



**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE
CHIMBOTE**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA**

**COMPARACIÓN, *in vitro*, DE LA INFLUENCIA DE LA
INMERSIÓN EN DOS BEBIDAS CARBONATADAS Y
SALIVA ARTIFICIAL SOBRE LA LIBERACIÓN DE IONES
DE METAL DE BANDAS ORTODÓNTICAS
PREFABRICADAS**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
CIRUJANO DENTISTA**

AUTOR

**DELGADO INUMA, RUBEN
ORCID: 0000-0002-2326-4063**

ASESORA

**ANGELES GARCÍA, KAREN MILENA
ORCID: 0000-0002-2441-6882**

CHIMBOTE – PERÚ

2023



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA

ACTA N° 0094-113-2024 DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME DE TESIS

En la Ciudad de **Chimbote** Siendo las **15:10** horas del día **25** de **Enero** del **2024** y estando lo dispuesto en el Reglamento de Investigación (Versión Vigente) ULADECH-CATÓLICA en su Artículo 34º, los miembros del Jurado de Investigación de tesis de la Escuela Profesional de **ODONTOLOGÍA**, conformado por:

REYES VARGAS AUGUSTO ENRIQUE Presidente
ROJAS BARRIOS JOSE LUIS Miembro
TRAVEZAN MOREYRA MIGUEL ANGEL Miembro
Mgtr. ANGELES GARCIA KAREN MILENA Asesor

Se reunieron para evaluar la sustentación del informe de tesis: **COMPARACIÓN, in vitro, DE LA INFLUENCIA DE LA INMERSIÓN EN DOS BEBIDAS CARBONATADAS Y SALIVA ARTIFICIAL SOBRE LA LIBERACIÓN DE IONES DE METAL DE BANDAS ORTODÓNTICAS PREFABRICADAS**

Presentada Por :
(1810090001) **DELGADO INUMA RUBEN**

Luego de la presentación del autor(a) y las deliberaciones, el Jurado de Investigación acordó: **APROBAR** por **UNANIMIDAD**, la tesis, con el calificativo de **13**, quedando expedito/a el/la Bachiller para optar el TITULO PROFESIONAL de **Cirujano Dentista**.

Los miembros del Jurado de Investigación firman a continuación dando fe de las conclusiones del acta:

REYES VARGAS AUGUSTO ENRIQUE
Presidente

ROJAS BARRIOS JOSE LUIS
Miembro

TRAVEZAN MOREYRA MIGUEL ANGEL
Miembro

Mgtr. ANGELES GARCIA KAREN MILENA
Asesor



CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD

La responsable de la Unidad de Integridad Científica, ha monitorizado la evaluación de la originalidad de la tesis titulada: COMPARACIÓN, in vitro, DE LA INFLUENCIA DE LA INMERSIÓN EN DOS BEBIDAS CARBONATADAS Y SALIVA ARTIFICIAL SOBRE LA LIBERACIÓN DE IONES DE METAL DE BANDAS ORTODÓNTICAS PREFABRICADAS Del (de la) estudiante DELGADO INUMA RUBEN, asesorado por ANGELES GARCIA KAREN MILENA se ha revisado y constató que la investigación tiene un índice de similitud de 4% según el reporte de originalidad del programa Turnitin.

Por lo tanto, dichas coincidencias detectadas no constituyen plagio y la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

Cabe resaltar que el turnitin brinda información referencial sobre el porcentaje de similitud, más no es objeto oficial para determinar copia o plagio, si sucediera toda la responsabilidad recaerá en el estudiante.

Chimbote, 11 de Marzo del 2024



Mgtr. Roxana Torres Guzman
RESPONSABLE DE UNIDAD DE INTEGRIDAD CIENTÍFICA

Dedicatoria

Esposa y mis padres, quienes siempre estuvieron presentes en todo tiempo y a la vez dan dome su incondicional apoyo.

Agradecimiento

Infinitamente a Dios por su fidelidad y su gracia en todo este camino recorrido.

Especialmente a mis docentes, por su ayuda incondicional, gracias a ellos se pudo realizar este proyecto.

A mí querida Esposa, por su apoyo y confianza en todo este recorrido.

Índice General

Carátula	I
Jurado	II
Reporte de Turnitin	III
Dedicatoria	IV
Agradecimiento	V
Índice General	VI
Lista de tablas	VIII
Resumen	IX
Abstract	X
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Antecedentes	3
2.2 Bases teóricas	8
2.3 Hipótesis.....	19
III. METODOLOGÍA	20
3.1 Nivel, tipo y diseño de investigación	20
3.2 Población y muestra	21
3.3 Variables. Definición y Operacionalización	22
3.4 Técnica e instrumentos de recolección de información	25
3.5 Método de análisis de datos	26
3.6 Aspectos éticos.....	26
IV. RESULTADOS	28
4.1 Resultados	28
4.2 Discusión.....	31
V. CONCLUSIONES	33

VI. RECOMENDACIONES	34
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
ANEXOS	39
Anexo 01 Matriz de consistencia	40
Anexo 02 Instrumento de recolección de información	42
Anexo 03 Evidencias de ejecución.....	43

Lista de Tablas

Tabla 1. Comparación in vitro de la influencia de las bebidas carbonatadas Coca®Cola e Inca®kola sobre la liberación de iones de metal en bandas ortodónticas prefabricadas.....	28
Tabla 2. Comparación de la liberación de los iones de Níquel y Cromo de las bandas de ortodoncia expuestas a bebidas carbonatadas Coca®Cola e Inca®kola.....	29
Tabla 3. Evaluación in vitro de la influencia de la bebida carbonatada Coca®Cola sobre la liberación de iones de Níquel y Cromo de las bandas de ortodoncia.....	29
Tabla 4. Evaluación in vitro de la influencia de la bebida carbonatada Inca®kola sobre la liberación de iones de Níquel y Cromo de las bandas de ortodoncia. en bandas prefabricadas.....	30

Resumen

Objetivo: Comparar, in vitro, la influencia de la inmersión en dos bebidas carbonatadas y saliva artificial sobre la liberación de iones de metal de bandas ortodónticas prefabricadas.

Metodología: El estudio planteó una investigación explicativa, cuantitativa, experimental, en el que se trabajó con 3 grupos experimentales, los cuales estaban determinados a un grupo para la inmersión en Coca[®]Cola el segundo grupo Inca[®]kola y el tercer grupo en saliva artificial, los cuales fueron inmersos durante 15 y 30 días. Se aplicó la prueba de comparaciones múltiples (DUNCA). **Resultados:** En la prueba a los 15 días, con el grupo control hubo una liberación de níquel de 16,81 y de cromo de 18,29; asimismo, con el grupo Coca[®]Cola hubo una liberación de níquel de 15,16 y de cromo de 5,47; finalmente, en el grupo de Inca[®]kola, hubo una liberación de níquel de 5,31 y de cromo de 1,65. En la prueba a los 30 días, con el grupo control hubo una liberación de níquel de 18,29 y de cromo de 18,29; asimismo, con el grupo Coca[®]Cola hubo una liberación de níquel de 14,30 y de cromo de 5,50; finalmente, en el grupo de Inca[®]kola, hubo una liberación de níquel de 5,08 y de cromo de 0,14. **Conclusión:** Existe diferencia altamente significativa (P-valor < 0,01) en la liberación de Níquel y Cromo en bandas ortodónticas prefabricadas in vitro según las bebidas carbonatadas.

Palabras claves: Aparatos ortodónticos, iones de metal, saliva artificial.

Abstract

Objective: To compare, in vitro, the influence of immersion in two carbonated drinks and artificial saliva on the release of metal ions from prefabricated orthodontic bands.

Methodology: The study proposed an explanatory, quantitative, experimental research, in which we worked with 3 experimental groups, which were determined as one group for immersion in Coca®Cola, the second group Inca®kola and the third group in artificial saliva, which were immersed for 15 and 30 days. The multiple comparisons test (DUNCA) was applied.

Results: In the test after 15 days, with the control group there was a nickel release of 16,81 and chromium of 18,29; Likewise, with the Coca®Cola group there was a nickel release of 15,16 and chromium of 5,47; Finally, in the Inca®kola group, there was a nickel release of 5,31 and chromium of 1,65. In the 30-day test, with the control group there was a release of nickel of 18,29 and chromium of 18,29; Likewise, with the Coca®Cola group there was a nickel release of 14,30 and chromium of 5,50; Finally, in the Inca®kola group, there was a nickel release of 5,08 and chromium of 0,14. **Conclusion:** There is a highly significant difference ($P\text{-value} < 0,01$) in the release of Nickel and Chromium in prefabricated in vitro orthodontic bands according to carbonated drinks.

Keywords: Artificial saliva, metal ions, orthodontic appliances.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La odontología durante décadas ha venido usando diferentes aleaciones metálicas en aparatos protésicos y ortodónticos, se ha demostrado que las aleaciones que contienen níquel liberan este ion cuando son sometidos a su función en la boca. Las bebidas carbonatadas han surgido en los últimos años como una propuesta alimentaria moderna, sin embargo, sus efectos nocivos se están estudiando en la medicina.¹ En odontología diversos estudios demuestran que causa daños erosivos sobre el esmalte, no hay evidencias científicas que demuestre la influencia de las bebidas carbonatadas sobre la liberación de iones metálicos en pacientes con aparatología fija usados en odontopediatría; las bandas y alambres son hechos universalmente de acero inoxidable con composiciones de cromo, níquel, carbono, manganeso, sílice, molibdeno y titanio, en diferentes proporciones según la AIIS (American Institute for International Steel)².

Los iones metálicos de los aparatos ortodónticos usados en odontopediatría en la cavidad oral son liberados como resultado del proceso de corrosión de los materiales, penetrando esmalte, dentina, pulpa y gingival, es decir, tanto tejidos duros como tejidos blandos, causando síntomas locales y/o generales.³ Dichos productos de corrosión entran al cuerpo vía gastrointestinal, después de la ingestión o por vía absorción a través de los tejidos orales, alcanzando el sistema circulatorio y siendo transportados por todo el cuerpo buscando órganos específicos, con el riesgo de producir una reacción sistémica tóxica, o por otro lado interferir con el metabolismo del sistema biológico. Cada metal se caracteriza por una distribución típica y modelo de eliminación. Por lo tanto, con este estudio se pretende evaluar la influencia de las bebidas carbonatadas sobre la liberación de iones de metal en aparatos más usados en odontopediatría como la banda ansas y coronas ansas considerados en este estudio por su uso más frecuente.

Por lo tanto, se formuló el problema general de investigación que tiene el siguiente enunciado: ¿Cuál es la influencia de la inmersión in vitro en dos bebidas carbonatadas y saliva artificial sobre la liberación de iones de metal de bandas ortodónticas prefabricadas?

De igual manera como problemas específicos se plantearon:

1. ¿Cuál es la influencia de la inmersión in vitro en saliva artificial sobre la liberación de iones de Níquel y Cromo de bandas ortodónticas prefabricadas?

2. ¿Cuál es la influencia de la inmersión in vitro en la bebida carbonatada Coca[®]Cola sobre la liberación de iones de Níquel y Cromo de bandas ortodónticas prefabricadas?
3. ¿Cuál es la influencia de la inmersión in vitro en la bebida carbonatada Inca[®]kola sobre la liberación de iones de Níquel y Cromo de bandas ortodónticas prefabricadas?

