mutans en la adherencia de los arcos se cuantificó mediante el recuento de las colonias después de 24 horas. Los resultados para el *Streptococcus mutans* en unidades formadoras de colonias por biopelícula, se evidenció una diferencia significativa en la tinción con cristal violeta solo para la comparación entre los alambres NiTi (Micro Dental White) y los alambres de Cobre NiTi.

Marco teórico

Ortodoncia.

Los tratamientos de ortodoncia en la actualidad tienen como objetivo armonizar los tejidos blandos con la posición de los dientes y lograr una oclusión más funcional; los ortodontistas realizan exámenes dentales con frecuencia en el tratamiento de ortodoncia porque los pacientes tienen el riesgo de caries y problemas periodontales (Pérez-García et al., 2021). Según SheibaniNia (2025) indicó que el 96% de los pacientes con tratamiento en ortodoncia han desarrollado al menos una lesión blanca en la superficie bucal de los dientes anteriores superiores cercanos a los brackets. Asimismo, los pacientes que tuvieron caries antes del tratamiento en ortodoncia presentan niveles altos de *Streptococcus mutans* en la saliva. El uso de aparatos intraorales, arcos y elementos de ortodoncia incrementa la acumulación de microorganismos.

En la actualidad, más personas optan por tratamientos de ortodoncia para mejorar la estética y promover su salud oral; la colocación de aparatos de ortodoncia, como los brackets y arcos de alambre, puede causar problemas en la higiene bucal, ya que interfieren directamente con un cepillado adecuado. Sin duda, el uso de estos aparatos incrementa la cantidad de estreptococos cariogénicos. (Kao et al., 2007).

Las cepas de Streptococcus mutans.

El *Streptococcus mutans* es uno de los principales microorganismos cariogénicos asociados a la caries dental, una de las enfermedades infecciosas más prevalentes en la

población humana. Se estima que aproximadamente el 60-90% de los escolares y casi el 100% de los adultos presentan caries en todo el mundo (Ojeda-Garcés et al., 2013).

La morfología y la característica del *Streptococcus mutans* es considerado un coco Gram positivo, está disponible en cadena, no es móvil, presenta una catalasa negativo, produce de forma rápida el ácido láctico con una capacidad para cambiar el nivel pH de 7 a 4.2, aproximadamente en 24 horas. Además, es un fermentador de glucosa, lactosa, rafinosa, manitol, inulina y salicina con la producción de ácido (Ojeda-Garcés et al., 2013).

Alambre de acero inoxidable y Níquel – Titanio en ortodoncia.

La colocación de aparatos en ortodoncia puede incrementar la cantidad de *Streptococcus mutans*. Los alambres de acero inoxidable (SS) y Níquel Titanio (NiTi) son los más utilizados para la nivelación y alineación dental.

- **Alambres de acero inoxidable (SS)**

Las características de los alambres de SS son las siguientes:

1. Resistente a los químicos.
2. Antimagnéticos
3. Son manipulables
4. No se corrompen en la boca
5. Presentan rigidez.
6. Los alambres pueden ser trenzados y de diferente grosor.

Bajo el microscopio electrónico de barrido (SEM), el alambre de SS presenta una superficie rugosa con irregularidades visibles, como estrías y microgrietas. Estas características favorecen la adhesión de bacterias, especialmente *Streptococcus mutans* (Oliveira et al., 2021).

- **Alambres de Níquel - Titanio (NiTi)**

Los alambres de ortodoncia NiTi presentan las siguientes características:

1. Elasticidad y un pequeño diámetro.
2. Memoria de forma, siempre vuelve a su forma original.
3. Resistencia, a las deformaciones y los movimientos continuos.
4. Pulidos.

El alambre de NiTi muestra una superficie más lisa y homogénea al observarlo con microscopio electrónico de barrido (SEM). Esta menor rugosidad reduce la posibilidad de acumulación bacteriana en comparación con el acero (SheibaniNia, 2025).

Adherencia bacteriana del *Streptococcus mutans* en alambres de ortodoncia de NiTi y SS.

En los tratamiento de ortodoncia el uso de alambres son una opción recomendada desde el acero inoxidable (SS), las aleaciones de cobalto -cromo- níquel (Co-Cr- Ni) y de Níquel – Titanio (NiTi), los cambios en estos materiales fueron realizados según las necesidades clínicas de mejorar la elasticidad, la respuesta térmica, la resistencia a la corrosión y la biocompatibilidad, factores directamente vinculados a la adhesión bacteriana sobre superficies metálicas (Cano-Melguizo et al., 2019; Bollen et al., 1997).

Esterilización.

En los estudios microbiológicos *In Vitro*, la esterilización del material es un proceso fundamental para garantizar condiciones libres de contaminación y asegurar la validez de los resultados. En ortodoncia, la presencia de *Streptococcus mutans* en superficies metálicas como los alambres de NiTi y SS puede verse alterada por residuos o impurezas si no se controlan adecuadamente los procedimientos previos (Mystkowska et al., 2018; Cano et al., 2010). Por ello, se utilizan equipos como la autoclave de vapor, que mediante calor húmedo a alta presión permite eliminar esporas y bacterias, siendo indispensable en protocolos de laboratorio para análisis de adherencia bacteriana (Oliveira et al., 2021).

Metodología

Enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación experimental *In Vitro*.

La técnica de recolección de datos que se aplicó fue la observación clínica cuantificada por medio de conteo de unidades formadoras de colonias (UFC/ML) y los datos se registraron en una ficha de recolección de datos.

Alcance

La comparación de la adherencia del *Streptococcus mutans* en alambres NiTi y SS en tratamientos ortodónticos.

Población y muestra

Población.

En la investigación se utilizaron fragmentos de alambre de ortodoncia de 2 cm de SS y NiTi, el total de 16 fragmentos, 1 cultivo de cepas de *Streptococcus mutans*.

Muestra.

La población para el estudio *In Vitro* fueron 16 fragmentos con una medida de 2 cm; estuvo conformado por dos grupos: G1:8 fragmentos de alambre de ortodoncia de NiTi, y el G2:8 fragmentos de alambre de ortodoncia de SS, el espesor del fragmento fue de 0.019 x 0.025.

Para el procedimiento, se utilizó una cepa de *Streptococcus mutans*, la cual fue reactivada en medio de cultivo para su posterior aplicación en el ensayo.

Grupos de estudio

Para el estudio experimental se consideró dos grupos:

G1 = 8 fragmentos de alambre de ortodoncia de Niti.

G2 = 8 fragmentos de alambre de ortodoncia de SS.

Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión.

- Fragmentos de alambre de ortodoncia con espesor de 0.019 x 0.025 esterilizados.
- Fragmentos de alambre de ortodoncia nuevos y de 2 cm.
- Fragmentos de alambre de ortodoncia NiTi y SS.
- Cepa bacteriana *Streptococcus mutans*.

Criterios de exclusión.

- Fragmentos de alambre de ortodoncia que no sean de NiTi y SS.
- Fragmentos de alambre de ortodoncia con espesor diferente a 0.019 x 0.025.
- Fragmentos de alambre de acero diferentes a 2 cm.
- Cepa bacteriana diferente a *Streptococcus mutans*.

Criterios de eliminación.

- Fragmentos de alambre de ortodoncia contaminados.
- Fragmentos de alambre que no cumplen con el espesor y la longitud.
- Cepa bacteriana *Streptococcus mutans* sin la certificación de bioseguridad.

Materiales

- Ocho fragmentos de alambre de ortodoncia de NiTi, con una longitud de 2 cm y un espesor de 0.019 x 0.025
- Ocho fragmentos de alambre de ortodoncia de acero, con una longitud de 2 cm y un espesor de 0.019 x 0.025
- Cepa bacteriana *Streptococcus mutans*
- Solución salina
- Cloruro de sodio
- Agua destilada
- Tubos de ensayo

- Cajas Petri

Métodos

Preparación de la solución a esterilizar.

Instrucciones para preparación de diluciones.

- Se colocó 9 mL de solución salina en cada tubo de ensayo para las diluciones.
- Se preparó 60 tubos de ensayo para los alambres de SS, las diluciones se realizaron hasta 10^{-6} ; y, 60 tubos de ensayo para los alambres de NiTi, las diluciones se realizaron hasta 10^{-6} .
- Se preparó
- A) solución salina 0.9gr - 100ml

$$X - 500\text{ml} = 4.5\text{gr NaCl en } 500\text{ml}$$

- Se pesó 4.5 g de NaCl y se disolvió en 500 mL de agua destilada.
- B) La preparación de Agar BHI.

BHI 37gr - 1000ml

$$X - 440\text{ml} = 16.3\text{gr de BHI en } 440\text{ml de agua destilada.}$$

Agar 15gr - 1000ml

$$X - 440\text{ml} = 6.6\text{gr de Agar es la cantidad para preparar el agar BHI}$$

- C) Preparación de la mezcla de BHI y Agar:

Pesamos la cantidad necesaria de BHI y Agar, y procedemos a mezclar en 440 mL de agua destilada.

Una vez mezclados el BHI y el agar, se colocó el recipiente en una plancha de calentamiento. Se introdujo un agitador dentro del recipiente para evitar que los componentes sólidos se sedimenten en el fondo. La mezcla se calentó hasta alcanzar el punto de ebullición.

Esterilización Y Preparación De Cajas Petri

Se colocó 40 cajas Petri, envueltas en papel, dentro de la autoclave para su esterilización. Posteriormente, se añadió 20 mL de agar BHI a cada caja Petri.

Preparación del caldo BHI.

BHI 37gr - 1000ml =

X - 50ml = 1,85gr de BHI para 50ml.

Se pesó la cantidad de BHI para la preparar el caldo y disolverlo en 50 mL de agua destilada.

