



Facultad Ciencias de la Salud

Tema:

Efectos del cepillado dental combinado con pastas dentales con y sin flúor sobre la corrosión de los alambres de níquel titanio: Estudio experimental in vitro.

Trabajo de titulación para la obtención del Título De Especialista en Ortodoncia

Presentado por:

Od. Karen Lisette Vega Bravo

Tutor:

Dr. Yalil Rodríguez

Quito, septiembre del 2025

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo central determinar el efecto del cepillado dental combinado con pastas dentífricas con y sin flúor sobre la corrosión de los alambres de níquel-titanio utilizados en ortodoncia. Para ello, se diseñó un estudio experimental in vitro utilizando una muestra de 30 alambres de sección 0.019 x 0.025 pulgadas, divididos en tres grupos: el primero fue expuesto al cepillado con pasta con flúor, el segundo a pasta con flúor sin cepillado, y el tercero a cepillado con pasta sin flúor. Las condiciones del experimento simularon 28 días de cepillado dental rutinario, dos veces al día por un minuto, con un total de exposición equivalente a una hora. Los resultados demostraron que el grupo sometido al cepillado con pasta con flúor presentó un aumento significativo en la rugosidad superficial en comparación con los otros dos grupos, lo que indicó un mayor grado de corrosión, mientras que el grupo donde se usó pasta dental natural sin flúor combinado con cepillado mostró los más bajos índices de corrosión.

Las principales conclusiones del presente estudio fueron: 1. La combinación de cepillado dental con pastas fluoradas incrementó significativamente la corrosión en los alambres de níquel-titanio, lo cual puede comprometer su funcionalidad clínica, alterar las fuerzas ortodónticas aplicadas y representar un riesgo potencial para la salud del paciente. 2. Las pastas dentales sin flúor son una alternativa confiable de uso rutinario para evitar una mayor corrosión de los alambres de níquel-titanio durante un tratamiento activo de ortodoncia.

Palabras clave: Corrosión, Níquel Titanio, Cepillado dental, Pasta con flúor, cepillo eléctrico, Pasta sin Flúor

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.

Karen Lisette Vega Bravo

C.I: 1753409794

Dedicatoria

A mi madre, por ser mi pilar más firme, por su amor incondicional, su ejemplo de fortaleza y su apoyo constante en cada paso de este camino. Gracias por enseñarme que con esfuerzo y fe todo es posible.

A mi hermano, por estar siempre a mi lado, por su compañía silenciosa pero presente, y por ser una fuente de motivación y cariño inagotables.

Este logro también es de ustedes.

Índice

Declaración de Aceptación de Norma Ética y Derechos	3
Índice.....	5
Índice de Gráficos	6
Índice de Tablas	7
Resumen.....	8
Abstract	10
Introducción	11
Capítulo 1. Marco Referencial.....	13
Capítulo 2. Investigación	20
Resultados	24
Capítulo 3. Discusión de datos.....	29
Conclusiones	33
Referencias.....	34
Anexos	41

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Comparación inicial y final	24
Gráfico 2. Comparación inicial.....	26
Gráfico 3. Comparación final	27

Índice de Tablas

Tabla 1. Comparación entre grupos con sus valores media y (DS)	24
Tabla 2. Comparación de rugosidad inicial y final	26
Tabla 3. Comparación intergrupos de la rugosidad final.	28

Efectos del cepillado dental combinado con pastas fluoradas en la corrosión de los alambres de Níquel Titanio. Estudio IN VITRO.

Karen Lisette Vega Bravo

karen.lmbravo@gmail.com

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo central determinar el efecto del cepillado dental combinado con pastas dentífricas con y sin flúor sobre la corrosión de los alambres de níquel-titanio utilizados en ortodoncia. Para ello, se diseñó un estudio experimental in vitro utilizando una muestra de 30 alambres de sección 0.019 x 0.025 pulgadas, divididos en tres grupos: el primero fue expuesto al cepillado con pasta sin flúor, el segundo a pasta con flúor sin cepillado, y el tercero a cepillado con pasta fluorada. Las condiciones del experimento simularon 28 días de cepillado dental rutinario, dos veces al día por un minuto, con un total de exposición equivalente a una hora. Los resultados demostraron que el grupo sometido al cepillado con pasta con flúor presentó un aumento significativo en la rugosidad superficial en comparación con los otros dos grupos, lo que indicó un mayor grado de corrosión, mientras que el grupo donde se usó pasta dental natural sin flúor combinado con cepillado mostró los más bajos índices de corrosión.

Las principales conclusiones del presente estudio fueron: 1. La combinación de cepillado dental con pastas fluoradas incrementó significativamente la corrosión en los alambres de níquel-titanio, lo cual puede comprometer su funcionalidad clínica, alterar las fuerzas ortodónticas aplicadas y representar un riesgo potencial para la salud del paciente. 2. La pastas dentales sin flúor deben ser consideradas como una alternativa confiable de uso rutinario para evitar una mayor corrosión de los alambres de níquel-titanio durante un tratamiento activo de ortodoncia.

Palabras clave: Corrosión, Níquel Titanio, Cepillado dental, Pasta con flúor, cepillo eléctrico, Pasta sin Flúor

Abstract

The main objective of this study was to determine the effect of tooth brushing combined with fluoride and non-fluoride toothpastes on the corrosion of nickel-titanium wires used in orthodontics. To this end, an in vitro experimental study was designed using a sample of 30 wires with a cross section of 0.019 x 0.025 inches, divided into three groups: the first was exposed to brushing with non-fluoride toothpaste, the second to fluoride toothpaste without brushing, and the third to brushing with fluoride toothpaste. The experimental conditions simulated 28 days of routine tooth brushing, twice daily for one minute, with a total exposure equivalent to one hour. The results showed that the group brushing with fluoride toothpaste showed a significant increase in surface roughness compared to the other two groups, indicating a higher degree of corrosion, while the group that used natural, non-fluoride toothpaste combined with brushing showed the lowest corrosion rates. The main conclusions of this study were: 1. Combining tooth brushing with fluoride toothpastes significantly increased corrosion on nickel-titanium wires, which may compromise their clinical functionality, alter the applied orthodontic forces, and represent a potential risk to patient health. 2. Fluoride-free toothpastes should be considered a reliable alternative for routine use to prevent further corrosion of nickel-titanium wires during active orthodontic treatment.

Keywords: Corrosion, Nickel Titanium, Toothbrushing, Fluoride Toothpaste, Electric Toothbrush, Fluoride-Free Toothpaste

Introducción

La corrosión de los alambres de ortodoncia, especialmente aquellos fabricados con aleaciones de níquel-titanio, representa una preocupación clínica importante debido a su constante exposición al medio bucal, caracterizado por variaciones de pH, temperatura, presencia de biofilm y productos químicos provenientes de los hábitos de higiene oral. En particular, las pastas dentales fluoradas, ampliamente recomendadas para la prevención de caries, también son señaladas como potencialmente agresivas para la integridad de los materiales metálicos. (Mejía-Carrillo & Gutiérrez-Rojo, 2021). Esta interacción afecta las propiedades físico-mecánicas de los alambres ortodónticos, generando degradación con pérdida de la superelasticidad, fragilidad y en algunos casos riesgo de fractura. (Condò et al., 2022). Lo que compromete la eficacia del tratamiento, así como también se ha reportado que puede afectar la salud del paciente al liberar iones de flúor y aumentar la acidez del medio ambiente oral. (Pastor et al., 2023)

Como una alternativa, recientemente se ha potenciado el uso de pastas dentales de origen natural sin flúor, las cuales comparativamente presentan varias ventajas con respecto a las fluoradas: no contienen colorantes artificiales, tienen un menor riesgo de toxicidad por ingesta, además del componente ecológico y del menor riesgo de fluorosis en niños, entre otras. (Močnik et al., 2017).