Con el presente estudio se buscó ampliar la información científica que tenemos actualmente con respecto a la influencia de las bebidas carbonatadas sobre la liberación de iones de metal en aparatos fijos usados en odontopediatría. Esto porque permitirá ampliar el portafolio respecto a las precauciones a tomar en el desarrollo, confección y elección del material a utilizar cuando se indique aparatología fija en casos odontopediáticos en tal sentido evitar daños irreversibles desde un punto de vista preventivo, y poder así evaluar al paciente alérgico a este tipo de metal antes de recibir tratamiento evitando iatrogenias.

En referencia a la formulación de los objetivos, se planteó como finalidad general: Comparar in vitro la influencia de la inmersión en dos bebidas carbonatadas y saliva artificial sobre la liberación de iones de metal de bandas ortodónticas prefabricadas.

Y como objetivos específicos:

1. Comparar la influencia de la inmersión in vitro en saliva artificial sobre la liberación de iones de Níquel y Cromo de bandas ortodónticas prefabricadas.
2. Evaluar la influencia de la inmersión in vitro en la bebida carbonatada Coca[®]Cola sobre la liberación de iones de Níquel y Cromo de bandas ortodónticas prefabricadas.
3. Evaluar la influencia de la inmersión in vitro en la bebida carbonatada Inca[®]kola sobre la liberación de iones de Níquel y Cromo de bandas ortodónticas prefabricadas.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Internacionales

Petković M, Jelovica I, Fiket Ž, Žigon J, Rinčić M, Čanadi G.⁴ (2023). Realizó un estudio **titulado:** “Citotoxicidad de los iones metálicos liberador por aparatos de ortodoncia de NiTi y acero inoxidable, Parte 1: Morfología de la superficie y variaciones en la liberación de iones”. **Objetivo:** Comparar la citotoxicidad y los iones liberados por los aparatos de ortodoncia de NiTi y acero inoxidable. **Metodología:** Se sumergieron arcos de NiTi y brackets, bandas y ligaduras de acero inoxidable en saliva artificial y se estudiaron cambios morfológicos y químicos después de una inmersión de 3, 7 y 14 días, utilizando la técnica SEM/EDX. Se analizaron los perfiles de liberación de iones para todos los iones e luidos mediante espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS). **Conclusión:** No se observaron capas protectoras de óxido en ninguna de las piezas, pero se desarrollaron capas adherentes en los brackets y ligaduras de acero inoxidable durante la inmersión. También se observó precipitación de sales, principalmente KCl. ICP-MS demostró ser más sensible que SEM/EDX y mostró resultados no detectados por SEM/EDX. La liberación de iones fue un orden de magnitud mayor para las bandas acero inoxidable en comparación con otras piezas, lo que se atribuyó al procedimiento de fabricación (soldadura). La liberación de iones no se correlacionó con la rugosidad de la superficie.

Shetti SS, Shirkhande A, Kagi VA, Fulari SG, Nanjannawar LG, Agrawal JM, et al.⁵ (2022). Realizó un estudio **titulado:** “El efecto de diferentes enjuagues bucales sobre la liberación de iones metálicos de los accesorios de ortodoncia soldados con láser y soldados con plata. Un estudio comparativo in vitro”. **Objetivo:** Comparar el efecto de diferentes enjuagues bucales sobre la liberación de iones metálicos de los aditamentos de ortodoncia soldados con plata y soldados con láser. **Metodología:** En esta comparativa in vitro, se utilizaron 32 muestras de bandas molares sin ataches. Dieciséis muestras se soldaron con plata a alambre de acero inoxidable (SS) y 16 muestras se soldaron con láser usando un dispositivo de soldadura láser a alambre SS. Las muestras de cada grupo se dividieron en cuatro grupos de prueba y se sumergieron en una solución que contenía fluoruro de sodio (NaF), NaF + alcohol (NaF

+ alcohol), clorhexidina (CHX) y saliva artificial (AS). Las muestras se agitaron durante 24 h con una velocidad de agitación de 60 rpm. Se seleccionó una muestra de cada grupo para estudiar los cambios morfológicos en sus superficies mediante microscopía electrónica de barrido (SEM), y las muestras restantes se estudiaron en busca de iones metálicos liberados y disueltos en las soluciones mediante espectrometría. **Conclusión:** la soldadura láser debe preferirse a la soldadura de plata para la construcción de aparatos de ortodoncia. Los enjuagues bucales que contienen CHX, como la hexidina, se pueden prescribir para los pacientes que se someten a un tratamiento de ortodoncia. Más experimentos *in vivo* determinarán si los niveles de iones de níquel disueltos pueden alcanzar o no las concentraciones tóxicas o subtóxicas.

Da Silveira RE, Gonçalves TS, de Souza HR, de Menezes LM.⁶ (2022). Realizó un estudio **Titulado:** “Liberación de iones y rugosidad de la superficie de bandas soldadas de plata con dos métodos de pulido diferentes: un estudio *in vitro*.” **Objetivo:** Evaluar la rugosidad superficial y la liberación de iones de uniones soldadas con plata mediante el uso de dos métodos de pulido. **Metodología:** Se evaluaron 174 bandas de ortodoncia con y sin soldaduras de plata y se dividieron en tres grupos: dos experimentales, con diferentes métodos de pulido (SP1 y SP2), y uno de control (SS) compuesto por bandas sin soldadura de plata. Para la liberación iónica, 50 bandas de cada grupo se sumergieron en solución salina y se sometieron a espectrofotometría de absorción atómica para cuantificar la cantidad de Fe, Ni, Cr (en los tres grupos), Ag, Cu, Cd y Zn (en los dos). grupos experimentales). Se empleó un rugosímetro para verificar la rugosidad de la superficie. **Conclusiones:** Existen diferencias en relación a la rugosidad superficial de las bandas soldadas con plata cuando se utilizan distintos métodos de pulido. Los iones tóxicos pueden liberarse de las uniones soldadas con plata y una mayor rugosidad de la superficie puede causar una mayor liberación de iones.

Chantarawatit PO, Yanisarapan T.⁷ (2021). Realizó un estudio **Titulado:** “La exposición al entorno oral aumenta la corrosión de los aparatos de ortodoncia metálicos causada por productos que contienen flúor: citotoxicidad, liberación de iones metálicos y rugosidad de la superficie.” **Objetivo:** Evaluar la liberación de iones metálicos, la citotoxicidad y la rugosidad de la superficie de los aparatos de ortodoncia metálicos utilizados clínicamente después de la inmersión en diferentes soluciones de productos

de fluoruro en comparación con los de los aparatos nuevos. **Metodología:** Se descementó la aparatología fija usada de 36 pacientes después de realizar su tratamiento. Los electrodomésticos nuevos fueron tal como se recibieron. Cada grupo usado y nuevo comprendía 36 juegos de 20 brackets y 4 tubos que se dividían en 3 grupos por tipo de arco; acero inoxidable, níquel-titanio y beta-titanio. Las muestras de cada grupo se dividieron en 3 subgrupos y se sumergieron en soluciones de pasta dental fluorada, fluoruro de fosfato acidulado al 1,23% o saliva artificial sin flúor como grupo control. Los tiempos de inmersión se estimaron a partir del tiempo recomendado de uso de cada producto fluorado durante 3 meses. A continuación, las muestras se sumergieron en medio de Eagle modificado por Dulbecco durante 7 días. La prueba de citotoxicidad se evaluó mediante el ensayo de bromuro de 3-(4,5-dimetiltiazol-2-il)-2,5-difeniltetrazolio utilizando fibroblastos gingivales primarios. cromo, níquel, y la liberación de iones de hierro se detectaron usando espectroscopía de masas de plasma acoplado inductivamente. La rugosidad de la superficie de los brackets y los alambres se midió mediante un microscopio electrónico de barrido y un dispositivo de medición de rugosidad y caracterización de superficie tridimensional óptica sin contacto. **Conclusiones:** Los brackets usados fueron significativamente propensos a una mayor corrosión. El gel de fluoruro de fosfato acidulado no debe usarse en pacientes de ortodoncia con aparatos metálicos fijos.

De Souza HR, De Menezes LM.⁸ (2020). Realizaron una investigación **Titulada:** “Cuantificación de iones metálicos en saliva de pacientes con aparatología de arco lingual mediante soldadura de plata, láser o soldadura TIG.” **Objetivos:** Cuantificar la liberación de iones metálicos en la saliva, considerando que los aparatos de ortodoncia con partes soldadas o soldadas pueden sufrir corrosión y liberar iones metálicos en la saliva, lo que puede desencadenar efectos adversos, como hipersensibilidad. **Metodología:** Sesenta y cuatro pacientes fueron distribuidos en cuatro grupos: G1 (control), G2 (arco lingual soldado con plata), G3 (arco lingual soldado con láser) y G4 (arco lingual soldado con TIG). Las muestras de saliva se recogieron en cuatro puntos diferentes y se analizaron para la liberación de iones con ICP-MS. **Conclusiones:** Diferentes procedimientos de soldadura pueden afectar las concentraciones de iones salivales. Para la mayoría de los iones no hubo un aumento significativo al comparar la soldadura y la comparación a lo largo de los puntos del

mismo grupo. Si bien la soldadura TIG presentó mayor liberación de iones Ni, esto posiblemente ocurrió debido a una mayor corrosión de los soldados.

Velasco-Ibáñez R, Lara-Carrillo E, Morales-Luckie RA, Romero-Guzmán ET, Toral-Rizo VH, Ramírez-Cardona M, et al.⁹ (2020). Realizó un estudio **titulado:** “Evaluación de la liberación de níquel y titanio bajo tratamiento de ortodoncia”. **Objetivo:** Determinar el pH salival antes y durante el tratamiento de ortodoncia; evaluar la liberación de iones metálicos, principalmente Ni y Ti y evaluar la corrosión mediante microscopía electrónica de barrido (SEM). **Metodología:** En este estudio se seleccionó 35 individuos bajo tratamiento de ortodoncia, de quienes se recolectaron muestras de saliva y orina en 3 etapas: (a) basal, (b) a los 3 y (c) 6 meses después de la colocación de la aparatología fija. SEM analizó las arcadas de Ni-Ti (0,016”) y acero inoxidable (SS) (0,016 × 0,022”) después de 1 mes de estar en contacto con la cavidad bucal. **Conclusión:** Se encontró una diferencia estadísticamente significativa en la concentración de Ni en saliva entre los 3 y 6 meses de intervención y Ti en orina entre los 3 y 6 meses.

Cueva A.¹⁰ (2019). Realizó un estudio **titulado:** “Corrosión de arcos ortodónticos de Níquel – Titanio en saliva artificial y enjuagues bucales con fluoruros”. **Objetivo:** Estudiar la corrosión ocasionada por los enjuagues bucales que contengan fluoruros mediante pruebas electroquímicas y microscopía electrónica de barrido (SEM, por sus siglas en inglés). **Metodología:** Para el estudio se realizó por triplicado los experimentos, se utilizó tres mascarillas de arcos ortodónticos y 4 enjuagues bucales. En todos los casos, se realizó un estudio de la corrosión mediante curvas de polarización. El análisis de la morfología superficial se realizó en un microscopio electrónico de barrido. **Conclusión:** Luego de realizar este estudio de la corrosión para las diferentes marcas comerciales de arcos ortodónticos se logró determinar que cada una de ellas es afectada de diferente forma en cuanto a valores de corrosión, pérdida de peso, liberación de iones de Níquel y cambios en la morfología.

