



**Universidad
Norbert Wiener**

Powered by **Arizona State University**

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

Tesis

Evaluación de la corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo-Níquel y
Níquel Titanio sometidos a dos bebidas isotónicas

**Para optar el Título Profesional de
Cirujano Dentista**

Presentado por:

Autor: Granda Córdova, Luis Amado


Código ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7958-264X>

Asesor: Dr. Rojas Ortega, Raúl Antonio

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0165-7501>

Lima – Perú

2024

 Universidad Norbert Wiener	DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	
	CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033	VERSIÓN: 01 REVISIÓN: 01
		FECHA: 08/11/2022

Yo, **LUIS AMADO GRANDA CORDOVA** egresado de la Facultad de Ciencias de la salud y Escuela Académica Profesional de odontología Escuela de Posgrado de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo académico **“Evaluación de la corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo-Níquel y Níquel Titanio sometidos a dos bebidas isotónicas”** Asesorado por el docente: **Dr. CD. Rojas Ortega, Raúl Antonio DNI. N° 7761772 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0165-7501>**, tiene un índice de similitud de 6% con código **OID:14912:313511821** verificable en el reporte de originalidad del software Turnitin.

Así mismo:

1. Se ha mencionado todas las fuentes utilizadas, identificando correctamente las citas textuales o paráfrasis provenientes de otras fuentes.
2. No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquella señalada en el trabajo.
3. Se autoriza que el trabajo puede ser revisado en búsqueda de plagios.
4. El porcentaje señalado es el mismo que arrojó al momento de indexar, grabar o hacer el depósito en el turnitin de la universidad y,
5. Asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión en la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas del reglamento vigente de la universidad.



.....
 Firma de autor 1
 Luis Amado Granda Cordova
 DNI: 46266282



.....
 Firma del Asesor
 Dr. CD. Rojas Ortega, Raúl Antonio
 DNI: 07761772

Lima, 15 de marzo de 2024

Dedicatoria: A mis padres, mis modelos, mis guías quienes me criaron y formaron, dándome el sustento necesario para poder seguir adelante con mi proyecto de vida. Lo cual me ha permitido llegar hasta esta fase de mi vida con mucho esfuerzo y satisfacción.

Luis Granda

Agradecimiento: a mi universidad por haberme albergado en sus claustros todos estos años y darme la formación necesaria, a mi asesor por su tiempo y dedicación en todo momento para lograr terminar el desarrollo de esta tesis, con dedicación y esmero.

Luis Granda

ÍNDICE

Dedicatoria.....	3
------------------	---

Agradecimiento.....	4
Índice.....	5
Índice de tablas.....	7
Índice de figuras.....	8
Resumen.....	9
Abstract.....	10
Introducción.....	11
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA.....	13
1.1 Planteamiento del problema.....	13
1.2 Formulaciónd del problema.....	14
1.2.1 Problema general.....	14
1.2.2 Problemas específicos.....	14
1.3 Objetivo de la investigación.....	15
1.3.1 Objetivo general.....	15
1.3.2 Objetivos específicos.....	15
1.4 Justificación de la investigación.....	16
1.4.1 Teórica.....	16
1.4.2 Metodológica.....	16
1.4.3 Práctica.....	17
1.5 Limitaciones de la investigación.....	17
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1 Antecedentes de la investigación.....	19
2.2. Bases teóricas	22
2.3 Formulación de hipótesis	31
2.3.1 Hipótesis general.....	31
2.3.2 Hipótesis específicas.....	29
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	32
3.1 Método de investigación.....	32
3.2 Enfoque de investigación.....	32
3.3 Tipo de investigación.....	32
3.4 Diseño de investigación.....	32
3.5 Población, muestra y muestreo.....	33
3.6 Variables y operacionalización.....	35
3.7 Técnias e instrum entos de recolección de datos.....	36

