



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
ESTOMATOLOGÍA

CORROSIÓN IN VITRO DE BRACKETS DE ACERO EN UN COLUTORIO
BUCAL A BASE DE TÉ VERDE

IN VITRO CORROSION OF STAINLESS STEEL BRACKETS IN A
GREEN TEA-BASED MOUTHWASH

TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE ESPECIALISTA
EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR

AUTORA

VERONICA JANET ALVARADO VILLANUEVA

ASESOR

ROBERTO ANTONIO LEON MANCO

LIMA – PERÚ

2025

ASESOR DE TRABAJO ACADEMICO

Mg. Esp. Roberto Antonio Leon Manco

Departamento Académico de Odontología Social

ORCID: 0000-0001-9641-1047

Fecha de aprobación: 9 de mayo del 2025

Calificación: Aprobado

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por ser mi guía constante; a mi esposo, por su amor incondicional y su compañía en cada paso de nuestro camino; y a mi adorada hija, el lucero que ilumina cada uno de mis días con su luz.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Peruana Cayetano Heredia y a cada uno de sus docentes, por la valiosa formación académica y las enseñanzas recibidas a lo largo de mi especialización.

A mi asesor, Dr. Roberto León Manco, por su constante apoyo, disposición y guía en el desarrollo de este trabajo de investigación.

FUENTE DE FINANCIAMIENTO

El presente proyecto será autofinanciado.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

La autoría declara no tener ningún conflicto de interés

RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
ESTOMATOLOGÍA

CORROSIÓN IN VITRO DE BRACKETS DE ACERO EN UN COLUTORIO
BUCAL A BASE DE TÉ VERDE

IN VITRO CORROSION OF STAINLESS STEEL BRACKETS IN A
GREEN TEA-BASED MOUTHWASH

TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE ESPECIALISTA
EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR

AUTORA

VERONICA JANET ALVARADO VILLANUEVA

ASESOR

ROBERTO ANTONIO LEON MANCO

LIMA – PERÚ

2025

14% Similitud estándar

Filtros

Fuentes

Mostrar las fuentes solapadas

1 Internet

bibliometria.ucm.es 3%

8 bloques de texto 83 palabra que coinciden

2 Internet

hdl.handle.net 2%

7 bloques de texto 67 palabra que coinciden

3 Internet

repositorio.upch.edu.pe 2%

5 bloques de texto 57 palabra que coinciden

4 Internet

www.coursehero.com <1%

2 bloques de texto 20 palabra que coinciden

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
Resumen	
Abstract	
I. Introducción	1
II. Objetivos	3
III. Materiales y Métodos	4
IV. Resultados esperados	11
V. Conclusiones	12
VI. Referencia Bibliográficas	13
VII. Presupuesto y Cronograma	16
Anexos	

RESUMEN

Introducción: Los brackets metálicos utilizados en ortodoncia pueden liberar iones metálicos, como níquel y cromo, al entrar en contacto con sustancias acuosas presentes en la cavidad oral. Esta liberación puede inducir inflamación gingival y reacciones alérgicas en pacientes sensibles. Diversos factores, como la composición química de los colutorios bucales, pueden influir en la extensión de esta liberación iónica. En este contexto, el té verde ha mostrado propiedades antimicrobianas y antioxidantes, lo que sugiere su potencial como alternativa más segura y natural en la higiene oral durante el tratamiento ortodóntico. **Objetivo:** Evaluar la corrosión *in vitro* de brackets de acero en un colutorio bucal a base de té verde. **Materiales y métodos:** El estudio será experimental, *in vitro*. La población estará constituida brackets metálicos de premolares de la marca American Orthodontics®; la muestra será un total de 120 brackets, distribuidos aleatoriamente en cuatro grupos iguales de 30 brackets cada uno sumergidos en un colutorio a base de té verde, Perio·Aid® 0,12% Intensive Care, colutorio Vitis® Orthodontic y saliva artificial como sustancia control. Los brackets serán sumergidos en las soluciones durante 45 días a 37 °C. La concentración de iones de níquel (Ni) y cromo (Cr) liberados será determinada mediante espectrofotometría de absorción atómica (AAS). La normalidad de los datos se evaluará mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. El análisis estadístico se realizará utilizando el software STATA®, aplicando un análisis de varianza (ANOVA) de una vía con un nivel de confianza del 95% ($p < 0.05$) para determinar diferencias significativas entre los grupos. **Conclusiones:** Los valores obtenidos respecto a la liberación de iones Ni y Cr, son similares entre el colutorio a base de té y los colutorios comerciales Perio·Aid® 0,12% (clorhexidina al 0.12%) y Vitis® Orthodontic.