Quadras DD, Nayak USK, Kumari NS, Priyadarshini HR, Gowda S, Fernandes B.¹¹ (2019). Realizaron un estudio **titulado:** “Estudio *in vivo* sobre la liberación de níquel, cromo y zinc en saliva y suero de pacientes tratados con aparatos de ortodoncia fijos.” **Objetivo:** Evaluar la liberación de níquel, cromo y zinc en la saliva y el suero de pacientes sometidos a un tratamiento de ortodoncia fija. **Metodología:** Este estudio *in vivo* se realizó en 80 participantes con un rango de edad de 15 a 40

años. Treinta se incluyeron como controles y 50 participantes fueron tratados con aparatos de ortodoncia fijos. Se recolectaron muestras de saliva y sangre en cinco períodos diferentes, antes de la inserción del aparato de ortodoncia fijo y 1 semana, 3 meses, 1 año y 1,5 años después de la inserción del aparato, respectivamente. El contenido de iones metálicos en las muestras se analizó mediante espectrofotometría de absorción atómica. Los niveles medios de níquel, cromo y zinc en la saliva y el suero se compararon entre los grupos mediante la prueba *t* de muestra independiente y los resultados antes y después mediante la prueba *t* pareada. $PAGS < 0,05$ se consideró estadísticamente significativo. **Conclusión:** los aparatos de ortodoncia liberan cantidades considerables de iones metálicos como níquel, cromo y zinc en la saliva y el suero. Sin embargo, estuvo dentro de los niveles permisibles y no alcanzó niveles tóxicos.

Mirhashemi A, Jahangiri S, Kharrazifard M.¹² (2018). Realizaron un estudio **titulado:** “Liberación de iones de níquel y cromo de los alambres de ortodoncia después del uso de enjuagues bucales para blanquear los dientes.” **Objetivo:** Evaluar la liberación de iones de níquel y cromo de los alambres de ortodoncia de níquel titanio (NiTi) y acero inoxidable (SS) luego del uso de cuatro enjuagues bucales comunes disponibles en el mercado. **Metodología:** Este estudio experimental in vitro se realizó en 120 aparatos de ortodoncia para un cuadrante maxilar, incluidos cinco brackets, una banda y la mitad de la longitud requerida de SS y alambres de NiTi. Las muestras se sumergieron en Oral B, Oral B 3D White Luxe, Listerine y Listerine Advance White durante 1, 6, 24 y 168 h. Las muestras sumergidas en agua destilada sirvieron como grupo de control. La espectroscopia de absorción atómica sirvió para cuantificar la cantidad de iones liberados. **Conclusiones:** Listerine provocó la mayor liberación de iones. Listerine Advance White, Oral B 3D White Luxe y el agua destilada fueron iguales en términos de liberación de iones. Oral B mostró la cantidad más baja de liberación de iones.

Garzón A.¹³ (2017) Realizó un estudio **titulado:** “Grado de corrosión de una aleación de cromo-cobalto sometida a cuatro tipos de soluciones químicas, entre sus soluciones utilizó como bebida carbonatada a la Coca[®]Cola”. **Objetivo:** Evaluar in vitro el grado de corrosión de una aleación de cromo-cobalto sometida a cuatro tipos de soluciones químicas, entre sus soluciones utilizó como bebida carbonatada a la Coca[®]Cola. **Metodología:** En esta investigación se realizó in vitro utilizando lingotes de cromo-

Cobalto, en donde se observó diferentes tipos de corrosión que se observaron en el estereomicroscopio. **Conclusión:** La saliva artificial vinagre genera un mayor porcentaje de corrosión.

Nacionales

Leyva A.¹⁴ (2019). Realizó un estudio **titulado:** “Estudio in vitro del efecto de una bebida isotónica y energética en la corrosión de los arcos metálicos ortodónticos de Cromo-Níquel y Níquel-Titanio.”. **Objetivo:** Determinar, in vitro, el efecto de una bebida isotónica y energética en la corrosión de los arcos metálicos ortodónticos de cromo-níquel y níquel-titanio. **Metodología:** Se desarrolló un estudio de tipo cuantitativo, de nivel explicativo y de diseño experimental; para ello se utilizó el ensayo de inmersión por pérdida de peso, en el cual se pesó los arcos metálicos ortodónticos de cromo-níquel y níquel-titanio, con una balanza analítica de cuatro dígitos, obteniendo así un peso inicial; posteriormente los arcos metálicos ortodónticos fueron sumergidos en la bebida isotónica y energética, almacenándolas por 30 días. Pasado los 30 días, los arcos ortodónticos fueron retirados y pesados nuevamente, obteniendo así un peso final. Para la comparación del efecto entre una bebida isotónica y energética en la corrosión de los arcos metálicos ortodónticos de cromo-níquel y níquel-titanio, se empleó el Análisis de Varianza con un nivel de significancia del 5%. **Conclusión:** La bebida isotónica y energética produce similar corrosión en los arcos metálicos ortodónticos cromo-níquel y níquel-titanio.

2.2 Bases teóricas

La odontología es la ciencia de salud encargada de la prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades del sistema estomatognático; se la considera como la congruencia de un gran número de ciencias (biológicas, físicas, químicas, etc.) y especialidades (cirugía, rehabilitación, fisioterapia, etc.) que tiene la finalidad de crear (de no haber existido) o de volver (de haberse perdido) la estética, estructura, funcionalidad y calidad de vida.⁴

La confluencia de estas ciencias lleva a la utilización de instrumental biomédico, técnicas y aparatología únicas en cuanto a que no se consideran ni se recurre a ellas en otra área de salud, por lo tanto, se manejan con principios diferentes, igualmente se toman consideraciones especiales para su cuidado y mantenimiento.⁷

Los aparatos protésicos u ortodóncicos que contiene Níquel y son utilizados en odontología son únicos, en función de que no son implantados dentro de los tejidos orgánicos (a excepción de los implantes dentales) sino que van sobre estos, sujetos por anclaje (mecánico o químico), succión o presión, expuestos dentro de una cavidad abierta.^{8,9} No se pueden equiparar el manejo de este tipo de materiales con los utilizados en la medicina en general, donde el material se encuentra subtitular, esto debido a que los materiales odontológicos poseen un continuo contacto e interacción con los factores medioambientales presentes en la cavidad oral, lo que no solo se limita a los tejidos y fluidos orales, sino a todo lo que interacciona con esta cavidad, debido a su naturaleza de cavidad abierta.^{8,9}

La aparatología que se utiliza en odontología es una aleación, la que se define como la sustancia compuesta por dos o más metales, además de existir excepciones donde se contiene un no metal en bajísimas proporciones (el hierro sería un ejemplo de aleación excepción, pues contiene 0.8% de carbono un no metal).¹⁰⁻¹²

En odontología, los elementos más importantes que conforman las diversas aparatologías son el níquel, cromo, hierro, manganeso y carbono (estos tres últimos son la aleación que conforma el acero); siendo también muy frecuente el uso de cobre, plata, titanio, etc.¹⁰⁻¹²

El objetivo de mezclar diversas sustancias metálicas y crear aleaciones (ya sea por medio de la formación de una unión Inter metálica, la mezcla de pequeños cristales que conforman los metales, la disolución sólida o cualquier unión que se dé en las disoluciones) es la modificación de las propiedades iniciales del metal base o directamente un cambio radical en todas; se busca por lo general maximizar la fuerza, flexibilidad o resistencia a la corrosión de la aleación; algo curioso es que la mezcla de dos sustancias puede derivar en aleaciones con propiedades únicas que no poseen sus partes constituyentes o son mucho menor en ellas.¹³

Se vienen confeccionando constantemente nuevas aleaciones para uso odontológico generando un ambiente de incertidumbre entre los técnicos y odontólogos al momento de seleccionar el material más adecuado; no siendo solo las propiedades que exponen el único criterio a considerar debido a la vertiginosa velocidad con que estas salen al

mercado sin haberseles realizado las pruebas y estudios necesarios para conocer la carga de iones metálicos que posiblemente liberen al medio bucal.¹³

El Níquel el metal más utilizado en los aparatos usados en odontología, por lo tanto, es la liberación de este ion la que representaría, teóricamente, el mayor problema por su mayor carga.¹⁴ Se presenta un ejemplo de su participación en la mayoría de aparatología e instrumental intraoral.¹⁴

Las aleaciones metálicas usadas en odontología se han clasificado por diversos autores y organizaciones (como la ADA) según los metales que las componen (nobles, preciosos, etc.), según la especialidad en la que se utiliza, usos, etc.^{6, 15}

Anteriormente, tratando de ejemplificar el extendido uso del níquel en odontología, se presentó una clasificación que obedece a la naturaleza de su uso, según las 3 especialidades que más hacen uso de estas se presentan:

Especialidad	Denominación	Composición
Aleaciones en Prostodoncia	Aleaciones con oro (Con metales nobles*)	Alto contenido de oro Bajo contenido de oro
	Aleaciones sin oro (Sin metales nobles)	Amalgama Níquel – cromo Cobalto – cromo Hierro – cromo Titanio
Aleaciones en Ortodoncia	Aceros aleados	Hierro – carbono Ferríticos: Cromo%: 11,5 – 27 Níquel%: 0 Carbono%: máx.: 0,2 Hierro%: 88,3 – 78,3 Martensíticos: Cromo%: 11,5 – 17 Níquel%: 0 – 2,5. Carbono%: máx.: 0,25 Hierro%: 88,3 – 80,2
	Aceros inoxidables	Auténticos: Cromo%: 16 – 26 Níquel%: 7 – 22 Carbono%: 0,08 – 1,20
	Acero	Hierro%: 76,95 – 50,8 18 % cromo 8% níquel (más usado)
	Titanio	Níquel – titanio Beta –titanio
Aleaciones en Cirugía Bucal	Titanio	Titanio-6Aluminio- 4Vanadio
	Aceros Inoxidablees	CP Níquel-Titanio Aceros 316

Fuente: Weinhold E.¹⁴ Liberación de iones metálicos en el medio bucal por fenómenos de corrosión de aleaciones. Aspectos teóricos. 2017.