Preparación del caldo BHI para tubos de ensayo:

Se calculó la cantidad de BHI para preparar 50 mL de caldo. Posteriormente, se distribuyó 5 mL de la solución en cada tubo de ensayo, utilizando un total de 20 tubos de ensayo:

- 8 tubos para los alambres de SS.
- 8 tubos para los alambres de NiTi.

Preparación de los alambres de ortodoncia

Preparación de alambres.

Se cortó 8 fragmentos de alambre de acero de dimensiones 0.019 x 0.025 pulgadas, con 2 cm de longitud. Y repetimos el proceso con 8 fragmentos de alambre de NiTi de las mismas dimensiones (0.019 x 0.025 pulgadas) y longitud (2 cm cada uno).

Esterilización de los alambres y el material.

Los alambres y materiales fueron esterilizados en una autoclave portátil de acero inoxidable de 18 litros, marca Luzeren. El equipo alcanzó una temperatura de 121 °C durante 15 minutos a una presión de 23.2 psi. Este proceso garantizó la eliminación de microorganismos, asegurando condiciones óptimas para el estudio *In Vitro* y se verificó su esterilización con cinta auto-adhesiva, indicadora de que el material fue esterilizado.

Activar el microorganismo.

La activación del microorganismo se da de la siguiente manera: El microorganismo el cual se encontraba en crio preservación, se le activó veinticuatro horas antes, se procedió a su siembra en 16 tubos de ensayo que contenían 5ml de caldo de BHI (Caldo de Infusión de Cerebro y Corazón). Cada tubo incluía alambres de ortodoncia previamente esterilizados al igual que el medio de cultivo, los cuales fueron distribuidos en dos grupos: 8 con alambres de SS y 8 con alambres de NiTi.

Proceso de la preparación bacteriana de la cepa Streptococcus mutans.

1. Se retiró de crio congelación una cepa específica de *Streptococcus mutans*.
2. Se preparó el medio de cultivo agar BHI (Brain Heart infusión), para ser colocado en tubos de ensayo 5ml y en las cajas Petri 20ml.
3. Una vez esterilizado el cultivo agar BHI, se vertió 20ml en cajas Petri estériles y se dejó solidificar durante aproximadamente 15 a 20 minutos a temperatura ambiente.
4. Se inoculó la cepa de *Streptococcus mutans* en los alambres utilizando una pipeta estéril sumergiéndolo la punta de la pipeta en la suspensión bacteriana y transfiriendo una cantidad de 0.1ul de bacterias a cada tubo que contenía los alambres, asegurándose de cubrir toda la superficie del alambre de manera uniforme.
5. Se procedió a su siembra en 16 tubos de ensayo que contenían caldo de BHI, y los alambres de ortodoncia de NiTi y SS previamente esterilizados al igual que el medio de cultivo, los cuales fueron distribuidos en dos grupos: 8 tubos de ensayo con alambres de SS y 8 tubos de ensayo con alambres de NiTi.
6. El microorganismo *Streptococcus mutans* se inoculó en los tubos de ensayo que contenían alambres de NiTi y SS, con una longitud de 2 cm y de espesor 0.019X0.025.

Proceso de siembra bacteriana de la cepa Streptococcus mutans en alambres de ortodoncia.

1. Preparada la siembra en todos los tubos, tanto los que contenían alambres de NiTi como los de SS, se procedió a incubarlos a 37 °C durante 24 horas.
2. Se sacó el alambre del tubo donde fue realizada la incubación y se colocó en una caja Petri estéril, para ser lavado con solución salina al 0,09% estéril, agitándolo con el objetivo de eliminar restos de la bacteria no adheridos al alambre, esto se repitió, en cada tubo tanto para los alambres de Niti como los de SS.
3. Luego del lavado se colocó el alambre en 5ml de caldo de BHI esterilizado y se volvió a incubar por un periodo de 24 horas porque es el punto óptimo para estudios de crecimiento, adherencia y formación de biofilm de *Streptococcus mutans* en condiciones *In Vitro*.
4. Transcurrido el tiempo se realizó una tinción GRAM para comprobar que sean *Streptococcus* Gram-positivo.
5. Tras el periodo de incubación se procedió a realizar diluciones con cada tubo de ensayo que contenía el cultivo bacteriano de los alambres tanto de NiTi y SS, utilizando 6 tubos de ensayo con solución salina al 0.09% estéril con 9ml, para cada cultivo.
6. Se preparó diluciones de 10^{-5} y 10^{-6} con los tubos que contenían el cultivo bacteriano tanto de los alambres de SS como los de NiTi. Para ello, se extrajo 1000 μ L de cada tubo incubado con *Streptococcus mutans* utilizando una micropipeta con punta estéril y trasladándole a los tubos de ensayo con 9ml de solución salina de 0.09% estéril.
7. Se utilizaron los tubos que contenían las diluciones de 10^{-5} y 10^{-6} para los alambres de SS y los de NiTi y se realizó la siembra en cajas Petri estériles. Con una

micropipeta se tomó un volumen de 100 μ L de cada tubo y se depositó cuidadosamente en las respectivas Cajas Petri, las diluciones se sembraron por el método de Siembra por expansión con asa de Drigalski en 20ml Agar BHI.

Pruebas de adherencia bacteriana de la cepa Streptococcus mutans.

Se colocó Las cajas Petri en una incubadora a una temperatura de 37 °C durante 24 horas, bajo condiciones aeróbicas, Este procedimiento aseguró un entorno adecuado para el crecimiento de *Streptococcus mutans*.

Se obtuvo los resultados del conteo del número de colonias tanto en las Cajas Petri inoculadas con SS y NiTi y se procedió a usar la fórmula de cálculo de la Tasa Específica de Crecimiento de *Streptococcus mutans* ATCC 25175 que es la siguiente:

$$N_t = \frac{UFC \text{ contadas} * \text{dilución}}{\text{volumen sembrado}}, \text{ donde } N_t \text{ es la concentración final (Molecules, 2021).}$$

- Conteo de las colonia de *Streptococcus mutans* alambres de SS

Tabla 1.

Conteo de las colonia de Streptococcus mutans alambres de SS

Alambre de acero	10^{-5}	10^{-6}
Caja Petri 1.3	830 colonias	
Caja Petri 1.6	596 colonias	
Caja Petri 1.7	476 colonias	
Caja Petri 1.5		146 colonias
Caja Petri 1.4		98 colonias
Caja Petri 1.2		118 colonias
Caja Petri 1.1		146 colonias
Caja Petri 2.1	500 colonias	
Caja Petri 2.2	556 colonias	
Caja Petri 2.3	623 colonias	
Caja Petri 2.4	116 colonias	
Caja Petri 2.5	729 colonias	
Caja Petri 2.1		84 colonias
Caja Petri 2.2		81 colonias
Caja Petri 2.3		10 colonias
Caja Petri 2.4		152 colonias
Caja Petri 2.5		199 colonias
Caja Petri 2.6		30 colonias

Nota. Estudio experimental *In Vitro*. Realizado por Chamorro, 2025.

Se realizó una media de las colonias de 10^{-5} , siendo esta 553,25 colonias.

Número de colonias por la dilución 10^{-5} , se divide para 0.1 ml .

Alambre de Acero de 10^{-5} =

$$\frac{553,25 \text{ colonias (la media)} * 10^5}{0,1 \text{ ml}} = 5.5325 * 10^8$$

Se realizó una media de las colonias de 10^{-6} , siendo 106,4 colonias.

Número de colonias por la dilución 10^{-6} , se divide para 0.1 ml .

Alambre de Acero de 10^{-6} =

$$\frac{106,4 \text{ colonias (la media)} * 10^6}{0,1 \text{ ml}} = 1,064 * 10^9$$

- Conteo de las colonia de *Streptococcus mutans* alambres de NiTi

Tabla 2.

Conteo de las colonia de Streptococcus mutans alambres de NiTi

Alambre de NITI	10^{-5}	10^{-6}
Caja Petri 1.5	338 colonias	
Caja Petri 1.7	435 colonias	
Caja Petri 1.4	205 colonias	
Caja Petri 1.6	407 colonias	
Caja Petri 1.2		42 colonias
Caja Petri 1.1		38 colonias
Caja Petri 1.3		42 colonias
Caja Petri 2.1	354 colonias	
Caja Petri 2.2	1321 colonias	
Caja Petri 2.3	73 colonias	
Caja Petri 2.4	457 colonias	
Caja Petri 2.5	104 colonias	
Caja Petri 2.1		38 colonias
Caja Petri 2.2		43 colonias
Caja Petri 2.3		12 colonias
Caja Petri 2.4		84 colonias
Caja Petri 2.5		45 colonias
Caja Petri 2.6		38 colonias
Caja Petri 2.7		2 colonias

Caja Petri 2.8

49 colonias

Nota. Estudio experimental *In Vitro*. Realizado por Chamorro, 2025.

Se realiza una media de las colonias de 10^{-5} , siendo estas 410,44 colonias.

Número de colonias por la dilución 10^{-5} dividido para 0.1ml.

Alambre de NiTi de 10^{-5} =

$$\frac{410,44 \text{ colonias (la media)} * 10^5}{0,1 \text{ ml}} = 4,1044 * 10^8$$

Se realiza una media de las colonias de 10^{-6} , siendo estas 39,36 colonias,

Número de colonias por la dilución 10^{-6} , dividido para 0.1ml.

Alambre de Acero de 10^{-6} =

$$\frac{39,36 \text{ colonias (la media)} * 10^6}{0,1 \text{ ml}} = 3,936 * 10^8$$

Hipótesis de la investigación***Hipótesis alternativa (H1).***

- Las cepas bactrianas *Streptococcus mutans* presentan más UFC/ML en alambres de ortodoncia de aleación de SS.

Hipótesis nula (H0).