Como complemento, dentro de la amplia gama de herramientas disponibles para la higiene oral, el cepillado dental es quizás el que mayor variabilidad presenta, puesto que depende principalmente de la técnica implementada, habilidad del paciente, tiempo, frecuencia, entre otras. (Ogawa et al., 2020).

Adicional a lo anterior, la variabilidad aumenta cuando está en curso un tratamiento de ortodoncia con brackets en el cual se deben adicionar más variables, como la sensibilidad dental, la necesidad de aumentar el tiempo de cepillado y de cambiarlo más periódicamente, el uso de un cepillo especial, entre otros. Es un hecho que un tratamiento de ortodoncia exige el uso de herramientas de higiene oral que preferiblemente no influyan en la eficacia biomecánica del mismo, ni interfieran en los tiempos ni en los ciclos de carga y deflexión de los alambres utilizados en el mismo. Ante este contexto, se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el efecto del cepillado dental con pastas dentales fluoradas y no fluoradas de origen natural sobre la corrosión de los alambres de níquel-titanio en condiciones in vitro?

La presente investigación plantea criterios científicos que orientaran a los profesionales en la selección de productos de higiene oral más compatibles con los tratamientos, minimizando efectos adversos. A nivel científico y social, este trabajo aportó al conocimiento sobre la interacción entre biomateriales y agentes de uso común, contribuyendo a la prevención de riesgos sistémicos derivados de la liberación de iones metálicos y a la optimización de la calidad de vida de los pacientes en tratamiento ortodóncico.

La literatura es escasa en estudios que evalúen el efecto del cepillado con pastas no fluoradas de origen natural sobre alambres de ortodoncia, especialmente los de Níquel Titanio, los cuales en muchos casos son los más usados en un tratamiento. Es por esto que el propósito del presente estudio es evaluar in vitro el efecto del cepillado dental combinado con pastas dentales con y sin flúor sobre la corrosión de los alambres de níquel titanio. La hipótesis nula consiste en que el cepillado con pastas no fluoradas de origen natural tiene un efecto similar al de las pastas fluoradas sobre la corrosión de alambres de níquel titanio.

Capítulo 1. Marco Referencial

La ortodoncia es una especialidad encargada de corregir las estructuras dentofaciales y una posición correcta entre el maxilar superior y el inferior ya que si no están en armonía pueden producir alteraciones en estructuras adyacentes y provocar afecciones respiratorias, masticatorias y de articulación. El profesional de ortodoncia es el encargado de evitar iatrogenias y escoger el mejor método e instrumental odontológico para su tratamiento.(Bucci et al., 2023)

Las aleaciones de Níquel Titanio son las más utilizadas en la ortodoncia por su superelasticidad y memoria sobre todo en apiñamientos severos ya que producen fuerzas leves y generalmente se utilizan al iniciar un tratamiento de ortodoncia. Además, por su alta flexibilidad, facilita su manipulación en la ranura de los brackets. Sin embargo, a pesar de todas sus ventajas, no es la aleación ideal que pueda ser utilizada durante todo el tratamiento por lo que tiene que ser reemplazada periódicamente.(Belasic et al., 2021)

Para lograr la biomecánica se utiliza diferentes mecanismos, entre ellos el uso de alambres que deben contar con características como resistencia a la fractura, recuperación elástica, maleabilidad, resistencia a la corrosión y biocompatibilidad con los tejidos del diente para que permanezcan periodos largos en boca sin alterar la estabilidad del ambiente y alta formabilidad que permite que el alambre se doble sin llegar al punto de ruptura.(Uysal et al., 2022)

Existen varios tipos de alambres utilizados en el tratamiento de ortodoncia

- Acero inoxidable: se caracteriza por su gran rigidez y resistencia frente a deformaciones provocadas por fuerzas aplicadas tanto dentro como fuera de la cavidad oral.(Bharathi et al., 2024)

- Cromo-cobalto: destaca por su capacidad para moldearse, ya que soporta cargas sin perder su forma, y puede adaptarse mediante el uso de calor. (Bharathi et al., 2024)
- Beta titanio (TMA): compuesto por titanio y molibdeno, ofrece una dureza intermedia, situándose entre el níquel-titanio y el acero inoxidable. (Bharathi et al., 2024)
- Níquel-titanio (NiTi): se emplea principalmente en las fases iniciales del tratamiento debido a su alta elasticidad y propiedades superelásticas. (Bharathi et al., 2024)

El comportamiento mecánico de un alambre ortodóntico se evalúa mediante su respuesta frente a la aplicación de fuerzas externas, considerando propiedades clave como:

- Rigidez: medida de la fuerza necesaria para generar una deformación en el alambre. (Srinivasan & Krishnan, 2023)
- Dureza: resistencia del material a sufrir deformación permanente ante cargas elevadas. (Srinivasan & Krishnan, 2023)
- Recorrido: distancia máxima que puede ser elongado un alambre horizontalmente sin sufrir alteraciones permanentes en su forma. (Srinivasan & Krishnan, 2023)
- Resiliencia: capacidad del material para absorber y almacenar energía elástica sin deformarse de forma permanente. (Srinivasan & Krishnan, 2023)
- Moldeabilidad (maleabilidad): grado de deformación que puede soportar el alambre antes de fracturarse. (Srinivasan & Krishnan, 2023)

Los arcos de níquel titanio super elástico producen una fuerza ligera y continua aproximadamente de 50gr y son utilizados en etapas tempranas para alineación sobre todo en casos de apiñamiento severo ya que estos se acoplan al bracket, posteriormente se pueden reemplazar con alambres de acero inoxidable. (Al-Horini et al., 2022).

El sistema arco-bracket funciona almacenando energía dentro del slot al momento de la activación del arco, liberando esta fuerza de manera controlada sobre los dientes para permitir su desplazamiento sin comprometer la integridad del tejido periodontal.(Espinoza-Montero et al., 2022)

Ejercer fuerzas en un tratamiento ortodóntico es obligatorio por lo que esto puede causar incomodidad al paciente y consecuencias como ulceraciones de tejidos blandos y problemas al masticar, además que existe una compresión del ligamento periodontal que provoca dolor y liberación de la prostaglandina que son lípidos que aparecen cuando hay inflamación. (Agrawal et al., 2025).

Los arcos fabricados en níquel-titanio presentan buena biocompatibilidad con la cavidad oral y ofrecen una alta resistencia a la corrosión y a la fractura bajo cargas funcionales, gracias a la formación de una fina capa de óxido pasivo. Sin embargo, el uso de agentes profilácticos puede afectar esta capa protectora y alterar sus propiedades superficiales.(Espinoza-Montero et al., 2022).

Los iones de flúor que liberan las pastas dentales fluoradas producen pérdida de esta capa delgada de óxido y pueden resultar agresivos para los arcos de níquel titanio e incrementar la fricción entre el bracket y el alambre lo que genera que el movimiento dental se vea afectado y se produzca corrosión electroquímica. Estos iones entran en contacto con la saliva y pueden ser transportados al resto del cuerpo causando problemas a nivel sistémico. (Mikulewicz et al., 2024)

Mientras más iones liberen las aleaciones existe mayor riesgo de provocar reacciones indeseables en la cavidad oral y a nivel sistémico. Las aleaciones de níquel titanio constan de 2 estructuras cristalográficas: La austenita que es cuando recupera su forma a la más alta

temperatura y la martensita que es cuando se confiere equilibrio termodinámico a la más baja temperatura. Los iones de níquel se liberan más que los iones de titanio en medios ácidos o con fluoruros por lo que se llega a la conclusión que los iones de titanio pueden impedir la corrosión.(Pipatvadekul et al., 2021)

La corrosión se define como un daño que sufre un material y la pérdida de propiedades físicas y químicas afectando la función para lo cual estaba destinada. En la cavidad oral la corrosión de los metales ocurre principalmente por cambios electroquímicos, es decir la liberación de iones provocando alteraciones en las características mecánicas y visuales.(Farrag et al., 2024)

El grosor de los alambres también influye en los efectos corrosivos ya que varios estudios demostraron que se colocaron alambres en saliva artificial y con diferente pH; los alambres con espesores de 0,014 comparados con los alambres con espesores de 0,016 pulgadas sufrieron más corrosión por lo que concluyen que si un alambre es más delgado es más probable que sufra cambios que afecten a sus características.(Losiewicz et al., 2023)

Otro factor mecánico es el cepillado dental. Un estudio de (Khaled & Rayyan, 2025) realizó un cepillado estandarizado a tipodontos con simulación de placa bacteriana para evaluar la eficacia del cepillado después de la aplicación del dentífrico llegando a la conclusión que cepillar 30 segundos cada superficie con una presión de 200 gramos elimina un 88 % de placa simulada.