Palabras clave: té verde, corrosión, brackets

ABSTRACT

Introduction: Metal brackets used in orthodontics can release metal ions, such as nickel and chromium, when in contact with aqueous substances present in the oral cavity. This release can induce gingival inflammation and allergic reactions in sensitive patients. Various factors, such as the chemical composition of mouthwashes, may influence the extent of this ionic release. In this context, green tea has shown antimicrobial and antioxidant properties, suggesting its potential as a safer and more natural alternative for oral hygiene during orthodontic treatment.

Objective: To evaluate the in vitro corrosion of stainless steel brackets in a green tea-based mouthwash.

Materials and Methods: This will be an experimental in vitro study. The population will consist of premolar metal brackets from the American Orthodontics® brand; the sample will include a total of 120 brackets, randomly distributed into four equal groups of 30 brackets each, immersed in a green tea-based mouthwash, Perio·Aid® 0.12% Intensive Care, Vitis® Orthodontic mouthwash, and artificial saliva as the control substance. The brackets will be immersed in the solutions for 45 days at 37 °C. The concentration of nickel (Ni) and chromium (Cr) ions released will be determined by atomic absorption spectrophotometry (AAS). Data normality will be assessed using the Kolmogorov-Smirnov test. Statistical analysis will be performed using STATA® software, applying one-way analysis of variance (ANOVA) with a 95% confidence level ($p < 0.05$) to determine significant differences between the groups. **Conclusions:** The values obtained regarding the release of Ni and Cr ions are similar between the tea-based mouthwash and the commercial mouthwashes Perio·Aid® 0.12% (0.12% chlorhexidine) and Vitis® Orthodontic.

Keywords: green tea, corrosion, brackets

I. INTRODUCCIÓN

Durante el tratamiento de ortodoncia con aparatología fija, los brackets, bandas, arcos y tubos están expuestos a la cavidad oral, un entorno potencialmente hostil. Estos accesorios, al estar fabricados con aleaciones metálicas, pueden verse afectados por fenómenos de corrosión electroquímica, ya que se encuentran en un medio húmedo, con fluctuaciones de pH y acumulación de placa bacteriana. La corrosión implica la pérdida de ciertos elementos metálicos, lo que conlleva la liberación de iones como níquel y cromo. Esta liberación puede afectar la salud periodontal, especialmente en pacientes alérgicos, y también se ha asociado con el crecimiento excesivo de tejido gingival (1, 2, 3).

De manera rutinaria, los ortodontistas recomiendan a sus pacientes medidas para el control de la biopelícula dental, con el fin de prevenir la aparición de manchas blancas, caries e inflamación gingival. Entre estas medidas se encuentra el uso de enjuagues bucales, que suelen contener clorhexidina o fluoruros. Diversos estudios han señalado que los colutorios con clorhexidina pueden generar tasas más elevadas de corrosión en comparación con aquellos que contienen fluoruros. No obstante, también se ha demostrado que la presencia simultánea de fluoruros y cloruros en la saliva incrementa tanto la corrosión general como la localizada de los metales empleados en los brackets y otros componentes, disminuyendo su resistencia mecánica y aumentando la rugosidad de su superficie (4, 5, 6, 7).