- La cepa bactriana *Streptococcus mutans* presentan más UFC/ML en alambres de ortodoncia de aleación de NiTi.

Análisis estadístico

El estudio experimental se basó en ocho repeticiones de la dilución 10^{-6} para los segmentos de alambre de ortodoncia de SS y NiTi, el conteo de la adherencia de las cepas *Streptococcus mutans* se hizo por cada caja de 30 a 300 UFC/ML. Los datos recolectados se analizaron con el programa SPSS 24, dado que la prueba de normalidad de Shapiro Wilk determinó que los datos tienen una distribución normal; se utilizó la prueba paramétrica para la comparación de los dos grupos, este fue el T-Student para la determinación de las

diferencias significativas de las muestras, se consideró un nivel de significancia bajo y un nivel probabilidad del 5%.

Hallazgos

Este estudio *In Vitro* logró un hallazgo significativo en la adherencia de las cepas de *Streptococcus mutans* al comparar alambres de ortodoncia de acero inoxidable (SS) y de Níquel-Titanio (NiTi). Se observaron diferencias relevantes en el nivel de colonización bacteriana entre ambos tipos de alambres.

Tabla 1.

Datos UFC/ML

Repetición	ALAMBRE DE ACERO		ALAMBRE DE NITI	
	UFCEN10 ⁻⁶	UFC/ML	UFCEN10 ⁻⁶	UFC/ML
1	146	1.460.000.000,00	42	420.000.000,00
2	98	980.000.000,00	38	380.000.000,00
3	118	1.180.000.000,00	42	420.000.000,00
4	146	1.460.000.000,00	38	380.000.000,00
5	84	840.000.000,00	43	430.000.000,00
6	81	810.000.000,00	49	490.000.000,00
7	152	1.520.000.000,00	45	450.000.000,00
8	199	1.990.000.000,00	38	380.000.000,00

Nota. Datos UFC/ML. Realizado por Chamorro, 2025.

Según la tabla 1, se observó mayor cantidad de UFC/ ML de *Streptococcus mutans* en los alambres de SS y menor cantidad en alambres de NiTi. teniendo en cuenta que se aplicó una distribución normal de muestras; para la misma se aplicó la prueba de normalidad por medio de Shapiro Wilk que se utiliza para muestras menores de 50 muestras.

Tabla 2.

Prueba de normalidad

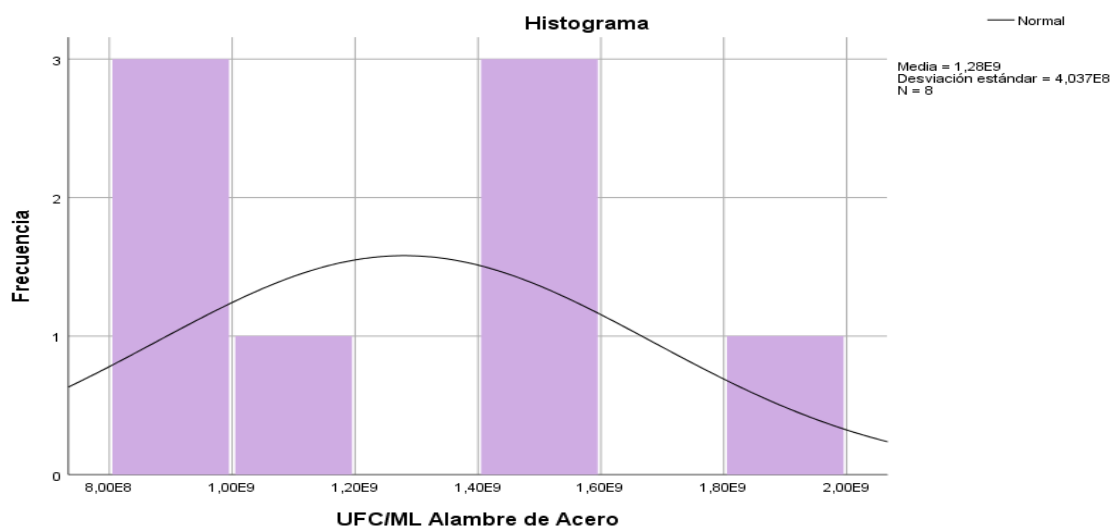
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	G1	p-valor
UFC/ML Alambre de Acero	0,928	8	0,497
UFC/ML Alambre NITI	0,889	8	0,227

Nota. Prueba de normalidad. Realizado por Chamorro, 2025.

En la tabla 2, se evidenció que el p-valor (probabilidad) fue mayor que 0.05; dando como resultado que los datos recolectados en este estudio de la UFC/ML vienen de una distribución normal, y son confiables, Los datos presentan una variación uniforme y están cercanos al promedio o media de los datos.

Figura 1.

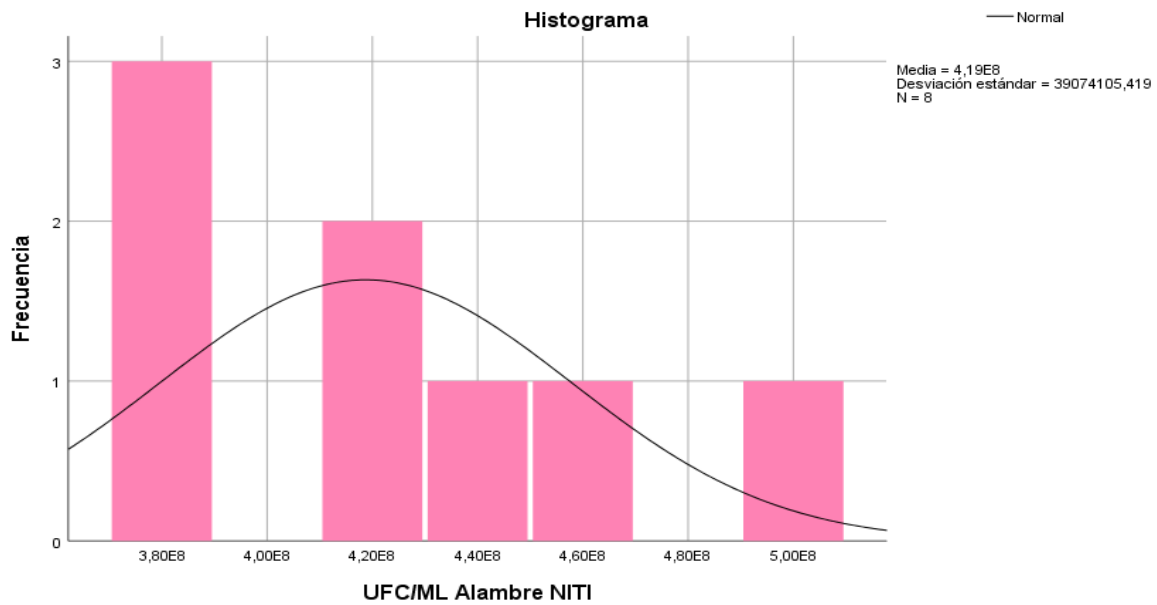
Distribución de datos de alambre de SS



Nota. Distribución de datos. Realizado por Chamorro, 2025.

En la figura 1, se observa que la distribución de datos está en el rango de curva estadística o de Gauss, eso determina que las UFC/ML no presentan una variación muy amplia en las muestras del alambre de SS.

Figura 2.

Distribución de datos de alambre Niti.

Nota. Distribución de datos. Realizado por Chamorro, 2025

La figura 2, Los datos de UFC/ML no presentan una variación amplia de las muestras en el alambre de NiTi. La valoración de la prueba de normalidad indicó que los datos presentan una distribución normal, eso permitió aplicar la prueba estadística paramétrica como el T-Student para los dos grupos.

Tabla 3.

Datos descriptivos

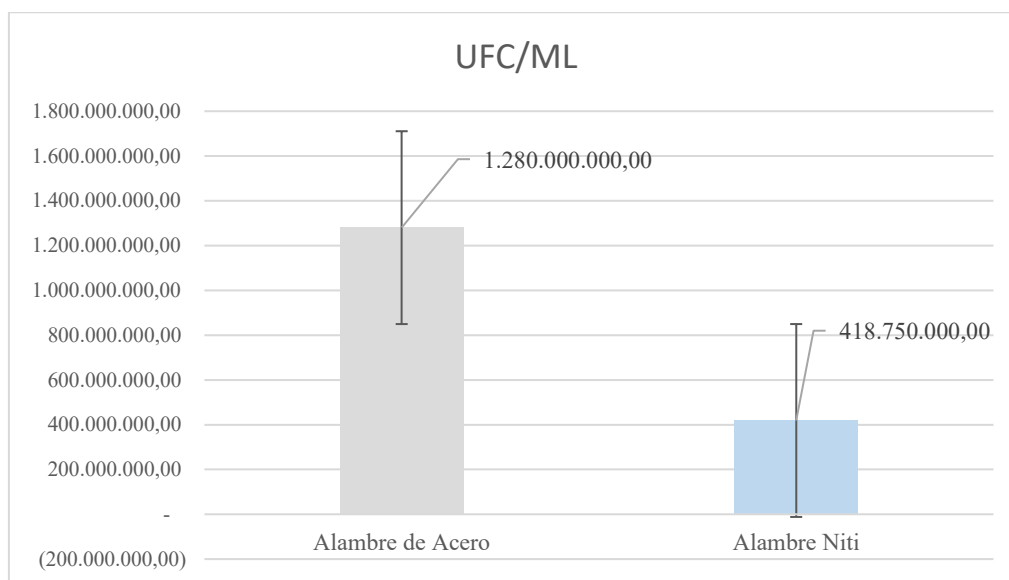
	N	Media	D. E	95% IC	
				Min.	Máx
Alambre de Acero	8	1.280.000.000,00	403.732.584,76	942.471.112,39	1.617.528.887,61
Alambre Niti	8	418.750.000,00	39.074.105,42	386.083.230,38	451.416.769,62
Total	16	849.375.000,00	524.003.419,20	570.153.287,57	1.128.596.712,43

Nota. Datos descriptivos. Realizado por Chamorro, 2025

La tabla 3, presentó los datos descriptivos donde el mayor promedio con las UFC/ML fue para el alambre de SS con $1.28 \times 10^9 \pm 4.04 \times 10^9$ comparado con las UFC/ML en alambre de NiTi $419 \times 10^8 \pm 3.91 \times 10^8$.