Se demostró también que los cepillos dentales nuevos eran significativamente mejores para eliminar la placa bacteriana y controlar la gingivitis. En relación con los cepillos antiguos, estos contienen más patógenos orales como el *Streptococcus mutans*. (Ximinis et al., 2023)

Adicionalmente, la velocidad, la fuerza y temperatura del cepillado pueden causar mayor o menor desgaste del esmalte, conllevando una abrasión excesiva y provocando pérdida de tejidos y problemas como la sensibilidad dental.

La tecnología ha permitido la entrada de los cepillos eléctricos a la lista de recursos disponibles para la higiene oral. Estos actúan con movimientos recíprocos de adelante hacia atrás y son recomendados para pacientes con discapacidad, pacientes con ortodoncia o pacientes en los que sus habilidades motoras finas están afectadas. Datos experimentales han hallado que el cepillo eléctrico es menos abrasivo que el cepillo manual y eso puede deberse a que se utiliza menos presión sobre la superficie dentaria e incluso algunos pacientes están más motivados a utilizar un cepillo eléctrico para mejorar su higiene bucal. (Ikawa et al., 2021).

En ortodoncia se ha observado que el 60% de los pacientes tiene una acumulación mayor de biofilm y como efectos adversos se ha producido inflamación, agrandamiento gingival, reabsorción radicular y alteraciones en los tejidos de soporte y manchas blancas alrededor del bracket. En pacientes con ortodoncia fija no se demostraron evidencias significativas con el cepillo eléctrico y manual. (Ledder et al., 2019a)

Un estudio (Condò et al., 2022b) reportó que los productos de higiene bucal que contienen flúor, como las pastas dentales y los enjuagues bucales, pueden acelerar este proceso corrosivo. El flúor, al interactuar con la capa protectora de óxido en la superficie de los alambres, genera compuestos como el fluoruro de titanio, que debilitan dicha capa y facilitan la corrosión. Esto no solo afecta la integridad estructural de los alambres, sino que también puede liberar iones de níquel, potencialmente tóxicos para el organismo. Investigaciones han evidenciado que la exposición de los alambres de NiTi a soluciones con flúor incrementa la

velocidad de corrosión, alterando sus propiedades mecánicas y aumentando el riesgo de liberación de metales pesados.

La saliva contiene proteínas, sustancias nitrogenadas que interactúan con los aparatos de ortodoncia y expuestas a este medio pueden provocar corrosión de estos. Al utilizar alambres de níquel titanio se libera el ion Ni que puede causar consecuencias biológicas indeseables (Costa et al., 2025).

El ácido fluorhídrico que se libera en presencia del fluoruro y PH salival es el que más corrosión causa al alambre de níquel titanio disminuyendo sus características mecánicas. Los alambres de níquel titanio poseen una capa protectora compuesta de óxido titanio que ayuda a mejorar la estabilidad del alambre, pero si el titanio tiene una alta afinidad con el hidrógeno puede causar agrietamiento en los alambres. (Belasic et al., 2021a)

El fluoruro de sodio está presente de forma natural en el agua, minerales y también en el organismo humano, donde desempeña un papel importante en la estructura de los dientes y los huesos. Su aplicación controlada contribuye a la prevención de caries, ya que favorece la remineralización del esmalte y reduce la desmineralización. Entre sus mecanismos de acción destacan: la conversión de hidroxiapatita en fluorapatita, que refuerza la resistencia del esmalte ante los ácidos; la inhibición de la actividad metabólica de bacterias como *Streptococcus mutans*; y la disminución de la síntesis de polisacáridos en la placa dental, lo que dificulta la adhesión y proliferación bacteriana. (Ten Cate & Buzalaf, 2019)

Los fluoruros más empleados en productos de uso doméstico son el fluoruro de sodio, el fluoruro fosfato acidulado y el fluoruro estañoso. Por otro lado, el fluoruro de amina y el silano se utilizan en tratamientos profesionales. El fluoruro de sodio libera iones de flúor en baja

concentración, los cuales se distribuyen en la saliva, la placa dental y los fluidos intercristalinos, colaborando en los procesos de desmineralización y remineralización del esmalte dental.

(Goldenfum et al., 2021).

Capítulo 2. Investigación

Metodología

La presente investigación es experimental, in vitro en el cual la muestra estuvo conformada por 30 alambres rectangulares de 2 centímetros de longitud cada uno, de calibre 0.019 x 0.025” de Níquel Titanio Superelastico de la marca comercial Orthometric. En cada unidad muestral se midió la rugosidad inicial y la rugosidad final, y fue dividida en 3 grupos:

Grupo1: 10 Alambres de Níquel Titanio. En este grupo se usó pasta dental con flúor y se implementó un cepillado dental.

Grupo 2:10 Alambres de Níquel Titanio. En este grupo se usó pasta dental con flúor, y no se realizó cepillado dental.

Grupo 3: 10 Alambres de Níquel Titanio. En este grupo se usó pasta dental sin flúor y se implementó un cepillado dental.

La simulación del cepillado dental se realizó 2 veces al día durante 1 minuto por 28 días, para un total de exposición de 60 minutos (1 hora) con un cepillo eléctrico de marca Oral B iO10. Se solicito autorización de la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” para poder realizar el estudio, las medidas se realizaron en el laboratorio de Materiales a cargo del Ing. Jhon Luna.

Se seleccionaron los alambres de Níquel-Titanio Superelastico de forma rectangular con dimensiones de “0.019 x 0.025” mm de la marca Orthometric. Según un estudio (Sapata et al., 2020) se ha demostrado que los arcos de NiTi mantienen la estabilidad de las fuerzas de desactivación aún después de la exposición al medio bucal, lo que asegura un desempeño clínico más constante.

Después se midieron 2 cm de cada uno con un calibrador de Vernier de marca “Pretul” de la casa comercial Truper S.A, y se cortó con pinza de corte distal. Posteriormente se realizó la primera medición de Rugosidad Inicial utilizando el rugosímetro de marca MarSurf PS 10 de la casa comercial Mahr, el cual es un instrumento que nos permite evaluar la calidad superficial por contacto midiendo en micras (μm) el área del alambre; esta medida fue útil como base realizando 3 medidas con la punta de diamante con una velocidad de barrido de 0.5mm por segundo del rugosímetro para obtener la Rugosidad media en una muestra sin intervención.

A continuación, los 30 segmentos de alambres fueron inmersos en un vaso de tubo corto que contenía 20 mL de saliva artificial de la marca “Saliv by Denture” del laboratorio Lamosan por 24 horas. De acuerdo a la información del fabricante el producto contiene agua, Sorbitol, Carboximetilcelulosa, Xilitol, Fosfato Disódico, Potasio, Fosfato Sódico, Metilparabeno, Cloruro de Potasio, Cloruro de Sodio, Propilparabeno Sódico, Cloruro de Calcio, Cloruro de Magnesio y Sacarina Sódica.