3.7.1 Técnica.....	36
3.7.2 Descripción.....	36
3.7.3 Validación.....	38
3.7.4 Confiabilidad.....	38
3.8 Plan de procesamiento y análisis de datos.....	39
3.9 Aspectos éticos.....	39
CAPÍTULO V. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	40
4.1 Resultados.....	40
4.1.1 Análisis descriptivo de resultados	40
4.1.2 Prueba de hipótesis	55
4.1.3 Discusión de resultados.....	56
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60
5.1 Conclusiones.....	60
5.2 Recomendaciones.....	61
REFERENCIAS.....	62
ANEXOS	68
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	69
Anexo 2: Instrumentos.....	70
Anexo 3: Base de datos.....	71
Anexo 4: Mediciones de laboratorio.....	72
Anexo 5: Constancia de exoneración de revisión.....	75
Anexo 6: Fotos del procedimiento.....	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación del grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo-Níquel y Níquel Titanio sometidos a dos bebidas isotónicas.....	37
Tabla 2. Grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo-Níquel sometido a saliva artificial.....	39
Tabla 3. Grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Níquel-Titanio sometido a saliva artificial.....	41
Tabla 4. Grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo-Níquel sometido a la bebida isotónica Gatorade.....	43
Tabla 5. Grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Níquel-Titanio sometido a la bebida isotónica Gatorade.....	45
Tabla 6. Grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo-Níquel sometido a la bebida isotónica Sporade.....	47
Tabla 7. Grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Níquel Titanio sometido a la bebida isotónica Sporade.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Gráfico de cajas sobre la comparación del grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo-Níquel y Níquel Titanio sometidos a dos bebidas isotónicas.....	38
Figura 2. Grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo-Níquel sometido a saliva artificial.....	40
Figura 3. Grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Níquel-Titanio sometido a saliva artificial.....	42
Figura 4. Grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo-Níquel sometido a la bebida isotónica Gatorade.....	44
Figura 5. Grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Níquel-Titanio sometido a la bebida isotónica Gatorade.....	46
Figura 6. grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo-Níquel sometido a la bebida isotónica Sporade.....	48
Figura 7. Grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Níquel Titanio sometido a la bebida isotónica Sporade.....	50

RESUMEN

El estudio desarrollado tuvo como finalidad evaluar la corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo Níquel y Níquel Titanio sometidos a dos bebidas isotónicas. La metodología empleada en el estudio fue de tipo experimental, prospectiva y analítica donde se consideró como población el grupo de arcos de ortodoncia de níquel titanio y cromo níquel disponible en el mercado nacional. Se utilizó fórmula para determinar el número de arcos ortodónticos para los 6 grupos utilizados, con un muestreo no probabilístico por conveniencia. Tomándose como criterios de inclusión arcos que sean solo de material Cromo Níquel, que sean solo de material Níquel Titanio y sellados de fábrica. La técnica empleada fue la observación directa Se hará el registro inicial del peso de los arcos sobre la balanza analítica, luego se anotó la hora del momento de la inmersión. Para determinar si los datos presentan distribución normal o no, para ello se empleó el método de Kolmogorov-Smirnov, debido a que aplica en casos donde el número de datos es mayor o igual a 50 ($n \geq 50$). Se hizo uso de la prueba de Anova para el análisis de varianza con la verificación previa de la normalidad con la prueba de Shapiro Wilk donde se consideró el 5% de significancia. En los resultados se encontró el arco metálico de ortodoncia Níquel Titanio (NiTi) cuando fue sometido a Sporade y Gatorade no presentó diferencia significativa con un p-valor =0.375 ($p > 0.05$). Respecto al arco metálico Cromo Titanio (NiTi) cuando fue sometido a Sporade y Gatorade no presentó diferencia significativa con un p-valor =0.589 ($p > 0.05$). Se concluyó que existen en los seis grupos diferencias significativas ($p = 0,00$) al comparar el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo-Níquel y Níquel Titanio sometidos a dos bebidas isotónicas.

Key words: ortodoncia, saliva artificial, aleación cromo níquel, corrosión, caries.

ABSTRACT

The purpose of the study developed was to evaluate corrosion in Nickel Chromium and Titanium Nickel orthodontic metal arches subjected to two isotonic drinks. The methodology used in the study was experimental, prospective and analytical where the group of nickel titanium and nickel chrome orthodontic arches available in the national market was considered as the population. A formula was used to determine the number of orthodontic arches for the 6 groups used, with non-probabilistic sampling for convenience. Taking as inclusion criteria arches that are only made of Nickel Chrome material, that are only made of Nickel Titanium material and factory sealed. The technique used was direct observation. The initial record of the weight of the bows was made on the analytical balance, then the time of the immersion was recorded. To determine whether the data have a normal distribution or not, the Kolmogorov-Smirnov method was used, because it applies in cases where the number of data is greater than or equal to 50 ($n \geq 50$). The Anova test was used for the analysis of variance with prior verification of normality with the Shapiro Wilk test where 5% significance was considered. In the results, the Nickel Titanium (NiTi) orthodontic metal arch was found when it was subjected to Sporade and Gatorade did not present a significant difference with a p-value =0.375 ($p > 0.05$). Regarding the Chrome Titanium (NiTi) metal arch, when it was subjected to Sporade and Gatorade, there was no significant difference with a p-value =0.589 ($p > 0.05$). It was concluded that there are significant differences in the six groups ($p = 0.00$). when comparing the degree of corrosion in Chromium-Nickel and Nickel-Titanium orthodontic metal arches subjected to two isotonic drinks.