Las aleaciones dentales, presentan cierta incompatibilidad con determinados parámetros, ya que, se ha evidenciado que, los aparatos empleados en odontología, liberan bajo distintas condiciones clínicas, distintas cantidades y calidades de iones de metal.¹⁵ Debido a que, pueden desencadenar por medio de su liberación efectos no deseados en la persona, de igual manera, pueden cambiar las propiedades y características de la aleación. Esta liberación es importante principalmente, por poseer una potencial fuente de alérgenos que generan diversas reacciones de hipersensibilidad.¹⁵ Cuando existen lesiones metálicas en las restauraciones realizadas en las piezas dentales, se produce una liberación de iones que son producto del proceso

de corrosión de los materiales empleados, aquellos que tienen la capacidad de poder penetrar las estructuras de la pieza dental el tejido periodontal, lo que hace referencia, a la capacidad de poder penetrar tejidos tanto duros como blandos, desencadenando la presencia de síntomas generales y locales.¹⁵ Aquellos productos de corrosión tienen la capacidad de ingresar también al cuerpo por medio de la vía gastrointestinal, después del proceso de metabolización, donde se ingesta y absorbe a través de la cavidad oral, pasa al sistema sanguíneo y se transporta por todo el organismo en búsqueda de órganos específicos, característica que les confiere la capacidad de generar reacciones tóxicas.¹⁵ Cada metal presenta una distribución típica y una forma de eliminación. Por ello es importante que se evidencien estudien las interacciones que se pueden generar al momento de liberarse iones metálicos en el organismo de las personas, ya que son pocos los estudios que realizan para medir las consecuencias del uso de aparatos en el organismo.¹⁵

En la actualidad, la forma en la que emigran los iones metálicos hace la parte interna de los tejidos dentarios no se llegado a entender con claridad. Sin embargo, es de conocimiento que a medida que aumenta la liberación de iones metálicos, disminuye la mineralización de la pieza dental.¹⁵ Lo que implica que, cuando se utilizan los aparatos metálicos en pacientes adultos, el ingreso de los iones liberados va a disminuir ya que las piezas dentales están más mineralizadas, pero, en pacientes infantiles el ingreso de minerales va a aumentar.¹⁵ Y en algunas investigaciones se ha logrado evidenciar que, no se ha medido de forma cuantitativa la liberación de níquel ni cromo por parte de los aparatos ortodoncia chicos empleados, pero, sí existen evidencias que permiten señalar que 40 µg/L aproximadamente de níquel es liberado de los aparatos ortodónticos al día. En otras investigaciones, se ha encontrado una cantidad de 75 µg/L níquel liberado al día como valor máximo.¹⁶

Para que se pueda realizar la liberación de iones existen múltiples factores característicos de las aleaciones presentes, de igual forma existen factores externos, tales como: la cantidad de cromo y níquel presente que corresponde al tipo de aleación, la calidad de los minerales, la forma en que se ha tratado el material, el tamaño de la superficie que se encuentra expuesta al mineral colocado en cavidad oral, la forma en que se ha pulido el material, la composición electrolítica, la presencia de restauraciones metálicas en otras piezas dentales, las condiciones de mecánicas con respecto a la carga,

la compresión, y la forma en la que las fuerzas masticatorias pueden generar modificaciones en la estructura final que se ha colocado como restauración dental.¹⁷ De igual manera, existen características del individuo que pueden generar modificaciones en el metal presente en boca, una de las principales características es la saliva, ya que puede variar sus características en función a la cantidad secretada, temperatura de la cavidad oral del individuo, composición, características que, de igual forma se verán influenciadas por el pH, la alimentación del individuo y las propiedades químicas y físicas de la dieta, consumo de bebidas gasificadas, la toma de medicamentos, el estado de salud oral y general, la presencia de microorganismos que forman parte de la placa bacteriana. En algunos estudios se ha podido evidenciar que, aquellos pacientes que presentan aparatología de ortodoncia formadas a base de aleaciones metálicas, pueden desencadenar tolerancia inmunológica.¹⁶⁻¹⁹

La Asociación Dental Americana, establece ciertos parámetros para poder realizar pruebas de liberación de iones que, se encuentran en relación con los lineamientos propuestos por la asociación. Para que se pueda utilizar un material necesita presentar requerimientos biológicos que van a depender mucho de cómo y cuánto se han expuesto al organismo. Considerando que el uso de los Brackets, genera una exposición de contacto con superficies de manera perenne, por un tiempo no menor a un año.⁴

Desde que se da el lugar el uso de la ortodoncia, se han empleado aleaciones metálicas como componente principal en la terapia, siendo el níquel el principal componente de las aleaciones, el cual se presenta en un porcentaje del 8 al 12% en SS siendo mucho mayor en las aleaciones de Ni Ti, ya que excede en estas estructuras en un 50 %.²

Durante el tratamiento es que se da a cabo la biodegradación de los componentes PS entes en cavidad oral como tratamiento ortodóntico.²

Existen reglas básicas como un estándar de calidad que permiten controlar que los materiales presentes no alteren la salud humana ni el medio ambiente, aunque no se mide de la misma manera el control de calidad, es necesario que se guarden certificaciones que permiten reconocer la compatibilidad del material a emplear y del material en el paciente. Muchos de los fabricantes no dan a disposición la composición exacta ni las propiedades de los materiales que han empleado.²

En el uso de la aparatología de los brackets, se emplea la colocación de bandas, las cuales tienen una composición de níquel de aproximadamente entre un 8 y 11 %, cromo en un 19 %, hierro en un 69 % y manganeso en el 1 %, asimismo la presencia de soldadura.¹⁰ todas las partes presentes tienen una composición que difiere de la otra y también va a depender del uso que se le va a dar a las bandas. Es necesario considerar que las concentraciones van a depender de los fabricantes, ya que, puede variar entre una empresa y otra, según las propiedades que se le quieran dar de resistencia y de dureza.²⁰

Como ejemplo, es conocido que la soldadura de plata tiene una composición del 73 % de plata, 21 % de cobre, 1 % de níquel, 1 % de cromo y 4 % de hierro. Asimismo, algunas soldaduras adhieren zinc en un 15 %. Una de las principales características por las que la soldadura de plata no es muy adecuada es por su alta corrosión.³

El níquel, es uno de los elementos que se encuentra dentro de los metales naturales presente en la corteza de la tierra.⁹ sus características químicas y físicas son únicas, cualidades que permite utilizarlo en aleaciones o en su forma metálica en una gran variedad de productos. Pero, se corre el riesgo de que por medio de su liberación se pueda generar efectos en la salud y el ambiente. La persona se puede exponer a la liberación de níquel por medio de la vía respiratoria, superficie de contacto o vía digestiva, lo cual va a depender de la actividad ocupacional, la exposición al metal o la alimentación.^{21,22}

El níquel presenta 7 isotipos radioactivos y 5 naturales. Presentándose mayormente en la alimentación y mayor proporción en los chocolates y las grasas. Así mismo, las personas que tienen el hábito de fumar tienen una mayor exposición a este metal.²³

Una de las principales consecuencias de la alta ingesta de níquel, es la probabilidad de padecer de cáncer de nariz, pulmón, próstata y laringe. Los principales síntomas cuando se expone a este metal es la presencia de mareos inicialmente, con el tiempo se puede desencadenar embolia pulmonar, fallos respiratorios, bronquitis y asma. También se pueden presentar síntomas en la piel como erupciones cutáneas.²³

La presencia del níquel cuando tiene contacto con la piel, puede desencadenar alergia de contacto, siendo los principales afectados el sexo femenino y las personas que viven

en países industrializados.^{17,24} Para poder evidenciar la cantidad de níquel absorbido, se puede emplear un parche, el cual ha permitido evidenciar que el sexo femenino tiene una afección entre el 10 al 30 %, mientras que el sexo masculino tan solo entre el 1 al 3 %^{15,19}, datos que van a depender la edad de la persona y la población estudiada. A pesar de que se ha podido evidenciar que existe un alto índice de reacción al contacto con este metal, son poco frecuentes las reacciones que se generan con el uso de aparatología ortodontista de níquel. En personas que han reaccionado al contacto con el níquel, no se ha podido evidenciar que haya una reacción de hipersensibilidad al momento de mantener una aparatología ortodòntica.²

Cuando se presenta este metal en una aleación, puede exponerse a que se transforme, lo que significa que, ya que el titanio puede presentarse de distintas maneras en función a la temperatura, al momento de alterar esta característica, también van a cambiar sus propiedades químicas y físicas. En algunas aleaciones a las cuales se les ha agregado molibdeno, hierro, cromo y vanadio, se ha logrado estabilizar el titanio. Así mismo, existe un aumento de la dureza y la fuerza en la aleación cuando se le agrega estaño, zinc o zirconio.²¹

La pasivación que se encuentra como una fina capa en el titanio es aquella que le permite tener resistencia a la corrosión. Además, existe la ionización que, consiste en un proceso en el que el alambre que contiene adheridos iones de nitrógeno como también otros iones de gas penetrados en su superficie por medio de altas energías, crean una estructura de titanio- nitrógeno como una fina capa de compuestos en su superficie.¹⁰

En ortodoncia se pueden clasificar los alambres y acero inoxidable según el tipo de aleación, donde los 304 AISI, presentan entre 18 y 20 % de cromo, entre un 8 y 11 % de níquel, asimismo máximas cantidades de manganeso, carbono y silicón en bajas cantidades.²⁰ El cromo en el SS se encuentra presente por medio de una capa fina, con la capacidad de adherirse y que cumple la función de pasivación del óxido, dándole resistencia a la corrosión y bloqueando también la difusión de oxígeno dentro de las capas más profundas del metal aleado.¹⁰

La teoría sugiere que existe una liberación de iones metálicos durante el tiempo en el que se utiliza el tratamiento ortodòntico, siendo esta liberación mínima con relación a la alimentación diaria, lo que actúa por un lado como un productor de tolerancia en el

sistema inmunológico en ciertos casos. Pero, la edad del paciente y la sensibilidad que presenta, son los mejores indicadores para poder evidenciar la posibilidad de que el paciente reaccione de forma alérgica.³

El cromo es un metal que no está presente en la naturaleza, tiene dentro de sus características que es relativamente dúctil como también suave cuando se encuentra en estado puro. Presente en su composición cuatro isotipos en estado natural. Tiende a presentarse de forma predominante como un trivalente y hexavalente. Se encuentra en el segundo lugar como el metal más tóxico y es liberado al medio ambiente por la producción de la actividad industrial. Su presencia dentro de la alimentación permite que se realice un buen metabolismo de los ácidos grasos como también de la glucosa.³

La saliva es el producto de la secreción de las glándulas salivales mayores, tales como la parótida, las glándulas submandibular y sublingual, que son más numerosas en relación con las glándulas salivales menores. Presenta dentro de su composición tanto componentes orgánicos como inorgánicos, dentro de los componentes inorgánicos podemos encontrar bicarbonato, el cual le da la principal característica de amortiguador, asimismo encontramos fosfato y calcio, que permiten el mantener la integridad mineral de la pieza dental.

En los componentes orgánicos, hay una serie de proteínas y glicoproteínas en la saliva humana que pueden influir en varios aspectos de la salud oral¹⁴. Muchas de estas proteínas contienen altos niveles (35-40 %) de prolina y, por lo tanto, se denominan proteínas ricas en prolina (PRP), que comprenden casi el 70 % del contenido total de proteína de la saliva parotídea humana. Dado que la amilasa comprende la mayor parte del resto del contenido proteico total de la saliva parotídea, las otras proteínas (como la lisozima, lactoferrina, peroxidasa e IgA secretora) que han recibido más atención en los intentos de vinculación entre la saliva y la salud oral son, de hecho, componentes relativamente menores¹⁴.

Statherin permite que la saliva mantenga su estado de sobresaturación con respecto a las sales de calcio y fosfato. Por lo tanto, estos componentes proteicos contribuyen en gran medida al mantenimiento de una dentición intacta a través de su unión e inhibición de la precipitación espontánea de fosfato de calcio y el crecimiento cristalino, mientras que

al mismo tiempo proporcionan posibilidades de heterogeneidad en la colonización microbiana a través de sus patrones específicos de unión bacteriana^{5,16}.