Seguidamente se retiraron los segmentos de alambre con ayuda de una pinza algodонера y fueron colocados sobre papel de filtro libre de residuos para que el secado fuera al aire a temperatura ambiente durante 30 minutos. De manera sucesiva, se diseñó y construyó una base de acrílico de 3cm x 3cm x 1cm que estabilizó el segmento del alambre al momento de simular el cepillado dental. Luego, se tomaron 0,25 gramos de pasta dental, siguiendo el protocolo recomendado por un estudio similar (Creeth et al., 2013), en el cual se considera esa esta cantidad como suficiente para prevenir las caries y preservar el esmalte sin causar fluorosis. Esta cantidad fue medida para cada muestra con una báscula digital de la marca “MagicTeck” con dimensiones de 120 x 63 x 20 mm y se colocó en la superficie del cepillo dental de la Marca Oral

B iO 5 caracterizada por sus micro vibraciones suaves de 145Hz que eliminan eficazmente la placa.

En el Grupo 1 fueron colocados 0,25 gramos de pasta dental con flúor de la marca “Encident brackets” de la casa comercial Blenastor, la cual contiene: Sorbitol, Sílice, Glicerina, Xilitol, Agua, Pirofosfato Tetrapotásico, Aroma, CI 77891, Goma de Celulosa, Mentol, Extracto de Flor de Chamonilla Recutita, Fantenol, Carbómero, Sacarina Sódica, Ácido Cítrico, Digluconato de Clorhexidina (20%) (equivalente a 0,04%), Cloruro de Zinc (0,07%), y Fluoruro de Sodio (equivalente a 1450 ppm de flúor).

Se simuló el cepillado dental con un cepillo eléctrico de marca Oral B iO10 por 1 hora, que representa la totalidad del cepillado que se realiza 2 veces al día por 28 días. En el segundo grupo se colocaron 0,25 gramos de pasta dental con flúor de la marca “Encident brackets” directo al alambre de níquel titanio y no se realizó cepillado dental.

Finalmente en el tercer grupo se colocaron 0,25 gramos de pasta dental no fluorada de origen natural de la marca “Propolis dental” de la casa comercial La Melifera, la cual contiene: agua, Alcohol Cetearílico y Cetearéth 20, Aceite Mineral, Alcohol de Lanolina y Petrolato, Extracto de Flor de Liliun Candidum, Alcohol Estearílico y Cetearéth-20, Cera de Abejas, Extracto de hoja de Aloe Barbadendensis, Lanolina, Glicerina, Mel, PEG-12, Dimeticona, Propilenglicol, Piroctona Olamina/Fenoxietanol/Laurato de glicerilo (0,50 %), y perfume; en ese momento se simuló el mismo cepillado dental implementado en los otros grupos de estudio.

Los alambres de níquel titanio de los 3 grupos se retiraron de la base de acrílico con ayuda de la pinza algodонера, y fueron lavados durante 30 segundos con agua destilada de Nova Laboratorio para eliminar residuos sin introducir iones adicionales según lo descrito y reportado

en un estudio similar (Boppré et al., 2024); para retirar los excesos de la pasta dental, fueron colocados sobre papel de filtro libre de residuos y se dejaron secar al aire a temperatura ambiente durante 30 minutos.

Para medir la rugosidad final, se utilizó el mismo rugosímetro portátil de marca MarSurf PS 10 de la casa comercial Mahr. Con estos datos se estableció el parámetro de Rz (la suma del promedio de los cinco valles y crestas más grandes del experimento) (Valencia R et al., 2022), realizando 3 medidas con la punta de diamante con una velocidad de barrido de 0.5mm por segundo del rugosímetro para obtener los promedios de la rugosidad de cada muestra.

Para concluir, los datos fueron registrados y cargados en una hoja de Excel para un análisis estadístico con el paquete estadístico SPSS 27. La verificación de los supuestos de normalidad de la distribución de datos fue realizada con la prueba de Shapiro-Wilk, en donde se determinó que las muestras provienen de poblaciones con distribución normal. Por lo tanto, se realizan pruebas paramétricas, T de Student de muestras relacionadas para comparar entre antes y después del tratamiento y las pruebas ANOVA para la comparación de tres o más grupos en una misma temporalidad.

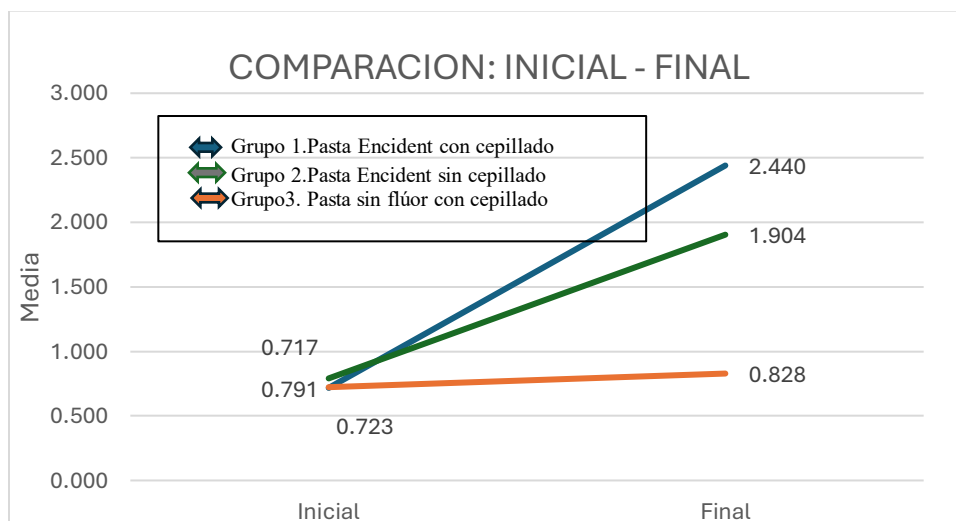
Resultados

La comparación entre grupos se resume en la Tabla 1 y el Gráfico 1.

Tabla 1. Comparación entre grupos con sus valores media y (DS)

Descriptivos					
GRUPOS		N	Media (Ra)	Desviación Estándar	t student (p=)
Grupo 1. Pasta Encident con cepillado	Inicial	10	0,717	0,085	0,000
	Final	10	2,440	0,225	
Grupo 2. Pasta Encident sin cepillado	Inicial	10	0,791	0,082	0,000
	Final	10	1,904	0,247	
Grupo 3. Pasta sin Fluor con cepillado	Inicial	10	0,723	0,099	0,167
	Final	10	0,828	0,230	

Gráfico 1. Comparación inicial y final



La descripción de estos resultados se resume a continuación:

Grupo 1. Pasta Encident con cepillado: En la parte inicial, sin tratamiento se tiene una media de 0,717 Rz, con una desviación estándar de 0,085 Rz, al final del tratamiento se tiene una media de 2,440 Rz, con una desviación estándar de 0,225 Rz. De la prueba T student se tiene que el valor de significación ($p=0,000$) es inferior a 0,05 (95% de confiabilidad), por lo tanto, se encontraron diferencias significativas entre Inicial y Final.

Grupo 2. Pasta Encident sin Cepillado: En la parte inicial, sin tratamiento se tiene una media de 0,791 Rz, con una desviación estándar de 0,082 Rz, al final del tratamiento se tiene una media de 1,904 Rz, con una desviación estándar de 0,247 Rz. De la prueba t de Student, se tiene que el valor de significación ($p=0,000$) es inferior a 0,05 (95% de confiabilidad), por lo tanto se encontraron diferencias significativas entre Inicial y Final.