Key words: orthodontics, artificial saliva, chromium nickel alloy, corrosion, cavities.

INTRODUCCIÓN

El uso de aparatos fijos para el tratamiento de la maloclusión es un método terapéutico común en la ortodoncia moderna. Los elementos básicos que componen los aparatos fijos de arco delgado son los brackets fijados a los dientes, los anillos que abrazan los molares y los arcos que conectan las partes individuales del aparato. Los brackets de ortodoncia pueden estar hechos de cerámica, materiales compuestos o aleaciones metálicas. Los brackets metálicos de uso común se producen con el uso de aleaciones de hierro con cromo, cobalto, níquel y manganeso. En aras de una mejor biocompatibilidad, los fabricantes también ofrecen brackets con menor contenido de níquel o productos hechos de aleaciones de titanio. Los arcos de ortodoncia, que son muy diversos en cuanto a material se refiere, son elementos generadores de fuerzas que permiten el movimiento de los dientes además de proporcionar la base sobre la que se desplazan, por ejemplo cuando se aplica la denominada mecánica de deslizamiento.

El tratamiento dental y de ortodoncia utiliza numerosas aleaciones recubiertas y no recubiertas que se ajustan dentro de las cavidades orales de los pacientes durante períodos de tiempo cortos o largos. La cavidad oral está colonizada por muchas bacterias y el producto metabólico de estas bacterias en la biopelícula oral es ácido láctico que puede causar que el pH en una biopelícula de 24 horas de edad baje a 4.8. Los medios ácidos y la actividad bacteriana en presencia de carbohidratos pueden provocar no solo daños en el esmalte dental y caries, sino también daños corrosivos en las aleaciones dentales, liberación de iones metálicos y desarrollo de hipersensibilidad. En aras del mantenimiento de la salud bucodental, en la actualidad se introducen métodos biológicos como los probióticos, que se basan en restablecer el equilibrio ecológico microbioso más que en eliminar los microorganismos asociados a enfermedades.

Los arcos también están hechos de una aleación de cobalto-cromo-níquel (CoCrNi), que contiene aproximadamente un 40 % de cobalto, un 20 % de cromo, un 15 % de níquel, un 16 % de hierro y una adición de molibdeno y manganeso. En la década de 1980, los arcos de ortodoncia hechos de aleaciones de titanio y molibdeno/TMA, también llamados b-titanio, fueron introducidos. Estaban compuestos principalmente de titanio, que constituye aproximadamente el 70 % de su masa, y molibdeno, aproximadamente el 11 % del peso del producto. Los arcos de níquel-titanio, que son cada vez más comunes en la práctica de la ortodoncia, contienen aproximadamente un 55 % de níquel y un 45 % de titanio. Sus variantes están enriquecidas con adiciones de cobre y cromo, y muchas veces su composición es un secreto del fabricante, debido a las propiedades mecánicas únicas de los alambres modificados, tan deseables en el proceso de tratamiento de ortodoncia.

La dieta y el consumo de líquidos tienen un constante contacto en el medio oral con los arcos dentarios, siendo algunas de las bebidas más consumidas las bebidas isotónicas que se pretende conocer su poder de corrosión en los arcos ortodónticos.

El estudio va considerar el desarrollo íntegro del esquema desde el planteamiento del problema, la formulación de problemas, elaboración de objetivos, limitaciones de la investigación, desarrollo metodológico, entre otros. Lo cual se contextualiza en los capítulos I, II, III, IV y V siendo la parte final la obtención de resultados y conclusiones que el investigador obtiene producto del desarrollo completo del estudio.

CAPÍTULO I. EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

La especialidad de ortodoncia es la encargada de realizar la prevención y corrección sobre el desarrollo de alteraciones a nivel óseo y dentario, con la finalidad de devolver un equilibrio en el rostro y boca de manera funcional y estética (1).