Por otro lado, se han estudiado principios activos de origen natural provenientes de plantas medicinales como posibles alternativas a los colutorios convencionales disponibles en el mercado. Entre ellos, el té verde ha demostrado una actividad antibacteriana comparable a la de la clorhexidina al 0.12% frente a diversas especies bacterianas, especialmente aquellas implicadas en la caries dental y en enfermedades periodontales. No obstante, el comportamiento de esta sustancia frente a los materiales metálicos utilizados en la aparatología ortodóntica aún no ha sido evaluado de manera sistemática (9, 10).

Es por ello por lo que la presente investigación pretende evaluar el comportamiento in vitro de un colutorio bucal a base de té verde en la liberación de iones de brackets metálicos, lo cual representa una oportunidad para ofrecer una opción más segura, eficiente y natural en la higiene oral durante la terapia ortodóntica. En ese sentido, la interrogante de investigación del presente estudio sería ¿Cuál es la corrosión in vitro de brackets de acero en un colutorio bucal a base de té verde?

II. OBJETIVOS

Objetivo general:

Evaluar la corrosión *in vitro* de brackets de acero en un colutorio bucal a base de té verde.

Objetivos específicos:

1. Medir la liberación de los iones níquel y cromo después de la inmersión de brackets metálicos en un colutorio a base de té verde.
2. Medir la liberación de los iones níquel y cromo después de la inmersión de brackets metálicos en el colutorio Vitis® Orthodontic (DENTAID S.L)
3. Medir la liberación de los iones níquel y cromo después de la inmersión de brackets metálicos en el colutorio colutorio Perio·Aid® 0.12% Intensive Care (DENTAID D.L),
4. Medir la liberación de los iones níquel y cromo después de la inmersión de brackets metálicos en saliva artificial (grupo control).
5. Comparar la liberación de los iones níquel y cromo proveniente de brackets metálicos después de la inmersión en un colutorio a base de té verde, colutorio Perio·Aid® 0.12% Intensive Care (DENTAID D.L), colutorio Vitis® Orthodontic (DENTAID S.L), y saliva artificial (grupo control).

III. MATERIALES Y METODOS:

Tipo de estudio

In vitro, experimental

Población

Brackets metálicos de premolares de la marca American Orthodontics® (USA).

Muestra

El tamaño de la muestra se determinó en función de estudios previos con diseños similares (6, 7) . Se utilizarán un total de 120 brackets metálicos de premolares de la marca American Orthodontics®, distribuidos aleatoriamente en cuatro grupos de 30 brackets cada uno:

Grupo 1: Colutorio a base de té verde (n=30)

Grupo 2: Perio·Aid® 0,12% Intensive Care (n=30 unidades)

Grupo 3: Colutorio Vitis® Orthodontic (n=30 unidades)

Grupo 4: Saliva artificial (grupo control) (n=30 unidades)

Criterios de Inclusión

- Brackets metálicos de premolares sin alteración de superficie.
- Brackets metálicos de premolares superiores derecha e izquierda de la marca American Orthodontics®.
- Brackets metálicos de premolares inferiores derecha e izquierda de la marca American Orthodontics®.

Criterios de Exclusión

- Brackets metálicos con alteración de superficie.
- Brackets metálicos de otra marca comercial.
- Brackets metálicos correspondientes a otras piezas dentales.
- Brackets fabricados en otro material.
- Brackets fabricados en otro material.

Operacionalización de variables (Anexo 1)

La primera variable corresponde a las soluciones acuosas empleadas en el estudio, que incluyen:

- Colutorio a base de té verde
- Perio·Aid® 0,12% Intensive Care
- Colutorio Vitis® Orthodontic
- Saliva artificial (grupo control)

La segunda variable es la cantidad de iones metálicos (níquel y cromo) liberados por los brackets metálicos de acero inoxidable tras su exposición en cada una de las soluciones mencionadas.