Figura 3.

Promedio UFC/ML



Nota. Promedio de UFC/ML. Realizado por Chamorro, 2025

La figura 3, presenta que las UFC/ML tienen mayor adherencia del *Streptococcus mutans* en el alambre de SS que el de NiTi.

La prueba T-Student se realizó bajo el nivel de significancia del 95% y 5% de error, considerado dos grupos para muestras independientes que fueron los alambres de SS y NiTi.

Tabla 4.

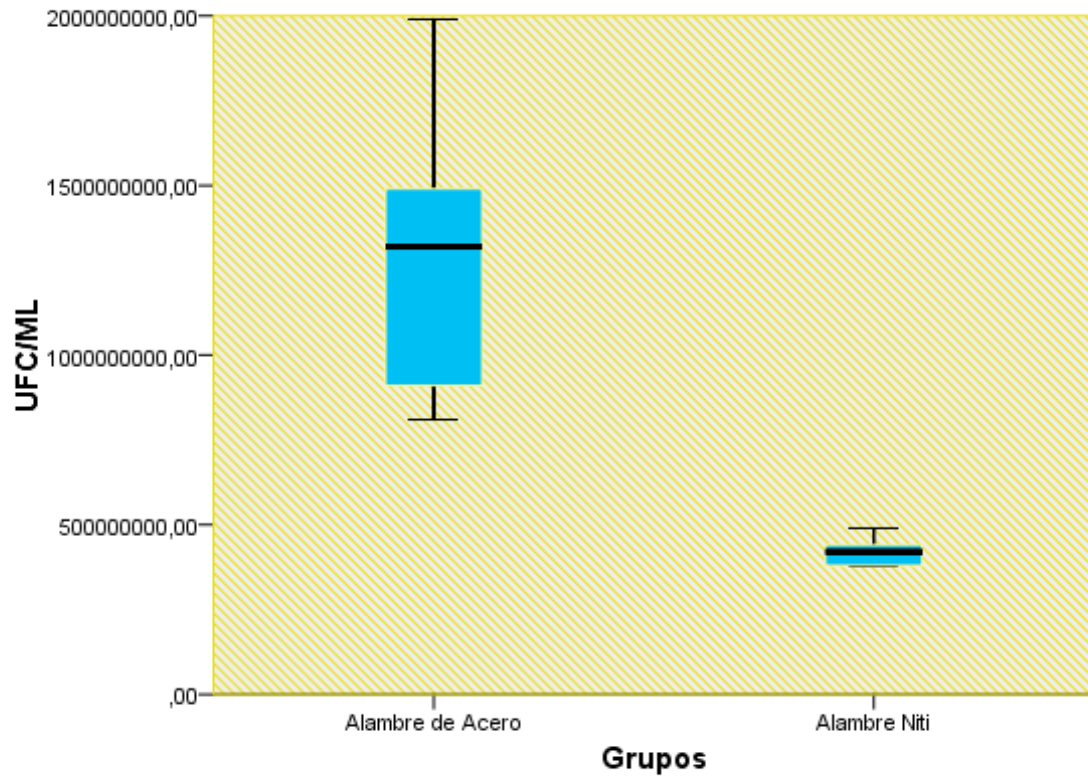
Datos inferenciales – Prueba T-Student

UFC/ML	Prueba de Levene		Prueba t para la igualdad de medias					
	F	P-valor	T	gl	(-) medias	95% IC		p-valor
						Min.	Máx.	
Alambre de Acero - Niti	17,386	0,001	6,006	14	861.250.000	553.670.477,39	1.168.829.522,61	0,000

Nota. Prueba T-Student. Realizado por Chamorro, 2025

La tabla 4, evidencia que existe mayor UFC/ML de *Streptococcus mutans* en el alambre de SS comparado con el NiTi y existe una variación significativa donde el p-valor < 0.05.

Figura 4.

Comparación de adherencia de UFC/ML

Nota. Prueba T-Student. Realizado por Chamorro, 2025

La Figura 4 muestra la distribución de la adherencia de *Streptococcus mutans* (UFC/mL) en los dos tipos de alambres evaluados. En el caso del alambre de SS, la mediana y el rango intercuartílico están ubicados hacia el extremo superior del eje, indicando una alta concentración bacteriana y una notable dispersión de los datos, lo que evidencia una distribución asimétrica. Por el contrario, en el alambre de NiTi, se observa una mediana considerablemente menor y un rango mucho más estrecho, lo que sugiere una menor adherencia bacteriana y una mayor homogeneidad en los resultados.

Contraste de hipótesis.

En el caso de las UFC/ML en el alambre de NiTi los valores de adherencia son muy bajo en comparación con al alambre de SS. Estos resultados contrastan con la hipótesis planteada en este estudio en donde el alambre de NiTi presenta menores UFC/ML que el SS.

Discusión

Los alambres de ortodoncia tienen un papel significativo en la colonización de microorganismos, la presente investigación tuvo como resultados que los alambres de tipo NiTi presentaron bajos niveles de UFC/ML en comparación de los alambres de SS. Los resultados coinciden con la investigación realizada por SheibaniNia (2025) en su estudio determinó que la presencia de UFC/ML fue más baja en los alambres de NiTi en comparación de los alambres de SS, y concluyó que las propiedades antibacterianas son más eficientes en los alambres NiTi.

Eldriny et al. (2020) compararon la adhesión de *Streptococcus mutans* en diferentes arcos de alambre de ortodoncia, utilizando fragmentos de NiTi y SS colocados en cada mitad del arco maxilar de pacientes entre 18 y 23 años. Los resultados mostraron una mayor cantidad de unidades formadoras de colonias (UFC/mL) en los alambres de SS respecto a los de NiTi.

Los autores que se citaron previamente coincidieron con los resultados de nuestra investigación, sin embargo, la investigación *In Vitro* realizada por Kim et al., (2014) comparo a corto plazo la adhesión de *Streptococcus mutans* en alambres estéticos de NiTi y de SS, donde la adhesión bacteriana en los alambre NiTi está influenciado por características de la superficie de los biomateriales, especialmente la rugosidad de la superficie y la energía libre de superficie (SFE) que fue más alto, seguido por el alambre de acero inoxidable (SS) y otros alambres estéticos. Los alambres NiTi produjeron una adhesión *Streptococcus mutans* significativamente mayor que el alambre de SS, el p-valor <0.05.

En consecuencia, el recubrimiento estético sobre las aleaciones de alambre de ortodoncia NiTi podría reducir la adhesión de *Streptococcus mutans In Vitro* a Corto Plazo; la discrepancia con nuestro estudio radica en que las superficies más rugosas promueven la adhesión bacteriana en un grado que supera la influencia de la energía superficial (SFE), ya

que incrementan las áreas de contacto disponibles para la adhesión y dificultan el desprendimiento de las colonias bacterianas.

Oliveira y colaboradores evidenciaron que los recubrimientos aplicados a los alambres de ortodoncia pueden modificar la resistencia a la corrosión y favorecer la formación de biopelículas, especialmente en materiales con mayor rugosidad. En consonancia, nuestro estudio mostró que los alambres de acero inoxidable (SS), al no contar con recubrimientos protectores y presentar una superficie más irregular, facilitaron una mayor adherencia de *Streptococcus mutans* en comparación con los alambres de NiTi (Oliveira et al., 2021).

Cano-Melguizo et al. (2019) señalaron que la exposición de alambres metálicos a medios corrosivos provoca microfracturas que incrementan la rugosidad superficial, lo que propicia una mayor colonización bacteriana. En nuestro análisis *In Vitro*, los alambres de SS presentaron una acumulación significativamente superior de *Streptococcus mutans*, mientras que los de NiTi conservaron una superficie más uniforme, lo que coincide con el comportamiento descrito en dicho estudio.

De acuerdo con Bollen et al., (1997) existe un umbral de rugosidad superficial por encima del cual se incrementa notablemente la retención de placa bacteriana. Este concepto teórico respalda los hallazgos de nuestra investigación, ya que los alambres de SS, con su textura más rugosa, superan dicho límite, facilitando la adhesión de *Streptococcus mutans*, en contraste con la superficie más lisa de los alambres NiTi.

Hepyukselen y Cesur, (2019) al comparar la flora microbiana en diferentes tipos de alambres ortodónticos, observaron una mayor carga bacteriana en los alambres de SS que en los de NiTi, lo cual atribuyeron a las diferencias estructurales del material. Estos resultados coinciden con los obtenidos en nuestro estudio, donde los alambres de SS mostraron mayores

niveles de UFC/mL, reforzando la relación entre tipo de aleación y susceptibilidad a la colonización bacteriana.

Limitaciones del estudio

Los resultados de este estudio, a pesar de aportar información importante sobre la adherencia bacteriana en los arcos de ortodoncia, se han visto limitados debido a la utilización exclusiva de arcos metálicos, sin considerar otros materiales comúnmente empleados en la práctica clínica, como los arcos recubiertos o fabricados con diferentes aleaciones. Además, al tratarse de un estudio *In Vitro*, no se evaluaron condiciones intraorales dinámicas, como la acción de la saliva, las variaciones de pH, las fuerzas masticatorias y la presencia de otras especies bacterianas que forman parte del biofilm oral. Estas limitaciones restringen la generalización de los resultados y resaltan la necesidad de realizar investigaciones adicionales que incluyan una variedad más amplia de materiales y condiciones clínicas para obtener una comprensión más completa de los mecanismos de adhesión bacteriana en los arcos de ortodoncia.