Grupo 3. Pasta sin fluor sin cepillado: En la parte inicial, sin tratamiento se tiene una media de 0,723 Rz, con una desviación estándar de 0,099 Rz, al final del tratamiento se tiene una media de 0,828 Rz, con una desviación estándar de 0,230 Rz. De la prueba T student se tiene que el valor de significación ($p=0,167$) es superior a 0,05 (95% de confiabilidad), por lo tanto se encontraron existen diferencias significativas entre Inicial y Final.

La Tabla 2 resume la comparación intragrupo de Rugosidad Inicial y Rugosidad final. El Gráfico 2 diagrama el comportamiento de la rugosidad inicial en los 3 grupos. El Gráfico 3 diagrama el comportamiento de la rugosidad final en los 3 grupos.

Tabla 2. Comparación de rugosidad inicial y final

Descriptivos					
GRUPOS		N	Media	Desviación Estándar	ANOVA (p=)
Inicial	Pasta Encident con cepillado	10	0,717	0,085	0,139
	Pasta sin Fluor con cepillado	10	0,723	0,099	
	Pasta Encident Sin Cepillado	10	0,791	0,082	
	Total	30	0,743	0,092	
Final	Pasta Encident con cepillado	10	2,440	0,225	0,000
	Pasta sin Fluor con cepillado	10	0,828	0,230	
	Pasta Encident sin cepillado	10	1,904	0,247	
	Total	30	1,724	0,718	

Gráfico 2. Comparación inicial del tratamiento

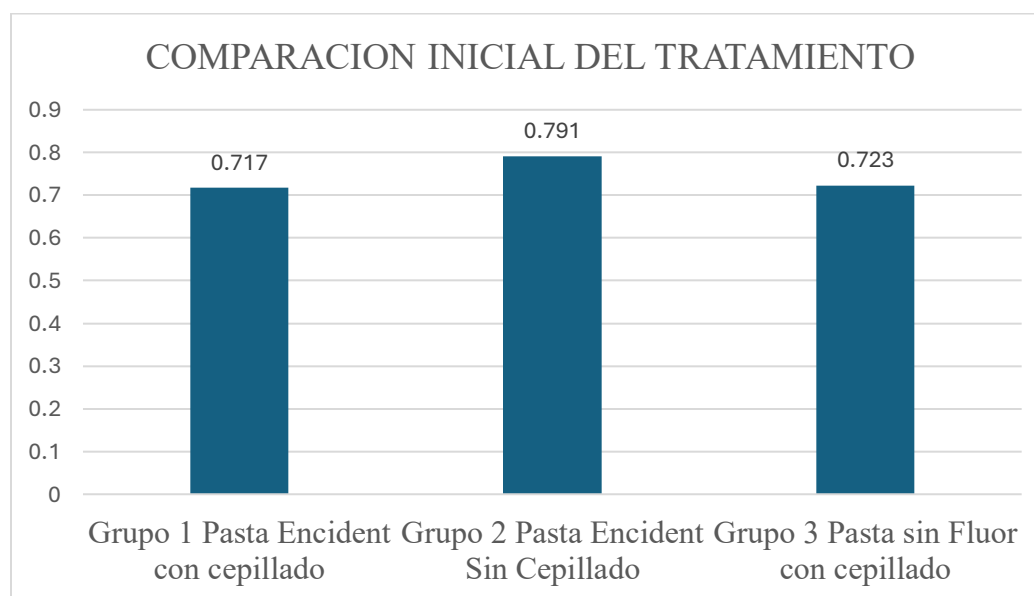
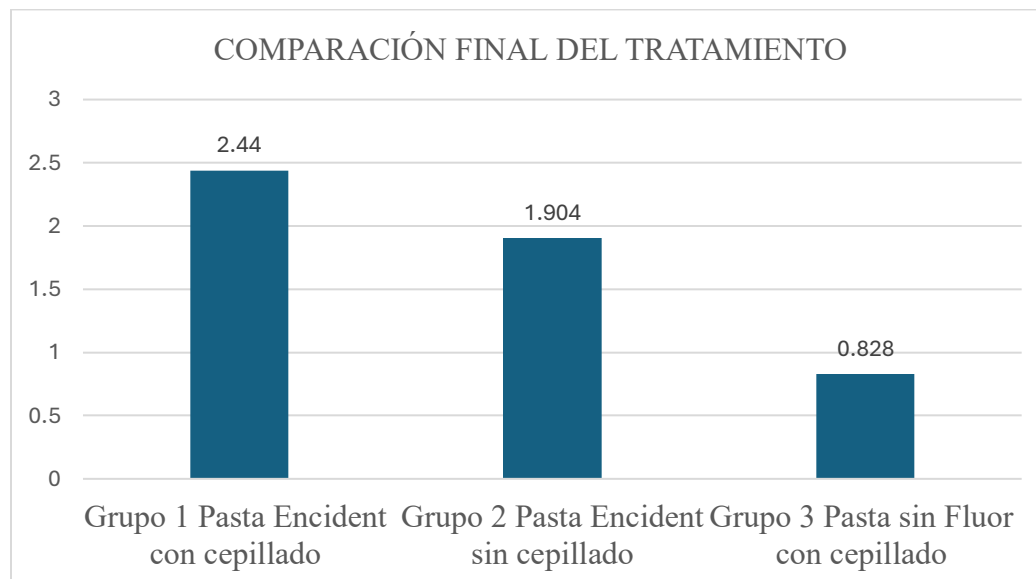


Gráfico 3. Comparación final del tratamiento



La comparación intragrupo de rugosidad inicial se detalla a continuación:

INICIAL (sin tratamiento): En el gráfico se muestra que la Pasta Encident con cepillado (Grupo 1) tiene una media de 0,717 Rz, con una desviación estándar de 0,085 Rz, La Pasta sin Fluor con cepillado (Grupo 3) tiene una media de 0,723 Rz, con una desviación estándar de 0,099 Rz y la Pasta Encident Sin Cepillado (Grupo 2) tiene una media de 0,791 Rz, con una desviación estándar de 0,082 Rz. De la prueba ANOVA se tiene que el valor de significación ($p=0,139$) es superior a 0,05 (95% de confiabilidad), por lo tanto, NO existen diferencias significativas entre las medias de los tratamientos.

FINAL (tratamiento): En el gráfico se muestra que el Grupo 1. Pasta Encident con cepillado tiene una media de 2,440 Rz, con una desviación estándar de 0,225 Rz, el Grupo 3. Pasta

sin Flúor con cepillado tiene una media de 0,828 Rz, con una desviación estándar de 0,230 Rz y el Grupo 2. Pasta Encident Sin Cepillado tiene una media de 1,904 Rz, con una desviación estándar de 0,247 Rz. De la prueba ANOVA se tiene que el valor de significación ($p=0,00$) es inferior a 0,05 (95% de confiabilidad), por lo tanto, existen diferencias significativas entre las medias de los tratamientos.

La Tabla 3 resume la comparación intergrupos de la rugosidad final.

Tabla 3. Comparación intergrupos de la rugosidad final.

Final				
HSD Tukey				
GRUPOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Grupo 3.Pasta sin flúor con cepillado	10	0,828		
Grupo 2.Pasta Encident sin cepillado	10		1,904	
Grupo 1.Pasta Encident con cepillado	10			2,440
Sig.		1,000	1,000	1,000

De la prueba de Tukey dos a dos, se forman tres subconjuntos totalmente diferentes, con los valores más bajos tiene el Grupo 3. Pasta sin Flúor con cepillado con una media de 0,828 Rz, le sigue el Grupo 2. Pasta Encident Sin Cepillado con una media de 1,904 y con los mayores valores está el Grupo 1. Pasta Encident con cepillado con una media de 2,440.