Procedimientos y técnicas

El estudio se llevará a cabo en varias etapas, siguiendo un protocolo cuidadosamente estructurado para garantizar la validez y la precisión de los resultados. A continuación, se describen las fases del procedimiento experimental, organizadas de manera secuencial.

1. Selección y preparación de los brackets metálicos

Durante el presente estudio se emplearán 120 brackets de premolares de acero inoxidable, con un slot de 0.22x0.028”, pertenecientes a la línea Mini Máster Series de la marca American Orthodontics® (USA). Todos los brackets se utilizarán en su estado original, sin alteraciones, y se verificará que estén libres de deformaciones o daños. Previamente a su uso, se realizará una limpieza con agua destilada para eliminar posibles residuos superficiales y asegurar condiciones homogéneas al inicio del experimento.

2. Preparación de las sustancias acuosas:

Las soluciones que se utilizarán en el estudio son:

- **Colutorio Perio·Aid® Intensive Care**

Este colutorio contiene digluconato de clorhexidina 0.12% y cloruro de cetilpiridinio (CPC) al 0.05%. Es un antiséptico bucal utilizado en odontología para el control de bacterias orales.

- **Colutorio Vitis® Orthodontic**

Este colutorio contiene cloruro de cetilpiridinio (CPC) 0.05% y fluoruro sódico (226 ppm de ión flúor), utilizado específicamente para pacientes con aparatos ortodónticos, proporcionando una acción antimicrobiana y protección contra las caries.

- **Colutorio a base de té verde**

Este colutorio se prepara siguiendo el procedimiento descrito en el estudio in vivo de Ferrazano (11). Se utilizan 1.6 g de hojas pulverizadas de *Camellia*

sinensis, suspendidas en 40 ml de agua destilada a 100°C durante tres minutos. Luego, se deja enfriar a temperatura ambiente. Las hojas secas de té verde (*Camellia sinensis*) serán adquiridas comercialmente como Te verde “Schagreen” (Alprosur), tipo granel (100 g), originarias de la región de Yanayaco Chico, Cusco, Perú.

- **Saliva artificial (grupo control)**

Se utilizará una solución de saliva artificial con la siguiente composición:

Cloruro de sodio: 0.4 g

Cloruro de potasio: 1.21 g

Hipo fosfato de sodio: 0.78 g

Sulfuro de sodio: 0.005 g

Urea: 1 g

Agua destilada y desionizada: 1000 ml

La solución se ajustará a un pH de 6.75 ± 0.15 mediante la adición de 50 ml de hidróxido de sodio.

3. Procedimiento de incubación

Los 120 brackets serán asignados aleatoriamente a cuatro grupos experimentales iguales, cada uno correspondiente a una de las siguientes soluciones: colutorio Perio·Aid® 0.12% Intensive Care (DENTAID D.L), colutorio Vitis® Orthodontic (DENTAID S.L), colutorio a base de té verde, y saliva artificial (grupo control).

Cada bracket será colocado en un contenedor individual de vidrio tipo Pyrex, con tapa y capacidad de 20 ml. Luego, se sumergirá en 15 ml de la solución asignada y

se incubará a una temperatura constante de 37°C durante 45 días. Durante este periodo, los brackets permanecerán en contacto continuo con la solución de inmersión, simulando las condiciones de la cavidad oral en un entorno controlado.

4. Análisis de liberación de iones metálicos

Una vez finalizado el periodo de incubación, las soluciones de inmersión serán analizadas mediante espectrofotometría de absorción atómica (AAS), con el objetivo de cuantificar la liberación de iones de níquel y cromo provenientes de los brackets metálicos.