Conclusiones

El alambre de ortodoncia de SS mostró mayor variabilidad en la colonización bacteriana, la elección del material en ortodoncia influye en la acumulación de placa bacteriana, siendo el SS más susceptible que el NiTi.

En nuestro estudio se concluye que la adhesión de *Streptococcus mutans* fue mayor en los alambres de SS que de los alambres NiTi.

Los alambres de SS de ortodoncia alteran el ambiente bucal, favoreciendo el crecimiento y acumulación de microorganismos cariogénicos, al incrementar el *Streptococcus mutans* elevan el riesgo de caries dentales y lesiones blancas.

El NiTi muestra valores más consistentes y menos dispersos, lo que sugiere una menor susceptibilidad a la colonización bacteriana.

Anexos



Figura 1 Solución Salina



Figura 2 Cloruro de Sodio



Figura 3 Agua Destilada



Figura 4: 9 mL de solución salina



Figura 5 Tubos de ensayo



Figura 6 BHI

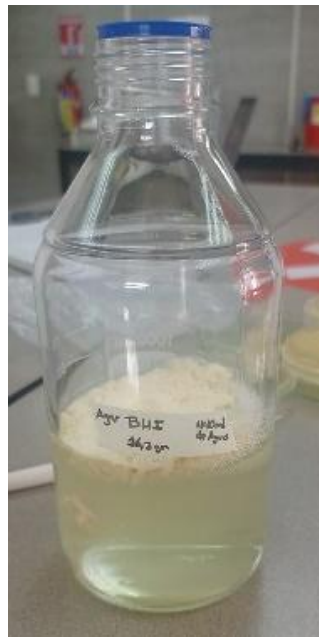


Figura 7 BHI con agua destilada



Figura 8 Agar



Figura 9 Calentar el BHI y Agar



Figura 10 Punto de ebullición del BHI y Agar



Figura 11 Preparación para esterilizar Cajas Petri



Figura 12 BHI



Figura 13 BHI más 50 mL de agua destilada



Figura 14: 5 mL de caldo de BHI



Figura 15 Colocación de 5ml de caldo de BHI en el tubo de ensayo



Figura 16 Preparación de alambres

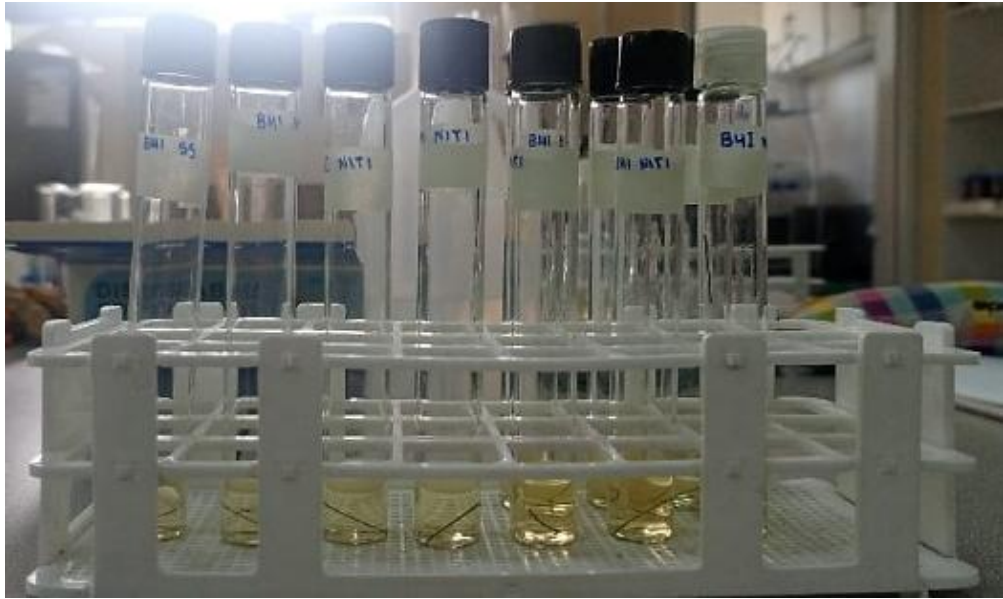


Figura 17 Colocación de los alambres en el caldo de BHI



Figura 18 Esterilización del material



Figura 19 Material en la autoclave



Figura 20 Inicio de la esterilización

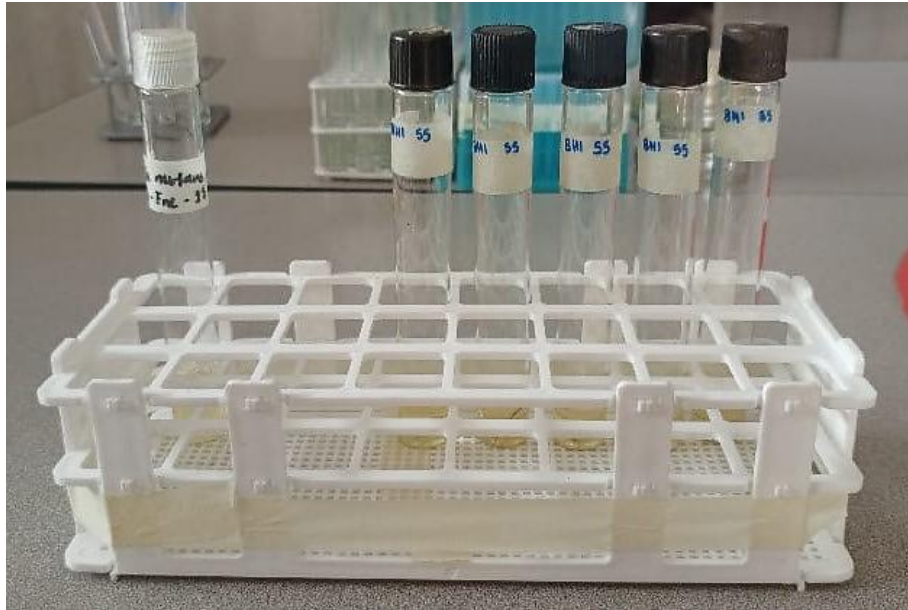


Figura 21 Siembra del *Streptococcus mutans* en alambre de Acero

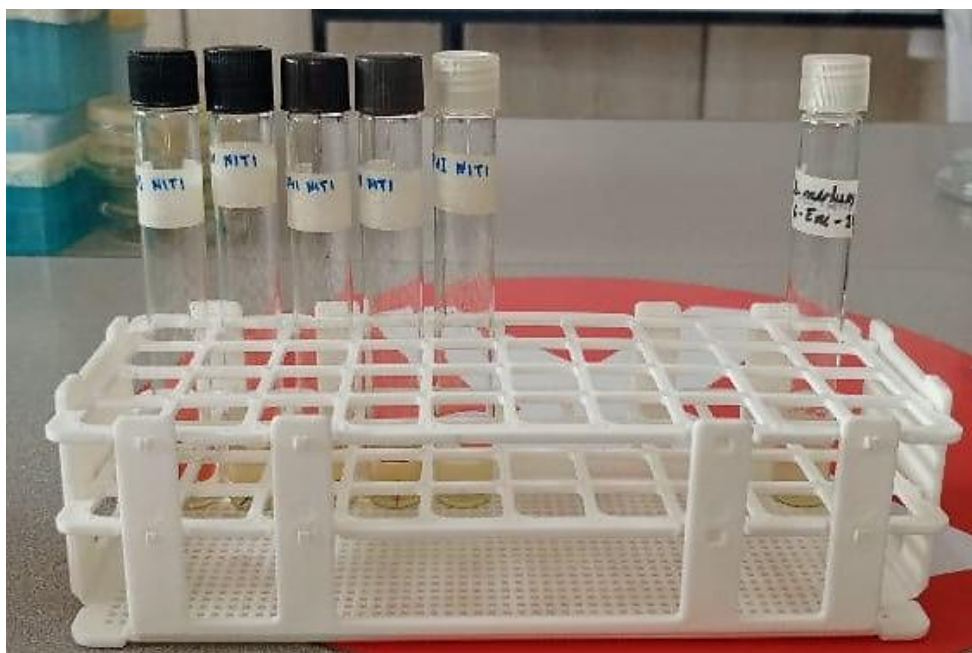


Figura 22 Siembra del *Streptococcus mutans* en alambre de Niti

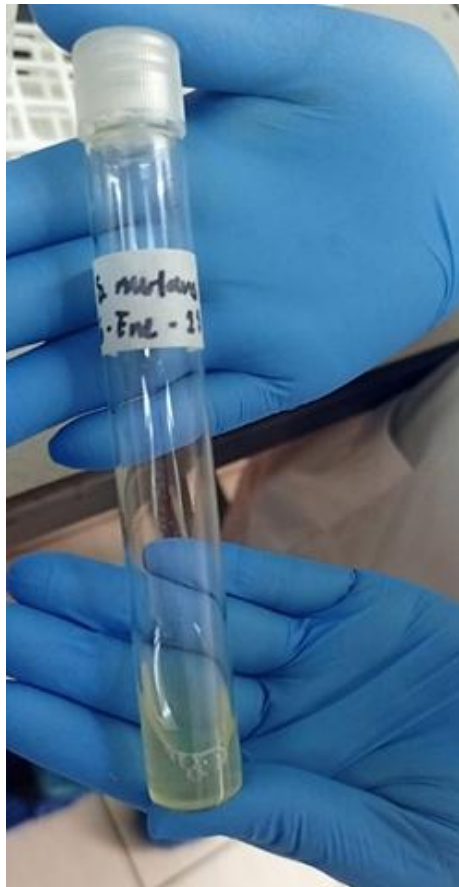


Figura 23 Crecimiento del Streptococcus mutans



Figura 24 Micropipeta de 100 μ L



Figura 25: 100 μ L Streptococcus mutans



Figura 26: Recolección del Streptococcus mutans



Figura 27 Colocación del Streptococcus mutans en cada tubo de ensayo que contiene alambres