Capítulo 3. Discusión de datos

El propósito del presente estudio fue evaluar *in vitro* el efecto del cepillado dental combinado con pastas dentales con y sin flúor sobre la corrosión de los alambres de níquel titanio, teniendo en cuenta que el uso de pastas dentales que contengan flúor es recomendado por los ortodoncistas especialmente por criterios de prevención de la aparición de caries de superficie y proximales principalmente, puesto que la aparatología de un tratamiento de ortodoncia produce más acumulo de placa bacteriana y dificulta la higiene según (Gopalakrishnan et al., 2022). Adicionalmente la corrosión de los alambres se incrementa en el medio bucal y más al aplicar fluoruros tópicos, siendo el flúor barniz el más seguro para los pacientes sometidos a ortodoncia. Alternativamente a estos efectos, se ha planteado como alternativa el uso de pastas dentales no fluoradas de origen natural; sin embargo, para conocimiento de los autores, no existen estudios donde se evalúe su efecto combinado con cepillado dental sobre la rugosidad de alambres de uso cotidiano en ortodoncia como los de níquel titanio.

Los estudios donde se ha evaluado la corrosión de las pastas fluoradas sobre alambres son múltiples y diversos. Estudios *in vivo* y *in vitro* han demostrado consistentemente que, a más altas concentraciones de flúor, se incrementa la rugosidad, con las subsecuentes pérdidas de elasticidad y disminución de las fuerzas de corrección en los alambres de Ni Ti, mientras que los alambres de Titanio Molibdeno fueron los que presentaron menos corrosión. (Schiff et al., 2004). En este contexto, nuestros hallazgos de corrosión sobre aleaciones de Ni Ti son coincidentes con la literatura. Sin embargo, la influencia del cepillado combinado con el uso de pastas fluoradas y no fluoradas no había sido aún estudiado.

En este punto radica la fortaleza de los hallazgos del presente estudio, pues se demostró mediante la recreación y simulación del cepillado dental, que esta acción de higiene oral también

influye en la corrosión de los alambres de níquel titanio, y es aún mayor si se combina con pastas dentales fluoradas. Es importante señalar que se han realizado estudios donde se recrea el cepillado dental para evaluar la abrasividad de pastas dentales (Ledder et al., 2019), pero no cuando estas se usan en pacientes con tratamientos activos de ortodoncia.

También en el balance de los resultados es importante señalar que comparativamente las pastas fluoradas generan más corrosión en los alambres de NiTi que el cepillado por si solo. Como se observa en la Tabla 1, la pasta fluorada sin cepillado produjo una corrosión en promedio de 1.904 Rz, valor mucho mayor que el resultado obtenido en el grupo 3, es decir, utilizando una pasta sin flúor de origen natural con cepillado (0.828 Rz).

Con respecto a los alambres usados en ortodoncia, un estudio (Costa et al., 2025) confirmó que los alambres de acero inoxidable son los más resistentes seguido de los alambres de cupper niti y finalmente los de níquel titanio, y comparó los expuestos al medio bucal con los expuestos a saliva artificial, llegando a la conclusión que en los expuestos al medio bucal existe mayor corrosión. Esto corrobora la necesidad de realizar futuros estudios de este tipo bajo condiciones in vivo.

Según (Farrag et al., 2024) es deseable la eliminación de pastas altamente fluoradas para mayor eficacia en el tratamiento de Ortodoncia. Sin embargo, el cambiar las pastas fluoradas por las no fluoradas de origen natural debe ir acompañado de un refuerzo en las indicaciones de higiene y sus técnicas para evitar en los posible la aparición de cuadros indeseables como caries de superficie en el borde de los brackets, o caries proximales, y de esta forma compensar los beneficios de usar una pasta fluorada en los pacientes, tales como disminución del riesgo de caries, entre otros.

En otro estudio (Belasic et al., 2021) evaluaron la corrosión de alambres de Ni Ti en presencia de saliva artificial sin el ion fluoruro y con presencia de ion fluoruro al 1, 2 y 3% y concluyeron que el alambre de Ni Ti tiene un buen comportamiento anticorrosivo en ausencia del ion fluoruro, aunque en concentraciones muy altas si presenta corrosión, puesto que se forman óxidos superficiales deteriorando la superficie metálica expuesta y causando evidentes procesos corrosivos, hallazgos coincidentes con los nuestros.

Otro estudio similar enfatiza un aspecto muy importante pocas veces mencionado y tenido en cuenta: (Chitra et al., 2020) no existe exposición prolongada del alambre en la cavidad oral ya que la mayoría de ocasiones se realiza el cambio periódicamente por procesos inherentes de deformación del alambre de Ni Ti. Adicionalmente mencionan otros factores que pueden producir corrosión como el pH de la saliva, cambios en la temperatura, alimentos y procesos de fabricación de los alambres, concluyendo que se debe utilizar enjugues sin flúor para minimizar los efectos corrosivos.

Otro estudio (Markovic et al., 2024) afirma que medir los factores que influyen en la corrosión del alambre es complejo, ya que los arcos están sometidos al entorno oral donde existen variaciones individuales por acumulación de placa, dieta y malos hábitos y comparara el fosfopéptido de caseína-fosfato de calcio amorfo con el flúor siendo mayor la corrosión si existe el ion fluoruro por lo que determina que puede funcionar como una alternativa cariogénica y de remineralización el uso de fosfopéptido de caseína-fosfato de calcio amorfo; esta podría ser una alternativa para evitar la corrosión del alambre causada por los fluoruros. En este estudio las pastas sin flúor, pero sin componentes naturales, no provocaron cambios significativos en el

alambre. Los autores proponen esta alternativa para evitar cambios en los alambres utilizados en ortodoncia y lograr mayor eficacia en los tratamientos.

Dentro de las limitaciones del presente estudio caben mencionar el uso de una sola marca comercial de los segmentos de Ni TI; el tamaño de la muestra; y la simulación del cepillado dental ya que requeriría más estandarización. Sin embargo, confiamos que nuestros hallazgos servirán de base para futuros estudios donde se tenga en cuenta la influencia del cepillado dental en más aspectos, incluso mecánicos y de respuesta biológica en un tratamiento de ortodoncia.

Conclusiones

- Se rechaza la hipótesis nula: las pastas fluoradas combinadas con cepillado dental producen más corrosión en alambres de NiTi que las no fluoradas de origen natural.
- La menor alteración en la rugosidad se registró con el uso de pasta sin flúor acompañada de cepillado, lo que indica un menor efecto corrosivo en esas condiciones.
- Se recomienda considerar la opción de uso de pastas no fluoradas de origen natural en aquellos casos donde las condiciones de higiene del paciente sean óptimas, usando refuerzos educativos y de higiene oral.
- A pesar de no realizar cepillado, el uso de una pasta dental con flúor provocó signos de corrosión en los alambres, evidenciando el impacto potencial de este componente incluso sin fricción mecánica.

Referencias

- Agrawal, N., Sodawala, J., Shukla, S., Olfat, Y. A., Taher, A. O., & Olfat, T. A. (2025). Comparison of Initial Alignment Efficiency and Pain Perception of Three Copper-Nickel-Titanium Archwires of Different Manufacturers in Orthodontic Patients: A Randomized Clinical Trial. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, 17(Suppl 2), S1701. https://doi.org/10.4103/JPBS.JPBS_268_25
- Al-Horini, O., Hajeer, M. Y., & Baba, F. (2022). Evaluating the Elemental Composition, Transformation Behavior, Crystalline Structure, and Mechanical Properties of Three 0.016-Inch by 0.022-Inch Nickel-Titanium Archwires: An In Vitro Study. *Cureus*, 14(7), e27206. <https://doi.org/10.7759/CUREUS.27206>
- Belasic, T. Z., Pejova, B., Curkovic, H. O., Kamenar, E., Cetenovic, B., & Spalj, S. (2021a). Influence of intraoral application of antiseptics and fluorides during orthodontic treatment on corrosion and mechanical characteristics of nickel-titanium alloy in orthodontic appliances. *Angle Orthodontist*, 91(4), 528–537. <https://doi.org/10.2319/052620-480.1>,
- Belasic, T. Z., Pejova, B., Curkovic, H. O., Kamenar, E., Cetenovic, B., & Spalj, S. (2021b). Influence of intraoral application of antiseptics and fluorides during orthodontic treatment on corrosion and mechanical characteristics of nickel-titanium alloy in orthodontic appliances. *The Angle Orthodontist*, 91(4), 528–537. <https://doi.org/10.2319/052620-480.1>
- Bharathi, V., Kaul, A., Tiwari, A., Aliya, S., Yadav, A., Bera, T., & Kaur Makkad, P. (2024). Assessment of Various Archwire Materials and Their Impact on Orthodontic Treatment Outcomes. *Cureus*, 16(9). <https://doi.org/10.7759/CUREUS.69667>