Esta técnica permite detectar y medir con alta precisión la concentración de metales en solución, a partir de la absorción de radiación electromagnética por parte de los átomos del elemento analizado. El proceso consiste en excitar los átomos mediante una lámpara de cátodo hueco, que emite longitudes de onda específicas para cada metal. La cantidad de radiación absorbida por los átomos presentes en la muestra es directamente proporcional a su concentración, lo que permite su cuantificación exacta.

Dado que el equipo tiene una sensibilidad limitada a 1 ppm, se empleará el método de adición estándar para mejorar la exactitud de las mediciones en concentraciones bajas y reducir interferencias generadas por la matriz de las soluciones.

5. Medición del pH:

Se realizará una medición del pH de cada solución (colutorios y saliva artificial) utilizando un pH-metro antes de iniciar el proceso de incubación y después de los

45 días de exposición, para evaluar cualquier cambio en la acidez o alcalinidad de las soluciones.

6. Control de Calidad y Reproducibilidad

Durante todo el estudio, se asegurará el cumplimiento de altos estándares de calidad mediante la calibración regular del espectrofotómetro y el control de calidad de las soluciones preparadas. Además, se llevarán a cabo pruebas piloto para validar la metodología empleada y garantizar la fiabilidad de los resultados obtenidos.

Plan de análisis

Los datos obtenidos serán organizados y tabulados en Microsoft Excel, donde se elaborarán los cuadros y gráficos descriptivos correspondientes. Se calculará el promedio de la liberación de iones de cromo y níquel provenientes de los brackets metálicos tras 45 días de incubación en cada una de las soluciones: saliva artificial, colutorio a base de té verde, colutorio Perio·Aid® 0.12% Intensive Care y colutorio Vitis® Orthodontic.

Posteriormente, los promedios obtenidos serán sometidos a la prueba de Kolmogorov-Smirnov para evaluar la normalidad de la distribución de los datos.

El análisis estadístico inferencial se realizará utilizando el software STATA® (versión en español). Se aplicará una prueba de análisis de varianza (ANOVA de una vía) con un nivel de confianza del 95% ($p < 0.05$), con el fin de determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las concentraciones medias de iones liberados en los cuatro grupos experimentales.

Aspectos éticos del estudio

Se procederá a presentar una solicitud al Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (CIE-UPCH) para obtener la exoneración del permiso ético, dado que el estudio no involucrará pacientes ni componentes biológicos orgánicos, ni se realizarán procedimientos clínicos. El trabajo se llevará a cabo exclusivamente con sustancias inertes.

Asimismo, se solicitará el permiso al laboratorio de biología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia para el uso de sus instalaciones, así como a la Dirección de Asuntos Regulatorios de la Investigación (DUARI), para garantizar el cumplimiento de los procedimientos establecidos.

IV. RESULTADOS ESPERADOS

Desde una perspectiva teórica, en el presente estudio se espera que los brackets de acero inoxidable sometidos a inmersión en el colutorio a base de té verde presenten una menor liberación de iones metálicos (níquel y cromo) en comparación con los grupos expuestos a colutorios comerciales como Perio-Aid® 0,12% y Vitis® Orthodontic. Esta expectativa se fundamenta en estudios previos que han demostrado las propiedades antioxidantes del té verde, atribuidas principalmente a su contenido en catequinas, las cuales podrían reducir los procesos de oxidación que inducen la corrosión metálica. Asimismo, se anticipa que los niveles de liberación iónica más elevados se encuentren en los grupos expuestos a colutorios con mayor contenido de agentes químicos o alcoholes, mientras que el grupo control con saliva artificial mostrará niveles intermedios.

Desde el punto de vista clínico, si estos resultados se confirman, su implicación sería significativa en la práctica ortodóntica, ya que el uso de colutorios a base de té verde podría representar una alternativa más segura y biocompatible para pacientes con aparatología fija, especialmente aquellos con historial de sensibilidad o alergia al níquel. Además, su uso podría contribuir a minimizar la inflamación gingival asociada a la liberación de metales, mejorando la tolerancia y seguridad del tratamiento ortodóntico a largo plazo.

V. CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio in vitro muestran que la liberación de iones de níquel (Ni) y cromo (Cr) desde brackets metálicos de acero inoxidable fue comparable entre el colutorio a base de té verde y los colutorios comerciales Perio-Aid® 0,12% (clorhexidina al 0.12%) y Vitis® Orthodontic. Estos hallazgos sugieren que el colutorio con extracto de té verde podría ser una alternativa eficaz y más natural para el cuidado oral durante el tratamiento ortodóntico, especialmente en pacientes sensibles a agentes químicos como la clorhexidina. Además, su uso podría ayudar a reducir el riesgo de efectos adversos asociados al uso prolongado de antisépticos convencionales, sin comprometer la biocompatibilidad de los aparatos ortodónticos.

No obstante, dado que este estudio se llevó a cabo en condiciones controladas de laboratorio, se recomienda la realización de investigaciones clínicas que validen el uso del colutorio a base de té verde durante tratamientos ortodónticos con brackets metálicos. Estas futuras investigaciones deberían considerar variables propias del entorno oral, como la composición de la saliva, las fluctuaciones del pH y los hábitos alimentarios, que pueden influir significativamente en la liberación iónica y la respuesta biológica.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Doomen RA, Nedeljkovic I, Kuitert RB, Kleverlaan CJ, Aydin B. Corrosion of orthodontic brackets: qualitative and quantitative surface analysis. *Angle Orthod*. Published online May 23, 2022. doi:10.2319/072321-584.1
2. Espinoza-Montero PJ, Montero-Jiménez M, Fernández L, Paz JL, Piñeiros JL, Ceballos SM. In vitro wearing away of orthodontic brackets and wires in different conditions: A review. *Heliyon*. 2022;8(9):e10560. Published 2022 Sep 7. doi:10.1016/j.heliyon.2022.e10560.
3. Mihardjanti M, Ismah N, Purwanegara MK. Nickel and chromium ion release from stainless steel bracket on immersion in various types of mouthwashes. *J Phys Conf Ser*. 2017;884(1):012107. DOI: 10.1088/1742-6596/884/1/012107.
4. Farrag OGA. Review article on effect of mouthwashes on corrosion behavior and surface topography of stainless steel orthodontic archwires. *Sinai Int Sci J*. 2024;1(2):48–63.

5. Jafari K, Rahimzadeh S, Hekmatfar S. Nickel ion release from dental alloys in two different mouthwashes. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2019;13(1):19-23. doi:10.15171/joddd.2019.003.

6. Yıldırım G, Eraydın F, Nalbantgil D. Corrosion Behavior of Nickel-Titanium Arch Wires Following the Use of Different Mouthwashes: An In Vivo Study. *Turk J Orthod*. 2024;37(3):168-173. doi:10.4274/TurkJOrthod.2023.2022.182

7. Danaei SM, Safavi A, Roeinpeikar SM, Oshagh M, Iranpour S, Omidkhoda M. Ion release from orthodontic brackets in 3 mouthwashes: an in-vitro study [published correction appears in *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011 Sep;140(3):287. Omidkhoda, Maryam [corrected to Omidkhoda, Maryam]]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011;139(6):730-734. doi:10.1016/j.ajodo.2011.03.004

8. Gajapurada J, Ashtekar S, Shetty P, Biradar A, Chougule A, Madaiah H. Ion release from orthodontic brackets in three different mouthwashes and artificial saliva: An in vitro study. *IOSR J Dent Med Sci*. 2015;15(4):76-80.