Las histatinas intactas se han identificado in vivo y se han adquirido para que tengan propiedades anti desmineralización cuando se fosforilan. Parece que la unión de histatinas intactas a la superficie del esmalte se produce antes de su degradación proteolítica, y que la unión al mineral ejerce un efecto protector contra la degradación proteolítica enzimática adicional.¹⁶

Las mucinas, el principal componente orgánico de la saliva submandibular / sublingual, son glicoproteínas grandes. Su alto grado de glicosilación y el potencial de hidratación previenen la desecación, mientras que sus propiedades viscoelásticas proporcionan lubricación. También se unen a toxinas, aglutinan bacterias, interactúan con las células del huésped y son componentes importantes de la película adquirida y de la matriz de la placa¹⁷. Se ha informado que las mucinas salivales contribuyen en gran medida al efecto protector de la película adquirida contra la erosión del esmalte¹⁴. La saliva también contiene metaloproteinasas de matriz (MMP) que han sido recientemente implicadas en la progresión de la erosión.⁷

Conociendo el papel de los componentes orgánicos de la saliva en la protección contra la erosión dental, sería importante evaluar la concentración de estos componentes potencialmente protectores en pacientes con alto riesgo de desarrollar erosión, así como determinar si estos valores son diferentes de los normales.¹⁴

Todas las superficies sólidas expuestas a la cavidad oral están cubiertas por una capa proteínica denominada película adquirida la que, debido a su componente húmedo, la colonización bacteriana típica y la subsecuente liberación de ácidos, influye directamente sobre la liberación de iones metálicos cuando mantienen un contacto prolongado con las estructuras metálicas.¹⁷

Es una biopelícula de componentes orgánicos que se encuentran libres y en unión con los microorganismos presentes en la cavidad oral. Está compuesto de glicoproteínas y proteínas, incluidas varias enzimas. Usando cromatografía líquida-espectrometría de masas en tándem se identificaron un total de 130 proteínas diferentes en la película de esmalte adquirida humana recolectada in vivo y al menos 89 de ellas podrían

identificarse en al menos 3 experimentos¹⁷. Entre las proteínas identificadas, solo el 14,4 % provenía de glándulas salivales exocrinas, mientras que el 67,8 % derivaba de células y el 17,8 % provenía del suero, que llegaba a través del fluido crevicular. Si estas proteínas se agrupan en función de su posible papel en la formación de la película adquirida, pueden separarse en tres grupos principales: proteínas que tienen capacidad para unir iones de calcio (17,5 %), aquellas que muestran una alta tendencia a unirse a iones de fosfato (15,4 %), que puede formar la capa de proteína primaria que se adsorbe en la superficie del esmalte y, finalmente, aquellas que pueden interactuar con otras proteínas (28,2 %). Los últimos posiblemente están involucrados en la formación de capas de proteína sucesivas interactuando con proteínas directamente adsorbidas en la superficie del esmalte. En cuanto a sus funciones biológicas, las proteínas identificadas están involucradas en la respuesta inflamatoria (12,5 %), antimicrobiana (8,3 %) y defensa inmune (11,3 %), lubricación (<1 %), buffer (<1 %) y remineralización (15,5 %) capacidades.¹⁹

El ingreso de los metales se da por medio de la vía gastrointestinal, por ello es importante poder entender la forma en la que se eliminan y administran los sustratos, ya que algunos pueden actuar, pero no como una toxina acumulativa, ya que, por ejemplo, el níquel es uno de los metales que se elimina en el 90 % por medio de la orina luego de haber sido absorbido por medio del tracto gastrointestinal.¹⁹

En aquellos pacientes en los que no existe la exposición ocupacional de níquel, presentan una excreción media de 4.5 g/L (rango 1.9 - 9.6 g/L) según unos autores y hasta 50 g/L según otros. Así mismo, se puede eliminar por medio del sudor o de la saliva, siendo mayor su eliminación en zonas con temperaturas altas. En aquellas personas que presentan hipersensibilidad a este mineral, se logra evidenciar sintomatologías en la cavidad oral luego de su exposición, síntomas como inflamación gingival.²⁻³

En la cavidad oral se produce la absorción de minerales. En algunas literaturas se ha logrado evidenciar que en pacientes que tienen aparatología han desencadenado hipersensibilidad cutánea. Y esto se justifica ya que, siendo el níquel liberado en la cavidad oral, zona inicial de la absorción, será mayor la concentración de níquel absorbido.²⁵

De esta manera, es que nace la inquietud sobre el estudio del níquel y el cromo en su forma de liberación durante el tiempo en el que el paciente presenta tratamiento ortodóntico, ya que estos minerales pueden absorberse por medio de la saliva y liberarse en la corriente sanguínea. En un estudio realizado en personas de 12 a 33 años de edad, en el cual se hizo la recolección de muestras de saliva y de sangre en un periodo de tiempo de una semana, al mes, al año y a los dos años luego de haber se colocado tratamiento ortodóntico, semi denunció que, en el primer mes en comparación con la primera semana hubo un aumento en las cantidades de cromo y níquel, por el contrario, se produjo una disminución estadísticamente importante a los dos años. Lo que permite comprobar de que la saliva es uno de los principales medios de detección de estos metales pero que no se absorbe por medio de la corriente sanguínea.²⁶

2.3 Hipótesis

Hipótesis de investigación (H_i): La influencia de la inmersión en dos bebidas carbonatadas y saliva artificial sobre la liberación de iones de metal de bandas ortodónticas prefabricadas es similar.

Hipótesis estadística:

+Hipótesis nula: La influencia de la inmersión en dos bebidas carbonatadas y saliva artificial sobre la liberación de iones de metal de bandas ortodónticas prefabricadas no es similar.

$$H_0 = \mu_e \leq \mu_c$$

+ Hipótesis alterna: La influencia de la inmersión en dos bebidas carbonatadas y saliva artificial sobre la liberación de iones de metal de bandas ortodónticas prefabricadas es similar.

$$H_a = \mu_e > \mu_c$$

III. METODOLOGÍA

3.1 Nivel, tipo y diseño de investigación

El nivel de investigación fue: **Explicativo**.

Según Supo J.²⁸, en su libro sobre los tipos de investigación, explica el comportamiento de una variable en función de otra(s); por ser estudios de causa-efecto requieren control y debe cumplir otros criterios de causalidad.

El tipo de investigación se divide de la siguiente manera:

1. Según enfoque de investigación: **Cuantitativo**

Según Supo J.²⁸, en su libro sobre los tipos de investigación, considera que un estudio es cuantitativo, cuando el investigador obtendrá resultados finales, numéricos y porcentuales.

2. Según la intervención del investigador: **Experimental**

Según Supo J.²⁸, en su libro sobre los tipos de investigación, considera que un estudio es experimental, cuando el investigador va a realizar una intervención que pueda modificar los eventos naturales.

3. Según la planificación de la investigación: **Prospectivo**

Según Supo J.²⁸, en su libro sobre los tipos de investigación, considera que un estudio es prospectivo, porque se utilizaron datos en los cuales el investigador tuvo intervención.

4. Según el número de ocasiones en que se mide la variable: **Longitudinal**

Según Supo J.²⁸, en su libro sobre los tipos de investigación, considera que un estudio es longitudinal, porque se hizo el levantamiento de las variables en más de una fecha.

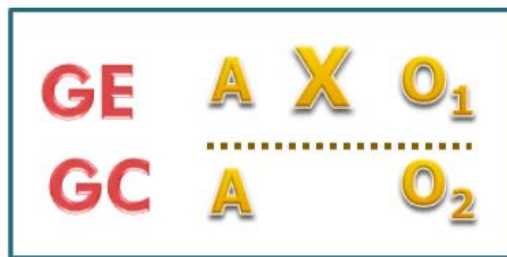
5. Según el número de variables de estudio: Analítico

Según Supo J.²⁸, en su libro sobre los tipos de investigación, considera que un estudio es analítico, porque tiene más de una variable de estudio a medir y tiene también como finalidad medir una hipótesis.

La investigación fue de diseño: **Experimental.**

El diseño de la presente investigación fue de tipo experimental, ya que requiere dos condiciones: intervención y asignación aleatoria.²⁸

- Esquema de investigación



Donde:

X = Variable experimental (liberación de iones de metal).

O₁ O₂ = Mediciones de cada grupo.

A = Aleatorización

3.2 Población y muestra

Población

48 bandas de ortodoncia prefabricadas marca Morelli #28.

Muestra

$$n = \frac{2 * (Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2 * S^2}{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)^2}$$

n = Número de ensayos por grupo

$Z_{\alpha/2} = 1.96$ para $\alpha = 0,05$

$Z_{\beta} = 0,84$ para $\beta = 0,20$

$S = 0.7 (\bar{X}_1 - \bar{X}_2)$, valor asumido por no haber estudios similares.

Reemplazando se tiene:

$$n = \frac{2(1.96 + 0.84)^2 0.84^2 (\bar{X}_1 - \bar{X}_2)^2}{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)^2} = 2(2.8)^2 0.7^2 = 8 \text{ repeticiones.}$$

Luego la muestra estuvo conformada por 8 repeticiones para cada grupo.

3.3 Variables. Definición y Operacionalización

Liberación de iones de metal: Concentración de iones de Níquel y Cromo dispersos en la saliva artificial, Coca[®]Cola e Inca[®]kola muestras que contendrán 5 mililitros de cada sustancia y una banda de ortodoncia que se utilizará para este estudio.⁸

Tipo de fluido de inmersión: Líquido contenido en botellas plásticas rotuladas con el producto Coca[®]Cola e Inca[®]kola adquiridas en locales distribuidores acreditados servirá para este estudio, asimismo, se tendrá en consideración la saliva artificial.¹²

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERATIVA	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	CATEGORÍAS
Liberación de iones de metal (v. dependiente)	Concentración de iones de Níquel y Cromo dispersos en la saliva artificial, Coca®Cola e Inca®kola muestras que contendrán 5 mililitros de cada sustancia y una banda de ortodoncia que se utilizará para este estudio. ⁸	Liberación de iones de níquel	Medición obtenida con el espectrómetro ICP-MS.	Cuantitativa	Razón continua	Liberación en ppm
		Liberación de iones de cromo	Medición obtenida con el espectrómetro ICP-MS.	Cuantitativa	Razón continua	Liberación en ppm
Tipo de fluido de inmersión (v. independiente)	Líquido contenido en botellas plásticas rotuladas con el producto Coca®Cola e Inca®kola adquiridas en locales distribuidores acreditados	-	Etiqueta comercial certificado con el nombre de la bebida	Cualitativo	Nominal	(1)=Inka® cola (2)=Coca®cola (3)=Saliva artificial

	servirá para este estudio, asimismo, se tendrá en consideración la saliva artificial.		carbonatada y la saliva artificial			
COVARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	-	INDICADORES	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	CATEGORÍAS
Tiempo	Tiempo al que se expondrá las bandas de ortodoncia a distintas sustancias saliva artificial, Coca®Cola e Inca®kola. ²⁹	-	Tiempo registrado en el calendario desde inicio y termino de sumersión de las bandas de ortodoncia.	Cuantitativo	Intervalo	(1)= Antes de sumergir la banda (2)= 15 días (3)= 30 días

3.4 Técnica e instrumentos de recolección de información

Técnica

Observación por espectrometría.

Instrumento

Espectrómetro de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-MS). ICP-MS (Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente) es una técnica de análisis inorgánico elemental e isotópico capaz de determinar y cuantificar la mayoría de los elementos de la tabla periódica en un rango dinámico lineal de 8 órdenes de magnitud (ng/l – mg/l) además de poder llevar a cabo la determinación de los elementos en un análisis multielemental que provee la composición de la muestra analizada. Puede además llevar a cabo la cuantificación de la composición isotópica y estudios de la estabilidad de isótopos traza.¹

Procedimiento

Protocolos de experimentación

Rotulación de los depósitos: **tubos de ensayo Marca: Globe Scientific**

Modelo: 4-204

- Se rotularon 48 tubos de ensayo de vidrio estériles de 30 ml, cada tubo estuvo rotulado, nombre de líquido los mismo que fueron gaseosa Coca[®]Cola e Inca[®]kola y saliva artificial, fecha de inmersión, número de muestra, 5 mililitros de solución el mismo que fue transvasado con una jeringa de 5ml para ser exactos en la medida.
- Se formaron 3 grupos experimentales como primer grupo tendremos a (A, B y C) significa: A 8 tubos con su respectivo líquido que puede ser Coca[®]Cola e Inca[®]kola y saliva artificial que será sumergido por 15 días. Y así sucesivamente el segundo grupo que corresponde a los 30 días (A, B y C) significa 8 tubos señalando el grupo y los días de sumersión que serán a los 30 días. El mismo que tuvo una banda ortodoncia prefabricada marca Morelli de tamaño 28. Completando los 15 días y los 30 días de sumersión se llevó al laboratorio.