- Boppré, L. M., Menezes Savaris, J., Catherine Maiola, E., Peressoni Vieira-Schuldt, D., Da Fonseca Roberti Garcia, L., Da Silveira Teixeira, C., & Antunes Bortoluzzi, E. (2024). Can Heated Distilled Water Effectively Prevent Precipitate Formation between NaOCl and CHX? *International Journal of Dentistry*, 2024. <https://doi.org/10.1155/2024/6612675>,
- Bucci, R., Rongo, R., Zunino, B., Michelotti, A., Bucci, P., Alessandri-Bonetti, G., Incerti-Parenti, S., & D'Antò, V. (2023). Effect of orthopedic and functional orthodontic treatment in children with obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*, 67, 101730. <https://doi.org/10.1016/J.SMRV.2022.101730>
- Chitra, P., Prashantha, G. S., & Rao, A. (2020). Effect of fluoride agents on surface characteristics of NiTi wires. An ex vivo investigation. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 10(4), 435–440. <https://doi.org/10.1016/J.JOBCR.2020.07.006>,
- Condò, R., Carli, E., Cioffi, A., Cataldi, M. E., Quinzi, V., Casaglia, A., Giancotti, A., Pirelli, P., Lucarini, I., Maita, F., Maiolo, L., & Mampieri, G. (2022a). Fluorinated Agents Effects on Orthodontic Alloys: A Descriptive In Vitro Study. *Materials*, 15(13). <https://doi.org/10.3390/MA15134612>,
- Condò, R., Carli, E., Cioffi, A., Cataldi, M. E., Quinzi, V., Casaglia, A., Giancotti, A., Pirelli, P., Lucarini, I., Maita, F., Maiolo, L., & Mampieri, G. (2022b). Fluorinated Agents Effects on Orthodontic Alloys: A Descriptive In Vitro Study. *Materials* 2022, Vol. 15, Page 4612, 15(13), 4612. <https://doi.org/10.3390/MA15134612>
- Costa, O. D., Sunaina, D., Gonuguntla Kamma, P. K., Mishra, A., Sahu, A., & Patel, R. (2025). Effect of arch wires and brackets in orthodontics for releasing nickel ions. *Bioinformation*, 21(1), 35–39. <https://doi.org/10.6026/973206300210035>

- Creeth, J., Bosma, M. L., & Govier, K. (2013). How much is a “pea-sized amount”? A study of dentifrice dosing by parents in three countries. *International Dental Journal*, 63 Suppl 2(Suppl 2), 25–30. <https://doi.org/10.1111/IDJ.12074>,
- Espinoza-Montero, P. J., Montero-Jiménez, M., Fernández, L., Paz, J. L., Piñeiros, J. L., & Ceballos, S. M. (2022). In vitro wearing away of orthodontic brackets and wires in different conditions: A review. *Heliyon*, 8(9), e10560. <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2022.E10560>
- Farrag, O. G. A. E. G., Shamaa, N. E. D. A., Elgameay, W. E., & Bayoumi, D. A. (2024a). Clinical effect of chlorhexidine and sodium fluoride on corrosion behavior and surface topography of nitinol orthodontic archwires. *BMC Oral Health*, 24(1). <https://doi.org/10.1186/S12903-024-04289-4>,
- Farrag, O. G. A. E. G., Shamaa, N. E. D. A., Elgameay, W. E., & Bayoumi, D. A. (2024b). Clinical effect of chlorhexidine and sodium fluoride on corrosion behavior and surface topography of nitinol orthodontic archwires. *BMC Oral Health*, 24(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/S12903-024-04289-4/FIGURES/2>
- Goldenfum, G. M., Silva, N. C., Almeida, I. D. A., Neves, M., e Silva, B. B., Jardim, J. J., & Rodrigues, J. A. (2021). Efficacy of 1.23% acidulated phosphate fluoride gel on non-cavitated enamel lesions: a randomized clinical trial. *Brazilian Oral Research*, 35, 1–9. <https://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2021.VOL35.0038>,
- Gopalakrishnan, U., Felicita, A. S., Qureshi, T., Muruganandhan, J., Hassan, A. A. H. A. A., El-Shamy, F. M. M., Osman, H. A., Medabesh, A. A., & Patil, S. (2022). Effect of Fluoridated Mouthwashes on Corrosion Property of Orthodontic Appliances: A Narrative Review.

Journal of Contemporary Dental Practice, 23(4), 460–466. <https://doi.org/10.5005/JP-JOURNALS-10024-3326>

Ikawa, T., Mizutani, K., Sudo, T., Kano, C., Ikeda, Y., Akizuki, T., Kobayashi, H., Izumi, Y., & Iwata, T. (2021). Clinical comparison of an electric-powered ionic toothbrush and a manual toothbrush in plaque reduction: A randomized clinical trial. *International Journal of Dental Hygiene*, 19(1), 93–98. <https://doi.org/10.1111/IDH.12475>,

Khaled, K. A., & Rayyan, M. R. (2025). Effect of simulated tooth brushing on the surface gloss of monolithic all-ceramic restorations: an in vitro study. *Clinical Oral Investigations*, 29(2). <https://doi.org/10.1007/S00784-025-06223-6>,

Ledder, R. G., Latimer, J., Forbes, S., Penney, J. L., Sreenivasan, P. K., & McBain, A. J. (2019a). Visualization and quantification of the oral hygiene effects of brushing, dentifrice use and brush wear using a tooth brushing simulator. *Frontiers in Public Health*, 7(APR), 448433. <https://doi.org/10.3389/FPUBH.2019.00091/BIBTEX>

Ledder, R. G., Latimer, J., Forbes, S., Penney, J. L., Sreenivasan, P. K., & McBain, A. J. (2019b). Visualization and quantification of the oral hygiene effects of brushing, dentifrice use and brush wear using a tooth brushing simulator. *Frontiers in Public Health*, 7(APR). <https://doi.org/10.3389/FPUBH.2019.00091/PDF>

Łosiewicz, B., Osak, P., Kubisztal, J., & Górka-Kulikowska, K. (2023). Effect of Artificial Saliva Modification on the Corrosion Resistance and Electronic Properties of Bego Wirobond® C Dental Alloys. *Applied Sciences* 2023, Vol. 13, Page 12185, 13(22), 12185. <https://doi.org/10.3390/APP132212185>