Figura 28 100 μ L Streptococcus mutans



Figura 29 Recolección del Streptococcus mutans

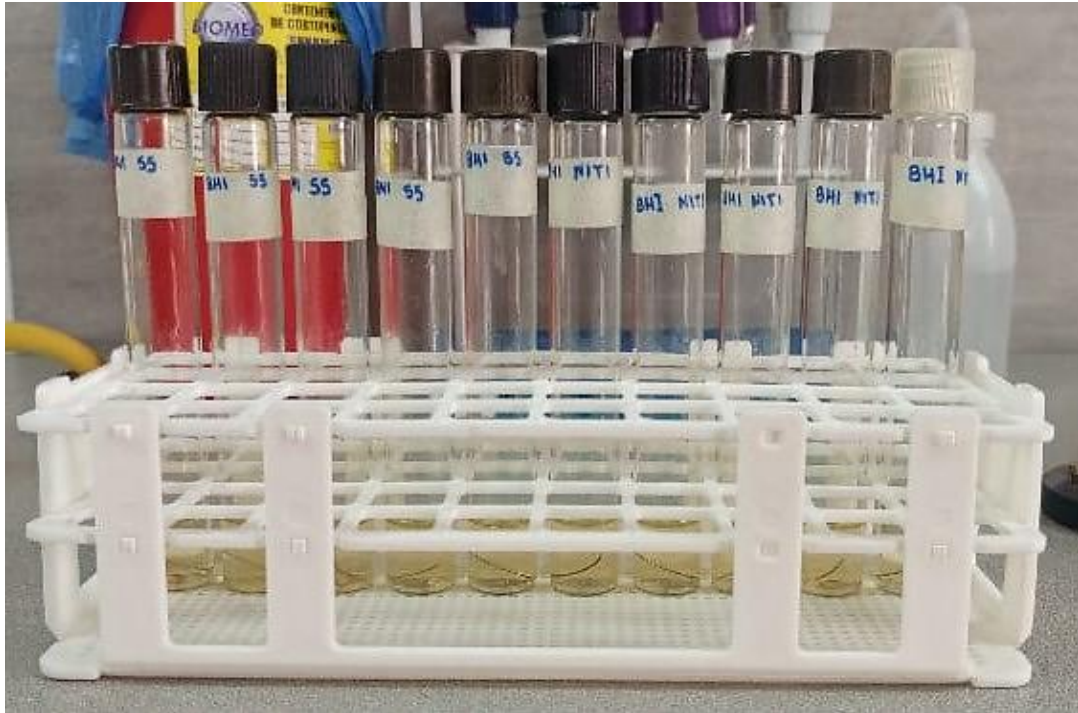


Figura 30 Tubos de ensayo con alambres de NITI y Acero con Streptococcus mutans



Figura 31 Incubación de los tubos de ensayo



Figura 32 Incubación por 48 horas

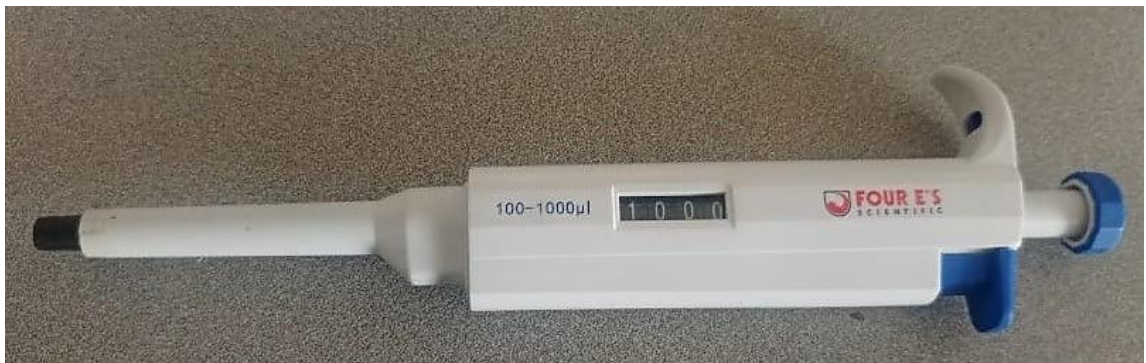


Figura 33 Micropipeta de 1000 µL

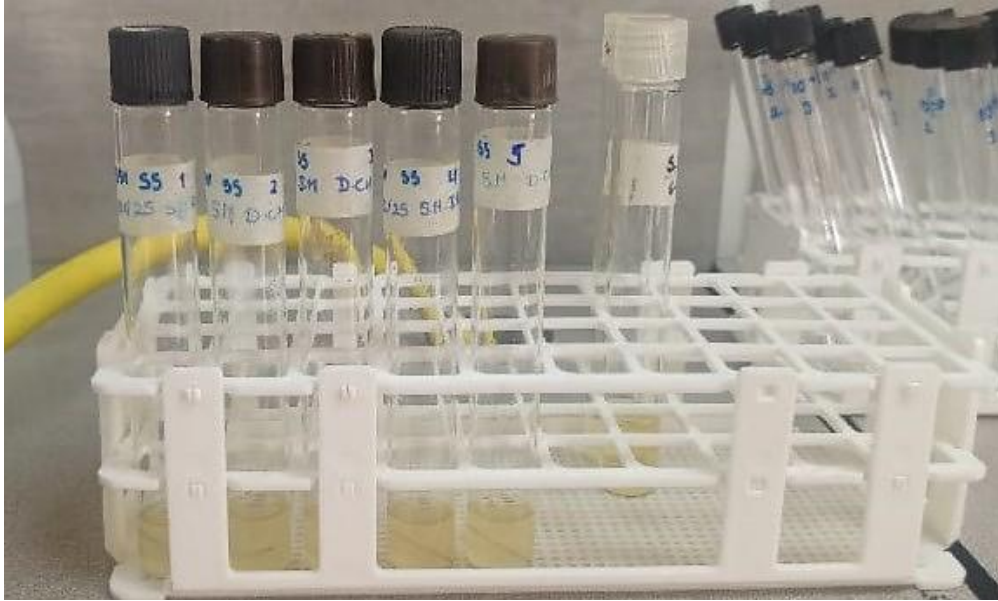


Figura 34 Tubos de ensayo Acero con las diluciones

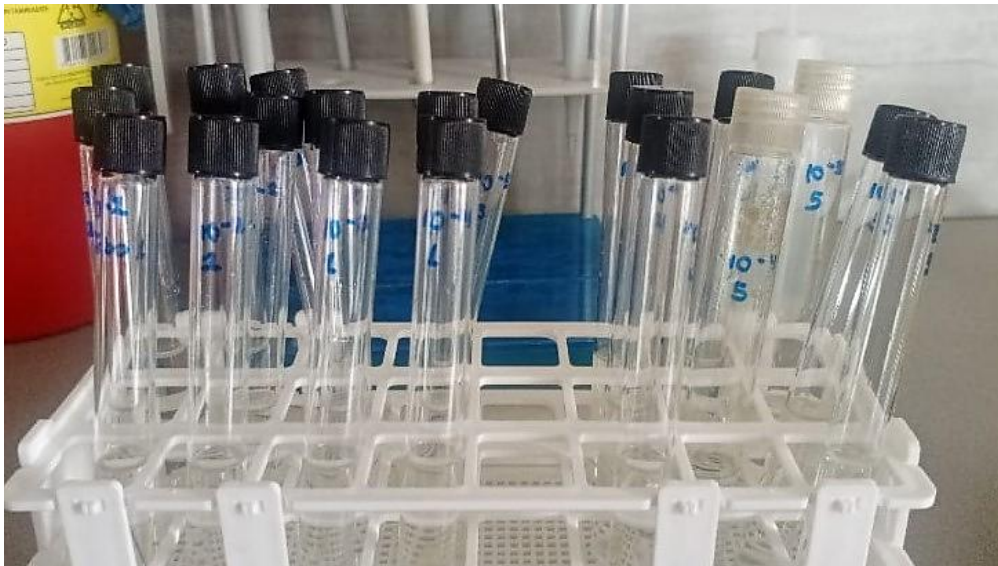


Figura 35 Diluciones a la 10^{-5} y 10^{-6}

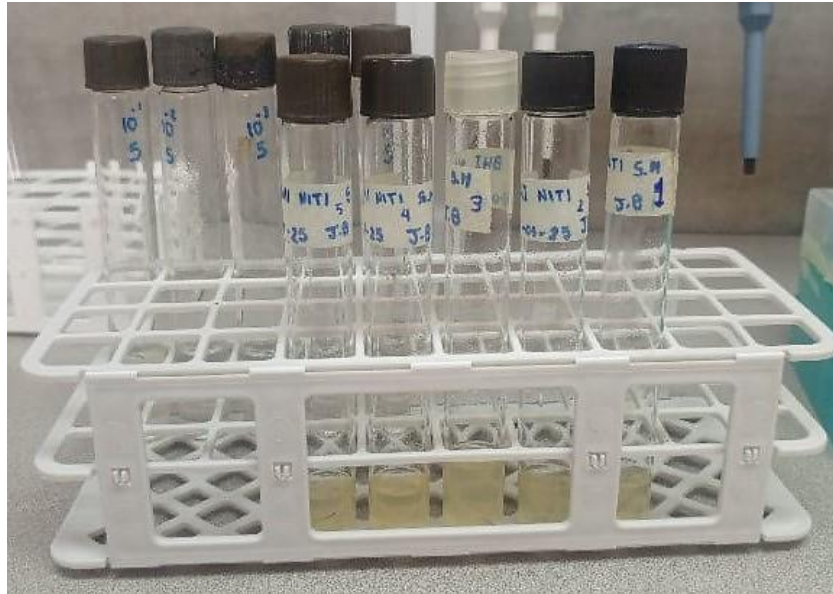


Figura 36 Tubos de ensayo NITI con las diluciones,



Figura 37 Diluciones

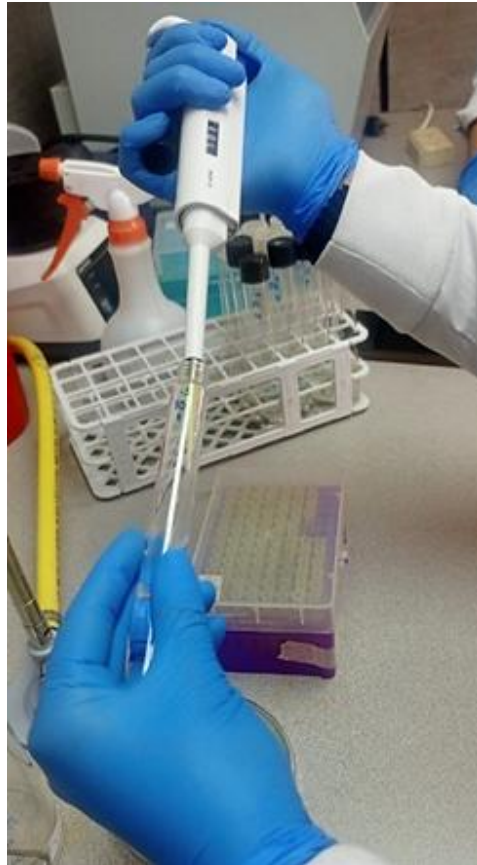


Figura 38: 100 μ L de la dilución.



Figura 39 Siembra en cajas Petri estériles



Figura 40 Siembra con Asa de drigalsky



Figura 41 Siembra con Asa de drigalsky



Figura 42 Cajas Petri con la Siembra del alambre de Acero



Figura 43 Cajas Petri con la Siembra del alambre de Niti



Figura 44 Cajas Petri en incubación a una temperatura de 37 °C



Figura 45 Incubación por 48 horas



Figura 46 Incubación a 37° por 48 horas

ALAMBRES NITI

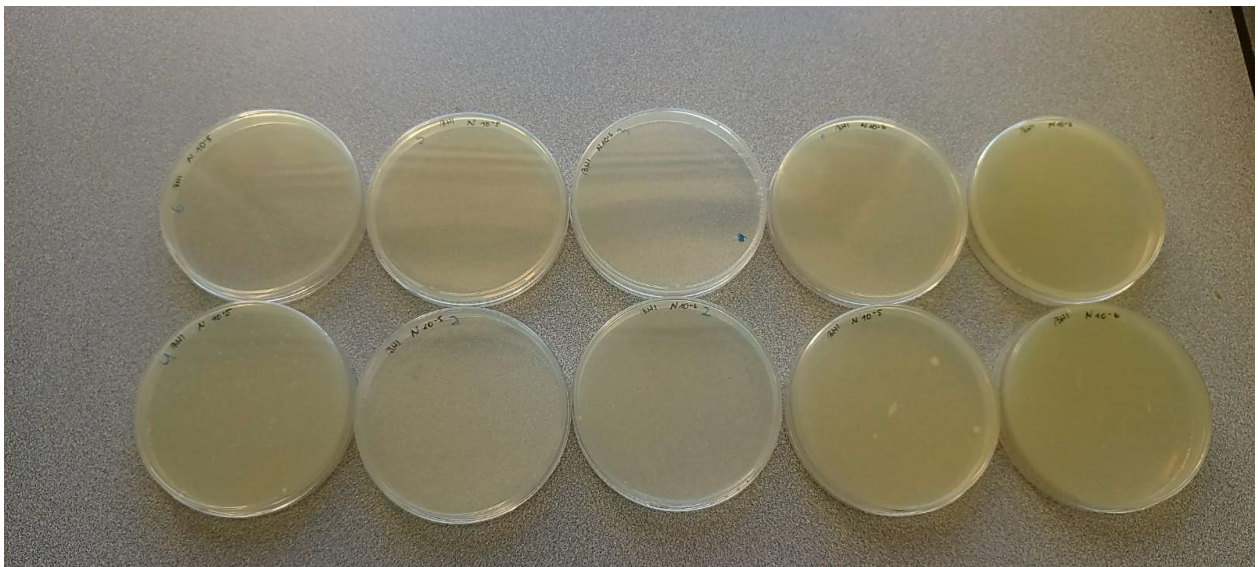


Figura 47 Cajas Petri Niti incubadas del Streptococcus mutans

ALAMBRE ACERO

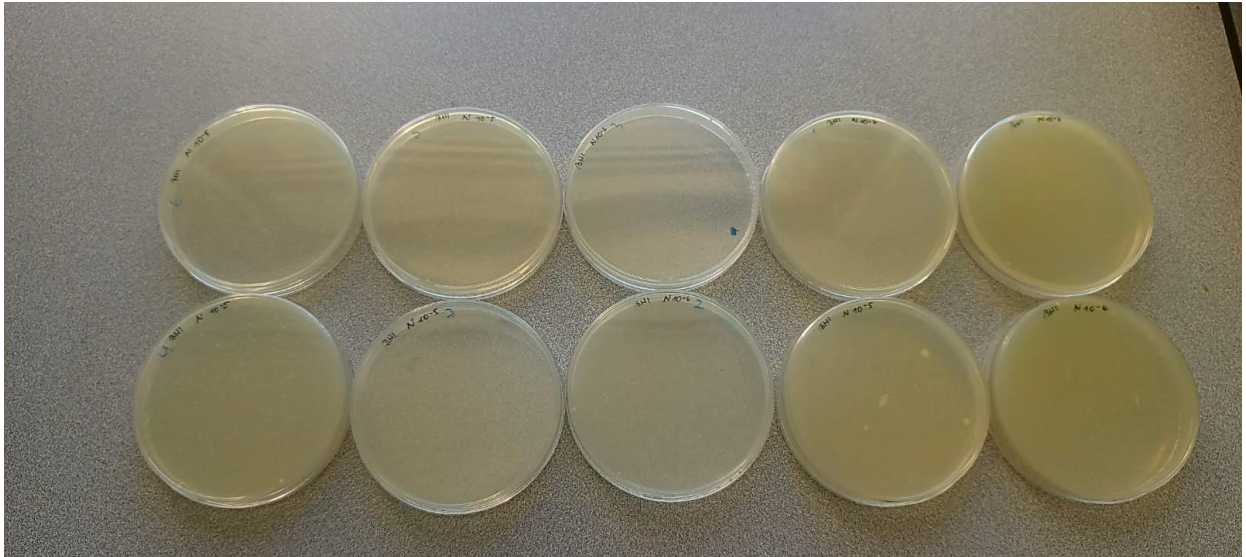


Figura 48 Cajas Petri Acero incubadas del Streptococcus mutans

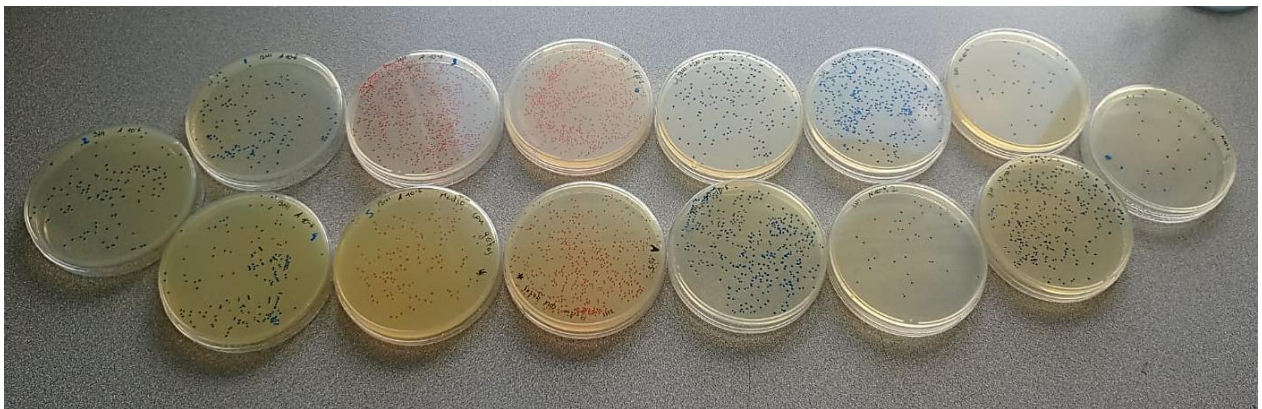


Figura 49 Conteo de colonias en Cajas Petri de Niti y de Acero

Referencias