Prueba de inmersión del elemento metálico:

- Se depositaron en cada tubo de ensayo de vidrio 5 ml de contenido líquido según grupo experimental (A, B, C) y (A, B, C) el análisis de las muestras se realizó en el laboratorio.
- Las bandas ortodoncia fueron sumergidas por 15 y 30 días, puestos a temperatura ambiente de 21°C forados con para film sin contaminación de luz y aire.
- Cumplido los días previstos se procedió a analizar las muestras, los valores encontrados fueron anotados, en una ficha de recolección de datos.

De la medición de iones de metal

Los tubos de ensayo de vidrio fueron colocados en una gradilla de metal y llevados al área donde fue el equipo espectrómetro ICP-MS para su análisis. Medición basal de inicio de las muestras. El níquel se midió en una longitud de onda de 232 nm (nanómetros) y el cromo en una longitud de onda de 357.9 nm.

Las muestras del segundo grupo (30 días A, B, C), completados los 30 días, se realizó los análisis respectivos en el laboratorio.

3.5 Método de análisis de datos

Los datos recolectados fueron incorporados en una base de datos en IBM SPSS Statistics 22, para ser procesados y presentados en tablas con medias y desviaciones estándar. Para la elección de la prueba inferencial, inicialmente se realizó la prueba de normalidad, para poder determinar si los datos son paramétricos o no paramétricos y en función a la cantidad de la población empleada (que es menor a 50), se tomó el resultado de la prueba de Shapiro-Wilk, posteriormente, se pudo determinar la elección de prueba estadística.

3.6 Aspectos éticos

Para la ejecución de la presente investigación se respetarán los principios especificados en el Reglamento de Integridad Científica en la Investigación Versión 001 Aprobado por Consejo Universitario con Resolución N° 1212- 2023-CU-ULADECH Católica, de fecha 12 de Agosto del 2023, los cuales comprenden:³⁰

- a. Cuidado del medio ambiente, respetando el entorno, protección de especies y preservación de la biodiversidad y naturaleza. ³⁰
- b. Difusión responsable de la investigación con veracidad y justicia. ³⁰
- c. Respeto y cumplimiento de normativa nacional e internacional. ³⁰
- d. Rigor científico e integridad. ³⁰
- e. Integridad científica que permita la objetividad, imparcialidad y transparencia durante la investigación y con los hallazgos encontrados. ³⁰
- f. Justicia a través de un juicio razonable y ponderable que permita la toma de precauciones y limite los sesgos, así también, el trato equitativo con todos los participantes. ³⁰

IV. RESULTADOS

4.1 Resultados

Tabla 1. Comparación in vitro de la influencia de la inmersión en dos bebidas carbonatadas y saliva artificial sobre la liberación de iones de metal de bandas ortodónticas prefabricadas.

Tiempo	Metal	Bebida	n	Media	Me	DE	p*
15 días	Níquel	a. Control	8	16,81	16,74	0,51	
		b.Coca®Cola	8	15,16	15,14	0,51	< 0,001
		c. Inca®kola	8	5,31	5,30	0,40	
	Cromo	a. Control	8	2,94	2,95	0,20	
		b.Coca®Cola	8	5,47	5,48	0,13	< 0,001
		c. Inca®kola	8	1,65	1,68	0,16	
30 días	Níquel	a. Control	8	18,29	18,63	1,30	
		b.Coca®Cola	8	14,30	14,15	1,19	< 0,001
		c. Inca®kola	8	5,08	5,14	0,14	
	Cromo	a. Control	8	1,73	1,72	0,12	
		b.Coca®Cola	8	5,50	5,50	0,25	< 0,001
		c. Inca®kola	8	0,14	0,14	0,01	

*Análisis de varianza (Anova); Me, mediana; DE, desviación estándar. Las letras en superíndices indican diferencias significativas entre los grupos (Post hoc - Duncan).

Interpretación: Existe diferencia altamente significativa (P-valor < 0,01) en la liberación de Níquel y Cromo en bandas ortodónticas prefabricadas in vitro según las bebidas carbonatadas. En la prueba a los 15 días, con el grupo control hubo una liberación de níquel de 16,81 y de cromo de 18,29; asimismo, con el grupo Coca®Cola hubo una liberación de níquel de 15,16 y de cromo de 5,47; finalmente, en el grupo de Inca®kola, hubo una liberación de níquel de 5,31 y de cromo de 1,65. En la prueba a los 30 días, con el grupo control hubo una liberación de níquel de 18,29 y de cromo de 18,29; asimismo, con el grupo Coca®Cola hubo una liberación de níquel de 14,30 y de cromo de 5,50; finalmente, en el grupo de Inca®kola, hubo una liberación de níquel de 5,08 y de cromo de 0,14.

Tabla 2. Influencia de la inmersión in vitro en saliva artificial sobre la liberación de iones de Níquel y Cromo de bandas ortodónticas prefabricadas.

Tiempo	Metal	n	Media	Me	DE
15 días	Níquel	8	16,81	16,74	0,51
	Cromo	8	2,94	2,95	0,20
30 días	Níquel	8	18,29	18,63	1,30
	Cromo	8	1,73	1,72	0,12

Me, mediana; DE, desviación estándar.

Interpretación: En la prueba a los 15 días, con el grupo control hubo una liberación de níquel de 16,81 y de cromo de 18,29. En la prueba a los 30 días, hubo una liberación de níquel de 18,29 y de cromo de 18,29.

Tabla 3. Influencia de la inmersión in vitro en la bebida carbonatada Coca®Cola sobre la liberación de iones de Níquel y Cromo de bandas ortodónticas prefabricadas.

Tiempo	Metal	n	Media	Me	DE
15 días	Níquel	8	15,16	15,14	0,51
	Cromo	8	5,47	5,48	0,13
30 días	Níquel	8	14,30	14,15	1,19
	Cromo	8	5,50	5,50	0,25

Me, mediana; DE, desviación estándar.

Interpretación: En la prueba a los 15 días, con el grupo Coca®Cola hubo una liberación de níquel de 15,16 y de cromo de 5,47. En la prueba a los 30 días, hubo una liberación de níquel de 14,30 y de cromo de 5,50.

Tabla 4. Influencia de la inmersión in vitro en la bebida carbonatada Inca®kola sobre la liberación de iones de Níquel y Cromo de bandas ortodónticas prefabricadas.

Tiempo	Metal	n	Media	Me	DE
15 días	Níquel	8	5,31	5,30	0,40
	Cromo	8	1,65	1,68	0,16
30 días	Níquel	8	5,08	5,14	0,14
	Cromo	8	0,14	0,14	0,01

Me, mediana; DE, desviación estándar.

Interpretación: En la prueba a los 15 días, con el grupo de Inca®kola, hubo una liberación de níquel de 5,31 y de cromo de 1,65. En la prueba a los 30 días, hubo una liberación de níquel de 5,08 y de cromo de 0,14.

4.2 Discusión

1. Del objetivo general de comparar in vitro la influencia de la inmersión en dos bebidas carbonatadas y saliva artificial sobre la liberación de iones de metal de bandas ortodónticas prefabricadas. Se evidenció que existe diferencia altamente significativa (P -valor < 0.01) en la liberación de Níquel y Cromo en bandas ortodónticas prefabricadas in vitro según las bebidas carbonatadas. En el estudio de **Shetti SS, Shirkhande A, Kagi VA, Fulari SG, Nanjannawar LG, Agrawal JM, et al.**⁵ (2022), en el que se realizó la inmersión en fluidos como los enjuagues bucales, también se evidenció la liberación de iones de metal existentes en la soldadura de los accesorios ortodónticos empleados por los niños. Este fue el mismo resultado encontrado por **Da Silveira RE, Gonçalves TS, de Souza HR, de Menezes LM.**⁶ (2022), quienes al sumergir en solución saliva las bandas soldadas, encontraron liberación de distintos iones de metales. Asimismo, en el estudio de **Chantarawaratit PO, Yanisarapan T.**⁷ (2021), evidenciaron que en pacientes que utilizaban tratamiento ortodóntico, no se debería de aplicar ningún tipo de gel con pH ácido, ya que se generaba una corrosión mayor acompañada de una elevada liberación de iones de metal. Es importante el reconocimiento del efecto que se genera ante la inmersión de los distintos fluidos que ingresan por la cavidad oral y exponen durante un tiempo prolongado de los tratamientos ortodónticos empleados en odontología. A su vez, se debe de buscar analizar el efecto de la liberación de iones de metal ante la constante existencia de desdoblamiento de enlaces del esmalte, es probable que se pueda generar la unión en alguna parte de la fisiopatología de la enfermedad cariosa.

2. Del primer objetivo específico de comparar la influencia de la inmersión in vitro en saliva artificial sobre la liberación de iones de Níquel y Cromo de bandas ortodónticas prefabricadas. Se evidenció que, en la prueba a los 15 días, con el grupo control hubo una liberación de níquel de 16,81 y de cromo de 18,29. En la prueba a los 30 días, hubo una liberación de níquel de 18,29 y de cromo de 18,29. En el estudio de **Chantarawaratit PO, Yanisarapan T.**⁷ (2021), se evidenció que la saliva genera una liberación mediana a comparación de otros fluidos. Asimismo, en el estudio de **De Souza HR, De Menezes LM.**⁸ (2020), el aparato ortodóntico en estudio como fueron los arcos linguales, al ser expuestos en saliva generaban la liberación de iones de metal principalmente de la zona de soldadura. Resultado que también concuerda con **Quadras DD, Nayak USK, Kumari NS, Priyadarshini HR, Gowda S, Fernandes B.**¹¹ (2019), quienes evidenciaron que la saliva

genera la liberación por inmersión de ciertos metales como el cromo, zinc y níquel. Siendo la saliva uno de los fluidos con mayor exposición en la cavidad oral a todos los tratamientos que se puedan aplicar en los pacientes, es indispensable el reconocimiento que genera los componentes propios de la saliva, su capacidad humectante y el pH que presenta.

3. Del segundo objetivo específico de evaluar la influencia de la inmersión in vitro en la bebida carbonatada Coca[®]Cola sobre la liberación de iones de Níquel y Cromo de bandas ortodónticas prefabricadas. Se evidenció que, en la prueba a los 15 días, con el grupo Coca[®]Cola hubo una liberación de níquel de 15,16 y de cromo de 5,47. En la prueba a los 30 días, hubo una liberación de níquel de 14,30 y de cromo de 5,50. Uno de los pocos artículos encontrados de **Leyva A.¹⁴ (2019)**, donde se estudian bebidas isotónicas efervescentes, demuestran la existencia de liberación de iones de metal al aproximar los 15 y 30 días. Dado a que son pocos los estudios que buscan la lectura de la liberación de iones de metal y aunque en la actualidad, cada vez es más variado el consumo de bebidas carbonatadas, existe un vacío científico en el reconocimiento del impacto de las bebidas carbonatadas en el cuerpo en general, hasta el momento, hay estudios de sus componentes calóricos y la relación con enfermedades sistémicas, pero no de los efectos la efervescencia o pH del líquido.