- Markovic, E., Peric, T., Kojic, S., Stosic, M., Scepan, I., & Petrovic, B. (2024). Influence of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate on the surface topography and composition of nickel-titanium archwires during orthodontic treatment with fixed appliances. *Journal of Oral Science*, 66(1), 60–65. <https://doi.org/10.2334/JOSNUSD.23-0276>,
- Mejía-Carrillo, C. R., & Gutiérrez-Rojo, J. F. (2021). Corrosión de los metales en ortodoncia. *Revista Tamé*, 8.9(25), 1037–1039.
- Mikulewicz, M., Suski, P., Tokarczuk, O., Warzyńska-Maciejewska, M., Pohl, P., & Tokarczuk, B. (2024). Metal Ion Release from Orthodontic Archwires: A Comparative Study of Biocompatibility and Corrosion Resistance. *Molecules* 2024, Vol. 29, Page 5685, 29(23), 5685. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES29235685>
- Močnik, P., Kosec, T., Kovač, J., & Bizjak, M. (2017). The effect of pH, fluoride and tribocorrosion on the surface properties of dental archwires. *Materials Science and Engineering C*, 78, 682–689. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2017.04.050>
- Ogawa, C. M., Faltin, K., Maeda, F. A., Ortolani, C. L. F., Guaré, R. O., Cardoso, C. A. B., & Costa, A. L. F. (2020). In vivo assessment of the corrosion of nickel–titanium orthodontic archwires by using scanning electron microscopy and atomic force microscopy. *Microscopy Research and Technique*, 83(8), 928–936. <https://doi.org/10.1002/JEMT.23486>,
- Pastor, F., Rodriguez, J. C., Barrera, J. M., García-Menocal, J. A. D., Brizuela, A., Puigdollers, A., Espinar, E., & Gil, J. (2023). Effect of Fluoride Content of Mouthwashes on the Metallic Ion Release in Different Orthodontics Archwires. *International Journal of*

Environmental Research and Public Health, 20(4).

<https://doi.org/10.3390/IJERPH20042780>,

Pipatvadekul, N., Kanlaya Insee, & Samroeng Inglam. (2021). Effect of fluoride-containing products on nickel-free orthodontic brackets. *M Dent J*, 41, 69–74.

<https://doi.org/10.14457/TU.THE.2020.1470>

Sapata, D. M., Ramos, A. L., Sábio, S., Normando, D., & Pascotto, R. C. (2020). Evaluation of biofilm accumulation on and deactivation force of orthodontic Ni-Ti archwires before and after exposure to an oral medium: A prospective clinical study. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*, 14(1), 41. <https://doi.org/10.34172/JODDD.2020.006>

Schiff, N., Grosogeat, B., Lissac, M., & Dalard, F. (2004). Influence of fluoridated mouthwashes on corrosion resistance of orthodontics wires. *Biomaterials*, 25(19), 4535–4542. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2003.11.042>

Srinivasan, D., & Krishnan, R. K. (2023). Mechanical Properties and Potential Clinical Implications of Improved Superelastic Orthodontic Archwires: An Observational Study. *Cureus*, 15(11), e48334. <https://doi.org/10.7759/CUREUS.48334>

Ten Cate, J. M., & Buzalaf, M. A. R. (2019). Fluoride Mode of Action: Once There Was an Observant Dentist... *Journal of Dental Research*, 98(7), 725–730.

<https://doi.org/10.1177/0022034519831604>,

Uysal, I., Yilmaz, B., Atilla, A. O., & Evis, Z. (2022). Nickel titanium alloys as orthodontic archwires: A narrative review. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 36, 101277. <https://doi.org/10.1016/J.JESTCH.2022.101277>

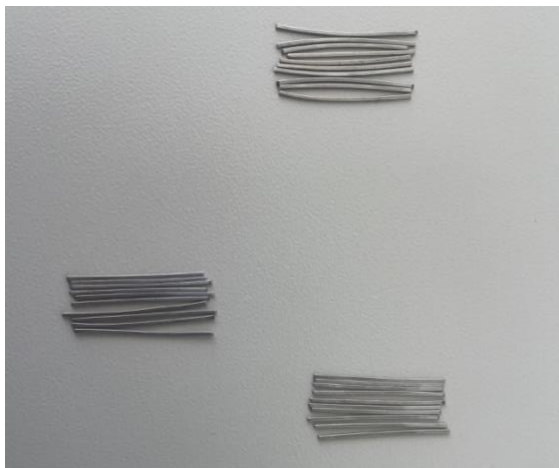
Valencia R, Salcedo R, & Espinosa R. (2022, June 30). Corrosión en los alambres de ortodoncia posterior a la aplicación tópica de distintos tipos de fluoruro en un medio bucal.

<https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=117134>

Ximinis, E., Dionysopoulos, D., Papadopoulos, C., Tournavitis, A., Konstantinidis, A., & Naka, O. (2023). Effect of tooth brushing simulation on the surface properties of various resin-matrix computer-aided design/computer-aided manufacturing ceramics. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 35(6), 937–946. <https://doi.org/10.1111/JERD.13043>,

Anexos

Muestra de 30 alambres de níquel titanio



Saliva Artificial



Muestras sumergidas en saliva artificial



Cepillo Oral B IO, Pasta Encident Brackets.



0.25 gr de pasta dental



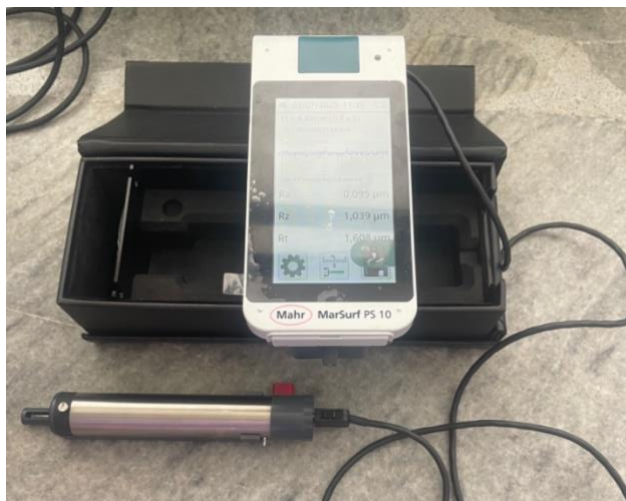
0,25 gr de Propolis dental



0,25 gr de Encident Brackets



Rugosimetro



Medidas con el Rugosimetro



Quito,10/06/25

Señores

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

Presente.-

De mis consideraciones:

Por medio de la presente, me dirijo a ustedes de manera atenta y respetuosa para solicitar autorización para el uso de las instalaciones de laboratorio de su prestigiosa institución, específicamente el equipo **rugosímetro**, con fines académicos y de investigación.

Esta solicitud está relacionada con el desarrollo del trabajo de tesis de la estudiante **Karen Lisette Vega Bravo**, con cédula de ciudadanía **1753409794**, cuyo tema de investigación es: **"EFECTOS DEL CEPILLADO DENTAL COMBINADO CON PASTAS FLUORADAS EN LA CORROSION DE LOS ALAMBRES DE NIQUEL TITATIO ESTUDIO IN VITRO"**. Desarrollada en la Universidad de los Hemisferios.

El uso del rugosímetro es esencial para la correcta ejecución de las pruebas experimentales planteadas en este estudio. Garantizamos que todo procedimiento será realizado bajo las normas de bioseguridad y en estricto cumplimiento de los protocolos establecidos por la universidad. Asimismo, nos comprometemos a cuidar y respetar las instalaciones y equipos que se nos autoricen a utilizar.

Agradeciendo de antemano su gentil atención y apoyo a la investigación científica, quedamos atentos a una respuesta favorable a esta petición.

Sin otro particular, me suscribo con sentimientos de estima y consideración.

Atentamente:



Karen Lisette Vega Bravo

Certificación

Por medio de la presente, certifico que la Srta. **Karen Lisette Vega Bravo**, con C.I. N.º 1753409794, realizó el **ensayo de rugosidad superficial** en un total de **60 muestras** (30 iniciales y 30 finales), como parte del proyecto de investigación titulado:

“Efectos del cepillado dental combinado con pastas fluoradas en la corrosión de los alambres de níquel-titanio. Estudio in vitro”.

Para este propósito se empleó el equipo **Rugosímetro digital marca Mahr, modelo MarSurf PS 10**, durante el mes de junio del presente año, en el **Laboratorio de Materiales del Departamento de Mecánica – ESPE**.



Ing. Jhon Luna J.
Analista de Laboratorio de Materiales