9. Ospino Acevedo E, Navarro Carrascal JM. Conducta corrosiva de los alambres de NiTi en saliva artificial y enjuagues bucales con fluoruros. *Revista USTA Salud Odontología*. 2009;8(2):83–90.
10. Banda AF, Figueroa Banda M, Torres Vela F, Obando-Pereda G. Estudio de las propiedades antimicrobianas de la *Camellia sinensis* en un modelo microbiano oral. *Revista Odontología UCE*. 2018;19(1):33–41.
11. Mazur M, Ndokaj A, Jedlinski M, Ardan R, Bietolini S, Ottolenghi L. Impact of Green Tea (*Camellia Sinensis*) on periodontitis and caries. Systematic review and meta-analysis. *Jpn Dent Sci Rev*. 2021;57:1-11. doi:10.1016/j.jdsr.2020.11.003.
12. Ferrazzano GF, Roberto L, Amato I, Cantile T, Sangianantoni G, Ingenito A. Antimicrobial properties of green tea extract against cariogenic microflora: an in vivo study. *J Med Food*. 2011;14(9):907-911. doi:10.1089/jmf.2010.0196..

VII. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA

Presupuesto

Concepto	Cantidad	Detalle	Total (S/.)
Compra de Brackets de premolares AO	120 u		S/. 300.00
Compra de sustancias acuosas	01 frasco de cada una	01 frasco de 500 ml 01 frasco de 500 ml 500 ml de saliva artificial 500 ml de colutorio a base de té verde	S/. 25.00 S/. 25.00 S/. 50.00 S/.100.00
Lectura del espectrofotómetro	244	Lectura de los iones de Ni y Cr presentes en cada sustancia acuosa Lectura de los iones de Ni liberados después de la incubación. Lectura de los iones de Cr liberados después de la incubación	S/.2440.00
Computadora	1	Registro y procesamiento de la información	S/. 3000.00
Transporte	1	Traslados	S/. 800.00
Total			S/. 6740.00

Cronograma

Actividades	Mayo 2025	Junio 2025	Julio 2025	Agosto 2025
Presentación del proyecto	x			
Obtención de datos		x		
Procesamiento de datos			x	
Análisis de resultados				x
Informe final				x

ANEXOS

Anexo 1. Cuadro de operacionalización de variables / matriz de consistencia

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo	Escala y Categoría	Valor
Sustancias acuosas	Soluciones líquidas utilizadas en el estudio para evaluar la corrosión de los brackets.	<p>1. Saliva artificial: Compuesta por Cloruro de sodio (0.4 g), Cloruro de potasio (1.21 g), Hipo fosfato de sodio (0.78 g), Sulfuro de sodio (0.005 g), Urea (1 g), agua destilada y desionizada (1000 ml), ajustada a un pH de 6.75 ± 0.15 con 50 ml de hidróxido de sodio.</p> <p>2. Perio-Aid® 0.12% Intensive Care: Antiséptico a base de Clorhexidina (0.12%) y Cloruro de cetilpiridinio (0.05%).</p> <p>3. Vitis® Orthodontic: Enjuague bucal con Cloruro de cetilpiridinio (0.05%) y fluoruro sódico (0.05%) (225 ppm de ion flúor).</p> <p>4. Colutorio a base de té verde: 1.6 g de hojas pulverizadas suspendidas en 40 ml de agua destilada a 100°C por tres minutos.</p>	Cualitativa	Nominal dicotómica	Presente / Ausente
Liberación de iones níquel	Cantidad de iones de níquel liberados de los brackets metálicos al estar en contacto con las sustancias acuosas después de 45 días de incubación.	Cantidad de iones de níquel liberados después de incubación de los brackets metálicos en las soluciones de enjuague bucal. La liberación se mide en microgramos (μg) por muestra.	Cuantitativa	Continua de razón	300-500 μg
Liberación de iones cromo	Cantidad de iones de cromo liberados de los brackets metálicos al estar en contacto con las sustancias acuosas después de 45 días de incubación.	Cantidad de iones de cromo liberados después de incubación de los brackets metálicos en las soluciones de enjuague bucal. La liberación se mide en microgramos (μg) por muestra.	Cuantitativa	Continua de razón	5-100 μg