4. Del tercer objetivo específico de evaluar la influencia de la inmersión in vitro en la bebida carbonatada Inca[®]kola sobre la liberación de iones de Níquel y Cromo de bandas ortodónticas prefabricadas. Se evidenció que, en la prueba a los 15 días, con el grupo de Inca[®]kola, hubo una liberación de níquel de 5,31 y de cromo de 1,65. En la prueba a los 30 días, hubo una liberación de níquel de 5,08 y de cromo de 0,14. Uno de los pocos artículos encontrados de **Leyva A.¹⁴ (2019)**, donde se estudian bebidas isotónicas efervescentes, demuestran la existencia de liberación de iones de metal al aproximar los 15 y 30 días. La Inca[®]kola, es una de las bebidas carbonatadas de mayor consumo en el Perú, identificándola como una de las bebidas nacionales y aunque tiene una relación con la obesidad y la diabetes mellitus, aun no se encuentran estudios en cavidad oral, dejando entrever la falta de investigación en odontología y nutrición.

V. CONCLUSIONES

1. Existe diferencia altamente significativa (P-valor < 0,01) en la liberación de Níquel y Cromo en bandas ortodónticas prefabricadas in vitro según las bebidas carbonatadas, debido a la reacción química que se genera al sumergir las bandas en distintas bebidas con capacidad oxidativa.
2. La mayor liberación de iones de metal con respecto a la inmersión en saliva artificial, se dio por parte del níquel a los 30 días con una media de 18,29, justificando el tiempo expuesto a las bandas con respecto al líquido sumergido.
3. La mayor liberación de iones de metal con respecto a la inmersión en Coca[®]Cola, se dio por parte del níquel a los 15 días con una media de 15,16, aparentemente el níquel es uno de los metales más sensibles a la exposición de otros líquidos, por ello su liberación es mayor.
4. La mayor liberación de iones de metal con respecto a la inmersión en Inca[®]kola, se dio por parte del níquel a los 15 días con una media de 15,31. De igual manera, el níquel actuó de manera más sensible ante esta bebida carbonatada.
5. En mi investigación encontré valores muy cercanos a los encontrados en mis antecedentes lo cual ayudara a los investigadores como guía para seguir investigando con otras variables.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios in vitro con más tiempo y con otras bebidas para comprobar el efecto sobre la liberación de iones de metal de las bandas ortodónticas prefabricadas de cromo y níquel.
- Asimismo, se considera importante la búsqueda de más evidencias en función a las posibles concomitancias que generan la liberación de iones en usuarios con enfermedades sistémicas o que comprometan su salud.
- A la sociedad científica se sugiere investigar con otras variables con más tiempo de inmersión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Macchi R. Materiales Dentales. 4th ed. Médica Panamericana; 2017. Disponible en: <https://www.medicapanamericana.com/es/libro/materiales-dentales-version-digital>
2. Weinhold E, Velázco G. Liberación de iones metálicos en el medio bucal por fenómeno bucal por fenómenos de corrosión de aleaciones. [Tesis para optar el grado de Magister en Electroquímica Fundamental y Aplicada]. Colombia: Universidad de los Andes; 2006. Disponible en: http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/16516/liberaciones_iones.pdf?sequence=1&isAllowed=y
3. Mikulewicz M, Chojnacka K, Wołowiec P. Release of metal ions from fixed orthodontic appliance: an in vitro study in continuous flow system. *Angle Orthod*. 2014 Jan;84(1):140-8. Epub 2013 Mar 11. PMID: 23477423; PMCID: PMC8683050. DOI: 10.2319/113012-911.1.
4. Petković Didović M, Jelovica Badovinac I, Fiket Ž, Žigon J, Rinčić Mlinarić M, Čanadi Jurešić G. Cytotoxicity of Metal Ions Released from NiTi and Stainless Steel Orthodontic Appliances, Part 1: Surface Morphology and Ion Release Variations. *Materials (Basel)*. 2023 Jun 2;16(11):4156. doi: 10.3390/ma16114156. PMID: 37297290; PMCID: PMC10254279.
5. Shetti SS, Shirkhande A, Kagi VA, Fulari SG, Nanjannawar LG, Agrawal JM, et al. The effect of different mouth washes on metallic ions release from silver-soldered and laser-welded orthodontic attachments. A comparative in vitro study. *Dent Res J (Isfahan)*. 2022 Mar 21;19:27. PMID: 35432787; PMCID: PMC9006156. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35432787/>
6. Da Silveira RE, Gonçalves TS, de Souza HR, de Menezes LM. Ion release and surface roughness of silver soldered bands with two different polishing methods: An in-vitro study. *J Orthod Sci*. 2022 May 4;11:11. PMID: 35754427; PMCID: PMC9214416. DOI: 10.4103/jos.jos_157_21.

7. Chantarawatit PO, Yanisarapan T. Exposure to the oral environment enhances the corrosion of metal orthodontic appliances caused by fluoride-containing products: Cytotoxicity, metal ion release, and surface roughness. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2021 Jul;160(1):101-112. Epub 2021 May 7. PMID: 33966956. DOI: 10.1016/j.ajodo.2020.03.035.
8. De Souza HR, De Menezes LM. Metal ion quantification in the saliva of patients with lingual arch appliances using silver solder, laser, or TIG welding. *Clin Oral Investig.* 2020 Jun;24(6):2109-2120. Epub 2019 Dec 4. PMID: 31802242. DOI: 10.1007/s00784-019-03160-z.
9. Velasco-Ibáñez R, Lara-Carrillo E, Morales-Luckie RA, Romero-Guzmán ET, Toral-Rizo VH, Ramírez-Cardona M, García-Hernández V, Medina-Solís CE. Evaluation of the release of nickel and titanium under orthodontic treatment. *Sci Rep.* 2020 Dec 17;10(1):22280. doi: 10.1038/s41598-020-79221-1. PMID: 33335223; PMCID: PMC7747632.
10. Cueva A. Corrosión de arcos ortodónticos de Níquel – Titanio en saliva artificial y enjuagues bucales con fluoruros. [Tesis para optar el grado de Cirujano Dentista]. Ecuador: Universidad Central del Ecuador; 2019. Disponible en: file:///D:/Sistema/Downloads/T-UCE-0015-ODO-151.pdf
11. Quadras DD, Nayak USK, Kumari NS, Priyadarshini HR, Gowda S, Fernandes B. In vivo study on the release of nickel, chromium, and zinc in saliva and serum from patients treated with fixed orthodontic appliances. *Dent Res J (Isfahan).* 2019 Jul-Aug;16(4):209-215. PMID: 31303873; PMCID: PMC6596177. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31303873/>
12. Mirhashemi A, Jahangiri S, Kharrazifard M. Release of nickel and chromium ions from orthodontic wires following the use of teeth whitening mouthwashes. *Prog Orthod.* 2018 Feb 5;19(1):4. PMID: 29399703; PMCID: PMC5797726. DOI: 10.1186/s40510-018-0203-7.
13. Garzón C. Grado de corrosion de una aleación de cromo-cobalto sometida a cuatro tipos de soluciones químicas. Estudio in vitro. [Tesis para optar el grado de Cirujano Dentista]. Ecuador: Universidad Central del Ecuador; 2017. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/12510/1/T-UCE-0015-735.pdf>
14. Leyva A. Estudio in vitro del efecto de una bebida isotónica y energética en la corrosión de los arcos metálicos ortodónticos de Cromo-Níquel y Níquel-Titanio. [Tesis para

- optar el grado de Cirujano Dentista]. Trujillo: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2019. Disponible en: http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/14573/ALAMBRES_BE_BIDA_LEYVA_PARDO_ALEX_JUNIOR.pdf?sequence=1&isAllowed=y
15. Weinhold E. Liberación de iones metálicos en el medio bucal por fenómenos de corrosión de aleaciones. Aspectos teóricos. 2017. Disponible en: http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/16516/liberaciones_iones.pdf;jsessionid=FE29077E486E74CFF18EBCC48333B92E?sequence=1
 16. House K, Sernetz F, Dymock D, Sandy JR, Ireland AJ. Corrosion of orthodontic appliances--should we care? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008 Apr;133(4):584-92. PMID: 18405823. DOI: 10.1016/j.ajodo.2007.03.021.
 17. Díaz A, Causado V, Rumbo M. Niveles de Níquel en saliva, biopelícula y mucosa buccal de sujetos antes y durante el uso de aparatología ortodóntico fija. [Tesis para optar el grado de Cirujano Dentista]. Colombia: Universidad de Cartagena; 2015. Disponible en: <https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/2678/NIVELES%20DE%20NIQUEL%20EN%20SALIVA%20BIOPELICULA%20Y%20MUCOSA%20BUCAL%20OPDF.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
 18. Kerosuo H, Moe G, Hensten-Pettersen A. Salivary nickel and chromium in subjects with different types of fixed orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997 Jun;111(6):595-8. PMID: 9199589. DOI: 10.1016/s0889-5406(97)70310-x.
 19. Kocadereli L, Ataç PA, Kale PS, Ozer D. Salivary nickel and chromium in patients with fixed orthodontic appliances. *Angle Orthod.* 2000 Dec;70(6):431-4. PMID: 11138646. DOI: 10.1043/0003-3219(2000)070<0431:SNACIP>2.0.CO;2.
 20. Ağaoğlu G, Arun T, Izgi B, Yarat A. Nickel and chromium levels in the saliva and serum of patients with fixed orthodontic appliances. *Angle Orthod.* 2001 Oct;71(5):375-9. Erratum in: *Angle Orthod* 2002 Aug;72(4):377. Izgu, B [corrected to Izgi, B]. PMID: 11605871. DOI: 10.1043/0003-3219(2001)071<0375:NACLIT>2.0.CO;2.
 21. Fors R, Persson M. Nickel in dental plaque and saliva in patients with and without orthodontic appliances. *Eur J Orthod.* 2006 Jun;28(3):292-7. Epub 2006 Jan 13. PMID: 16415086. DOI: 10.1093/ejo/cji091.
 22. Levrini L, Lusvardi G, Gentile D. Nickel ions release in patients with fixed orthodontic appliances. *Minerva estomatológica.* 2006; 55; 3. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/7204928_Nickel_ions_release_in_patients_with_fixed_orthodontic_appliances

23. Amini F, Borzabadi Farahani A, Jafari A, Rabbani M. In vivo study of metal content of oral mucosa cells in patients with and without fixed orthodontic appliances. *Orthod Craniofac Res.* 2008 Feb;11(1):51-6. PMID: 18199080. DOI: 10.1111/j.1601-6343.2008.00414.x.
24. Matos R, Macedo L. Nickel, chromium and iron levels in the saliva of patients with simulated fixed orthodontic appliances. *Angle Orthod* (2008) 78(2):345–350. Disponible en:
25. Menezes LM, Quintão CA, Bolognese AM. Urinary excretion levels of nickel in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*; 2007. 131(5):635–638. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2005.07.022>
26. Singh DP, Sehgal V, Pradhan KL, Chandna A, Gupta R. Estimation of nickel and chromium in saliva of patients with fixed orthodontic appliances. *World J Orthod.* 2008 Fall;9(3):196-202. PMID: 18834002. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18834002/>
27. Eliades T, Pratsinis H, Kletsas D, Eliades G, Makou M. Characterization and cytotoxicity of ions released from stainless steel and nickel-titanium orthodontic alloys. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004 Jan;125(1):24-9. PMID: 14718875. DOI: 10.1016/j.ajodo.2003.09.009.
28. Supo J. Niveles y tipos de investigación: Seminarios de investigación. Perú: Bioestadístico; 2015. [23/05/2019]
29. Real Academia Española. *Tiempo.* 2022.
30. Comité Institucional de Ética en Investigación. Código de ética para la investigación. 1ª ed. Chimbote: ULADECH Católica; N° 1212- 2023-CU-ULADECH Católica, de fecha 12 de Agosto del 2023. pp. 3-4. [23/11/23]

ANEXOS

Anexo 01 Matriz de consistencia

Título: Comparación, *in vitro*, de la influencia de la inmersión en dos bebidas carbonatadas y saliva artificial sobre la liberación de iones de metal de bandas ortodónticas prefabricadas.