- Abraham, K. S., Jagdish, N., Kailasam, V., & Padmanabhan, S. (2017). Streptococcus mutans adhesion on nickel titanium (NiTi) and copper-NiTi archwires: A comparative prospective clinical study. *The Angle Orthodontist*, 87(3), 448-454.
<https://doi.org/10.2319/040516-270.1>
- Al-Melh, M. A., Bhardwaj, R. G., Pauline, E. M., & Karched, M. (2020). Real-time polymerase chain reaction quantification of the salivary levels of cariogenic bacteria in patients with orthodontic fixed appliances. *Clinical and experimental dental research*, 6(3), 328–335. <https://doi.org/10.1002/cre2.285>
- Arango-Santander, S., Gonzalez, C., Aguilar, A., Cano, A., Castro, S., Sanchez-Garzon, J., & Franco, J. (2020). Assessment of Streptococcus Mutans Adhesion to the Surface of Biomimetically-Modified Orthodontic Archwires. *Coatings*, 10(3), Article 3.
<https://doi.org/10.3390/coatings10030201>
- Ashique Abdulhameed S, Mude NN, Chandrasekaran D, Goswami DS, Almutairi ON, Manimegalan P. Comparison of Bacterial Adherence on Different Archwires after Clinical Use. *J Pharm Bioallied Sci*. 2024 Dec;16(Suppl 4):S3778-S3780. doi: 10.4103/jpbs.jpbs_974_24. Epub 2024 Nov 13. PMID: 39926985; PMCID: PMC11805255.
- Bollen, C. M., Lambrechts, P., Quirynen, M., & Rausenbergh, P. V. (1997). Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dental Materials*, 13(4), 258-269.
- Cano, A., Castro, S., & Arango, S. (2010). *Evaluación de la adhesión bacteriana a la superficie de arcos de acero inoxidable de uso ortodóntico* [Tesis, Universidad Cooperativa de Colombia]. chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/bafbfc37-4275-4d56-8779-51ed4bae59a1/content

Cano-Melguizo, A., Castro-Flórez, S. A., & Arango-Santander, S. (2019). *Evaluación de la adhesión bacteriana a la superficie de arcos de acero inoxidable de uso ortodóncico modificados siguiendo un enfoque biomimético* [Trabajo de especialización, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio Institucional UCC. <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/13686>

Campobasso, A., Lo Muzio, E., Battista, G., Ciavarella, D., Crincoli, V., & Lo Muzio, L. (2021). Taxonomic Analysis of Oral Microbiome during Orthodontic Treatment. *International journal of dentistry*, 2021, 8275181. <https://doi.org/10.1155/2021/8275181>

Chen, L. R., Lai, C. L., Chen, J. P., & Kao, C. T. (2022). The Effect of Probiotics Use on Salivary Cariogenic Bacteria in Orthodontic Patients with Various Caries Risk Status. *Nutrients*, 14(15), 3196. <https://doi.org/10.3390/nu14153196>

ELdriny, A., Ibrahim, S., Samad, F., & Ali, H. (2020). Evaluación de la adhesión de *Streptococcus mutans* a diferentes arcos de ortodoncia y el efecto del enjuague bucal con miel. *Al-Azhar Journal of Dentistry Al-Azhar Journal of Dentis*, 7(4), 643:648. <https://doi.org/DOI: 10.21608/adjg.2020.17843.1198>

Feizbakhsh, M., Daneshkazemi, P., Mobasherizade, S., & Fallah, N. (2022). Bacteremia after Orthodontic Miniscrew Insertion. *Frontiers in dentistry*, 19, 7. <https://doi.org/10.18502/fid.v19i7.8554>

García, M., & Scougall, R. (2012). Sistemas adhesivos ortodóncicos. *Revista Española de Ortodoncia*, 4(1), 5-51

- Hepyukselen, B. G., & Cesur, M. G. (2019). Comparison of the microbial flora from different orthodontic archwires using a cultivation method and PCR: A prospective study. *Orthodontics & craniofacial research*, 22(4), 354–360. <https://doi.org/10.1111/ocr.12335>
- Hosseinpour Nader, A., Sodagar, A., Akhavan, A., Pourhajibagher, M., & Bahador, A. (2020). Antibacterial Effects of Orthodontic Primer Harboring Chitosan Nanoparticles against the Multispecies Biofilm of Cariogenic Bacteria in a Rat Model. *Folia medica*, 62(4), 817–824. <https://doi.org/10.3897/folmed.62.e50200>
- JurelaJasso, A., Repic, D., Pejda, S., Juric, H., Vidakovic, R., Matic, I., & Bosnjak, A. (2013). The effect of two different bracket types on the salivary levels of S mutans and S sobrinus in the early phase of orthodontic treatment. *The Angle Orthodontist*, 83(1), 140-145.
- Kao, C.-T., Ding, S.-J., He, H., Chou, M. Y., & Huang, T.-H. (2007). Cytotoxicity of orthodontic wire corroded in fluoride solution in vitro. *The Angle Orthodontist*, 77(2), 349-354. [https://doi.org/10.2319/0003-3219\(2007\)077\[0349:COOWCI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2319/0003-3219(2007)077[0349:COOWCI]2.0.CO;2)
- Kim, I.-H., Park, H.-S., Kim, Y. K., Kim, K.-H., & Kwon, T.-Y. (2014). Comparative short-term in vitro analysis of mutans streptococci adhesion on esthetic, nickel-titanium, and stainless-steel arch wires. *The Angle Orthodontist*, 84(4), 680-686. <https://doi.org/10.2319/061713-456.1>
- Krasniqi, S., Sejdini, M., Stubljar, D., Jukic, T., Ihan, A., Aliu, K., & Aliu, X. (2020). Antimicrobial Effect of Orthodontic Materials on Cariogenic Bacteria Streptococcus mutans and Lactobacillus acidophilus. *Medical science monitor basic research*, 26, e920510. <https://doi.org/10.12659/MSMBR.920510>

- Lee, S.-P., Lee, S.-J., Lim, B.-S., & Ahn, S.-J. (2009). Surface characteristics of orthodontic materials and their effects on adhesion of mutans streptococci. *The Angle Orthodontist*, 79(2), 353-360. <https://doi.org/10.2319/021308-88.1>
- Mocuta Bojoga, D. E., Miron, M. I., Hogeia, E., Muntean, C., & Todea, D. C. (2021). Dental-Plaque Decontamination around Dental Brackets Using Antimicrobial Photodynamic Therapy: An In Vitro Study. *International journal of environmental research and public health*, 18(23), 12847. <https://doi.org/10.3390/ijerph182312847>
- Molecules (2021) Antibacterial and Antibiofilm Properties of Dental Materials and Effect on Bacterial Growth Volumen 26, Artículo 1152.
- Mystkowska, J., Niemirowicz-Laskowska, K., Łysik, D., Tokajuk, G., Dąbrowski, J. R., & Bucki, R. (2018). The Role of Oral Cavity Biofilm on Metallic Biomaterial Surface Destruction–Corrosion and Friction Aspects. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/ijms19030743>
- Ojeda-Garcés, J. C., Oviedo-García, E., & Salas, L. A. (2013). Streptococcus mutans y caries dental. *CES Odontología*, 26(1), 44-56.
- Oliveira, D. C., Thomson, J. J., Alhabeil, J. A., Toma, J. M., Plecha, S. C., Pacheco, R. R., Cuevas-Suárez, C. E., Piva, E., & Lund, R. G. (2021). In vitro Streptococcus mutans adhesion and biofilm formation on different esthetic orthodontic archwires. *The Angle orthodontist*, 91(6), 786–793. <https://doi.org/10.2319/121220-998.1>
- Pérez-García, L. M., Yanes-Ruiz, Y., Morgado-Marrero, D. E., Martín-Cárdenas, O., García-López, R. M., & Jiménez-Marín, O. (2021). Diagnóstico de la higiene bucal en pacientes con aparatos de ortodoncia. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 25(5). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1025-02552021000500005&lng=es&nrm=iso&tlng=es

- Radovic, R., Begic, G., Blagojevic, S. L., Karleusa, L., Spalj, S., & Gobin, I. (2023). Temporal dynamics of adhesion of oral bacteria to orthodontic appliances. *Dental materials journal*, 42(4), 469–477. <https://doi.org/10.4012/dmj.2022-235>
- Rojas, S., & Echeverría, S. (2019). Caries temprana de infancia: ¿enfermedad infecciosa. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 25(3), 81-587. [https://doi.org/10.1016/S0716-8640\(14\)70073-2](https://doi.org/10.1016/S0716-8640(14)70073-2)
- Santonocito, S., & Polizzi, A. (2022). Oral Microbiota Changes during Orthodontic Treatment. *Frontiers in bioscience (Elite edition)*, 14(3), 19. <https://doi.org/10.31083/j.fbe1403019>
- SheibaniNia, A. (2025). Comparison of Streptococcus mutans adhesion to fixed orthodontic wires in different types of saliva under laboratory conditions. *ResearchGate*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-6058536/v1>
- Shirozaki, M. U., da Silva, R. A. B., Romano, F. L., da Silva, L. A. B., De Rossi, A., Lucisano, M. P., Messoria, M. R., Feres, M., & Novaes Júnior, A. B. (2020). Clinical, microbiological, and immunological evaluation of patients in corrective orthodontic treatment. *Progress in orthodontics*, 21(1), 6. <https://doi.org/10.1186/s40510-020-00307-7>
- Tristán López, J. D., Sánchez Meraz, W., Mariel Cárdenas, J., González Amaro, A. M., Gutiérrez Cantú, F. J., & Mariel Murga, H. (2015). Evaluación de carga bacteriana en brackets metálicos versus brackets cerámicos. *Revista Mexicana de Ortodoncia*, 3(4), 228-232. <https://doi.org/10.1016/j.rmo.2016.03.059>
- Venkatesan, K., Kailasam, V., & Padmanabhan, S. (2020). Evaluation of titanium dioxide coating on surface roughness of nickel-titanium archwires and its influence on Streptococcus mutans adhesion and enamel mineralization: A prospective clinical

study. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics* : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics, 158(2), 199–208.
<https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.07.019>

Wang, N., Yu, J., Yan, J., & Hua, F. (2023). Recent advances in antibacterial coatings for orthodontic appliances. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*, 11, 1093926.
<https://doi.org/10.3389/fbioe.2023.1093926>