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables y covariables	Metodología
<p>Problema General ¿Existe influencia de la inmersión <i>in vitro</i> en dos bebidas carbonatadas y saliva artificial sobre la liberación de iones de metal de bandas ortodónticas prefabricadas?</p> <p>Problemas específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuál es la influencia de la inmersión <i>in vitro</i> en saliva artificial sobre la liberación de iones de Níquel y Cromo de bandas ortodónticas prefabricadas? - ¿Cuál es la influencia de la inmersión <i>in vitro</i> en la bebida carbonatada Coca®Cola sobre la liberación de iones de Níquel y Cromo de bandas ortodónticas prefabricadas? - ¿Cuál es la influencia de la inmersión <i>in vitro</i> en la bebida carbonatada Inca®kola sobre 	<p>Objetivo general Comparar, <i>in vitro</i>, la influencia de la inmersión en dos bebidas carbonatadas y saliva artificial sobre la liberación de iones de metal de bandas ortodónticas prefabricadas.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comparar la influencia de la inmersión <i>in vitro</i> en saliva artificial sobre la liberación de iones de Níquel y Cromo de bandas ortodónticas prefabricadas. - Evaluar la influencia de la inmersión <i>in vitro</i> en la bebida carbonatada Coca®Cola sobre la liberación de iones de 	<p>Hipótesis de investigación La influencia de la inmersión en dos bebidas carbonatadas y saliva artificial sobre la liberación de iones de metal de bandas ortodónticas prefabricadas es similar.</p> <p>Hipótesis estadísticas Hipótesis Nula: La influencia de la inmersión en dos bebidas carbonatadas y saliva artificial sobre la liberación de iones de metal de bandas ortodónticas prefabricadas no es similar.</p> <p>Hipótesis alterna: La influencia de la inmersión en dos bebidas carbonatadas y saliva artificial sobre la liberación de iones de metal de bandas ortodónticas prefabricadas es similar.</p>	<p>Variable 1: Liberación de iones metal</p> <p>Variable 2 Tipo de fluido de inmersión</p> <p>Covariable Tiempo.</p>	<p>Tipo de investigación: cuantitativo, experimental, prospectivo, longitudinal, analítico</p> <p>Nivel de investigación Explicativo.</p> <p>Diseño de la investigación Experimental</p> <p>Población y muestra 48 bandas ortodónticas #28 8 repeticiones por cada grupo: saliva artificial(A), Coca®Cola, Inca®kola(C) (B) 1^{er} Grupo: A, B, C Sumergidos por 15 días. 2^{DO} Grupo: A, B, C sumergidos en 30 días.</p>

<p>la liberación de iones de Níquel y Cromo de bandas ortodónticas prefabricadas?</p>	<p>Níquel y Cromo de bandas ortodónticas prefabricadas.</p> <p>- Evaluar la influencia de la inmersión in vitro en la bebida carbonatada Inca®kola sobre la liberación de iones de Níquel y Cromo de bandas ortodónticas prefabricadas.</p>			<p>Técnica e instrumento:</p> <p>Técnica: Observación por espectrometría.</p> <p>Instrumento: Espectrómetro de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-MS)</p>
---	---	--	--	---



COMPARACIÓN, *IN VITRO*, DE LA INFLUENCIA DE LA INMERSIÓN EN DOS BEBIDAS CARBONATADAS Y SALIVA ARTIFICIAL SOBRE LA LIBERACIÓN DE IONES DE METAL DE BANDAS ORTODÓNTICAS PREFABRICADAS.

Autora: Delgado Inuma, Ruben

	Liberación de iones de metal 15 días (primer grupo)								Liberación de iones de metal 30 días (segundo grupo)							
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Saliva Artificial																
Coca®Cola																
Inca®kola																

Anexo 03 Evidencias de ejecución

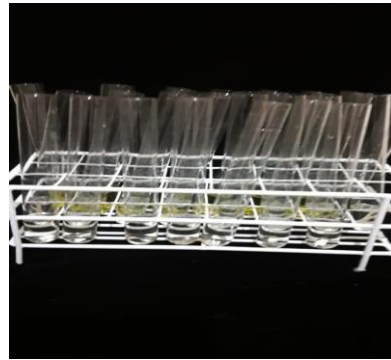
Marca: **Globe Scientific**

Modelo:4-204

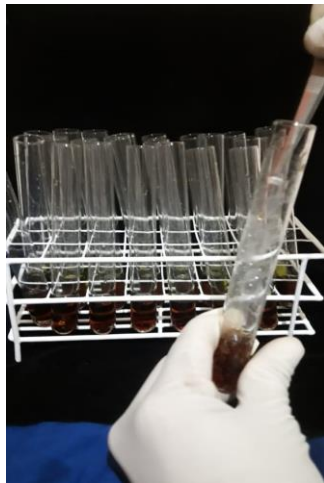
Inserción de banda de ortodoncia a muestra de saliva artificial.



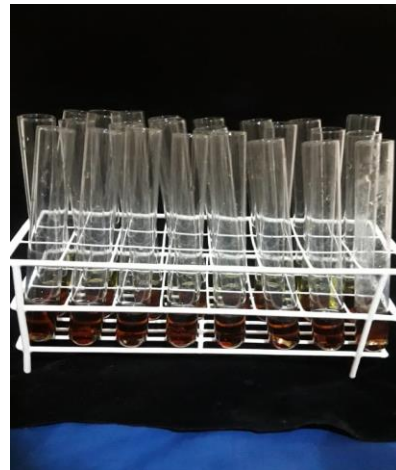
Muestra de saliva artificial y Inca®kola en reposo.



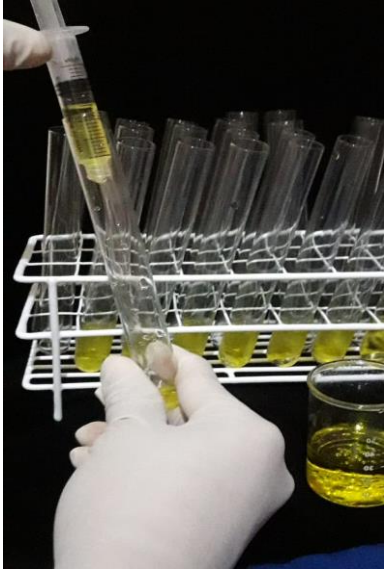
Inserción de banda de ortodoncia a muestra de Coca®Cola.



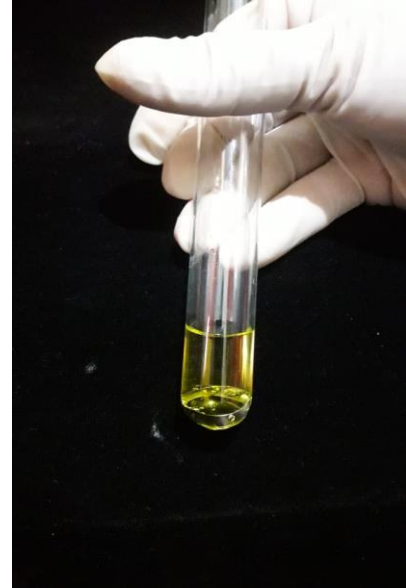
Muestra de Inca®kola y Coca®Cola en reposo.



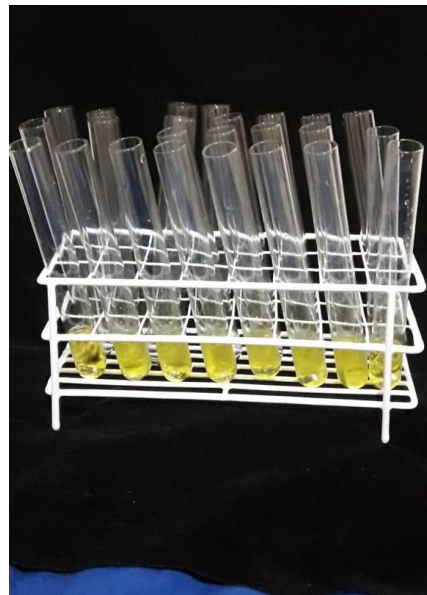
Trasvasado de 5ml de Inca®kola a tubo de ensayo



Muestra de Inca®kola 5 ml en tubo de ensayo



Muestra de Inca®kola y saliva artificial en reposo.



Declaración Jurada

DECLARACIÓN JURADA

Yo, DELGADO INUMA, RUBEN, identificado con DNI 44996070, con domicilio en Calle Manco Cápac #362 vista alegre, distrito de Trujillo, provincia de Trujillo, departamento La Libertad.

DECLARO BAJO JURAMENTO,

En mi condición de BACHILLER con código de estudiante 1810090001 de la Escuela Profesional de ODONTOLOGÍA Facultad de CIENCIAS DE LA SALUD de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Semestre académico 2023-I:

- 1. Que los datos consignados en la tesis titulada: COMPARACIÓN, *in vitro*, DE LA INFLUENCIA DE LA INMERSIÓN EN DOS BEBIDAS CARBONATADAS Y SALIVA ARTIFICIAL SOBRE LA LIBERACIÓN DE IONES DE METAL DE BANDAS ORTODÓNTICAS PREFABRICADAS, son veraces.**

Doy fe que esta declaración corresponde a la verdad.

JUEVES, 16 DE NOVIEMBRE del 2023



Firma



Huella

Base de datos

N°	bebida	bandas ortodónticas	Grupos	mg /L	
				15 días	30 días
1	1	1	11	16,57	18,42
2	1	1	11	17,48	16,44
3	1	1	11	16,91	18,84
4	1	1	11	16,29	19,45
5	2	1	12	15,69	13,11
6	2	1	12	14,79	15,79
7	2	1	12	14,66	14,66
8	2	1	12	15,48	13,63
9	3	1	13	4,93	5,17
10	3	1	13	5,58	5,12
11	3	1	13	5,02	5,16
12	3	1	13	5,72	4,88
13	1	2	21	2,7	1,87
14	1	2	21	3,02	1,78
15	1	2	21	2,87	1,66
16	1	2	21	3,16	1,61
17	2	2	22	5,32	5,23
18	2	2	22	5,4	5,76
19	2	2	22	5,6	5,34
20	2	2	22	5,55	5,65
21	3	2	23	1,81	0,128
22	3	2	23	1,44	0,148
23	3	2	23	1,74	0,134
24	3	2	23	1,62	0,136