Se pueden desarrollar procedimientos de tipo preventivos, interoceptivos y en otros casos correctivos. El procedimiento interoceptivo se orienta en adelantarse a alternaciones más grandes, corrigiendo problemas menores, iniciando y concluyendo en la dentición decidua y mixta, los procedimientos correctivos logran resultados definitivos dirigiéndose a corregir maloclusiones, en la etapa de dentición mixta. En el caso de los procedimientos correctivos se emplean tres formas de aparatología, funcional removible y la fija (2,3).

La aparatología fija emplea alambres que contienen materiales que van a brindar una fuerza sobre las piezas dentaria, y al mismo tiempo producen estimulación sobre el periodonto, logrando cambios químicos y biológicos a nivel de células y moléculas, que logra traducirse en los movimientos dentales para obtener la armonía deseada en el paciente tratado (3,4).

Estos últimos van a emplear alambres de ortodoncia que contienen aleaciones de metal. Los cuales influyen en la resistencia y requerimientos necesarios para su estancia en boca. Siendo las más usadas el cromo níquel, cobalto cromo y níquel titanio (2,4).

El medio oral no es favorable para las aleaciones por presencia de la saliva, electrolitos, alimentos, ph y variaciones de temperatura los cuales pueden producir corrosión.

Dentro de la dieta se suman el consumo de algunas bebidas de tipo isotónicas en el mercado que se promocionan para mejorar la condición de cansancio, estimulación cognitiva, mejor vigilia, y mayor rendimiento físico, pero su efectividad no se encuentra conocida a integridad (4,5).

El proceso de corrosión sobre la aparatología ortodóntica y sus consecuencias constituyen una preocupación para el especialista. Debido a ello muchos trabajos se centran en investigaciones in vivo que van a dar paso al desarrollo de más productos en los que se evalúen algunas características electroquímicas (6,7).

La biodegradación de metales se produce debido a alteraciones electroquímicas. Siendo los aparatos metálicos empleados en los procedimientos ortodónticos y con permanencia de dos a más años dentro de un ambiente con potencialidad corrosiva. Siendo en muchas ocasiones imperceptible el daño y destrucción de los materiales en la boca y esto produce debilidad en la estructura de las restauraciones, arcos de ortodoncia y demás elementos de aparatología fija (7,8).

De tal forma que se va produciendo una degradación gradual, con pérdida de características visuales, mecánicas y liberación de iones en el medio. Aunque puede mencionarse que posiblemente la principal causa de descomposición de bacterias resulta el ataque electrolítico e interacción con gases como dióxido de carbono lo cual contribuye a descomponer biomateriales instalados en la cavidad oral, con la consecuente corrosión bacteriana (9,10).

Considerando estas características del fenómeno en estudio acerca de la aparatología ortodóntica, se busca saber cuál será la posible diferencia existente entre la corrosión de los arcos de metal de ortodoncia mencionados cuando se someten a bebidas isotónicas.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema General

¿Cuál será el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cr- Ni y Ni – Ti sometidos a dos bebidas isotónicas?

1.2.2 Problema específico

¿Cuál será el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cr- Ní sometido a saliva artificial?

¿Cuál será el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Ní Ti sometido a saliva artificial?

¿Cuál será el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo Níquel sometido a la bebida isotónica Gatorade?

¿Cuál será el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cr Ní sometido a la bebida isotónica Sporade?

¿Cuál será el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Ní Ti sometido a la bebida isotónica Gatorade?

¿Cuál será el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Ní Ti sometido a la bebida isotónica Sporade?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo General

Comparar el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cr- Ní y Ní-Ti sometidos a dos bebidas isotónicas

1.3.2 Objetivo Específicos

Determinar el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cr- Ní sometido a saliva artificial

Determinar el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Ní - Ti sometido a saliva artificial

Determinar el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cr - Ní sometido a la bebida isotónica Gatorade

Determinar el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cr – Ni sometido a la bebida isotónica Sporade

Determinar el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Ni - Ti sometido a la bebida isotónica Gatorade

Determinar el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Ni - Ti sometido a la bebida isotónica Sporade

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Teórica

El estudio sobre la corrosión de metales no está totalmente documentado sobre la acción de diversas bebidas existentes en el medio, al tener contacto con los arcos de ortodoncia que se utilizan en boca durante el procedimiento ortodóntico, con el medio salival de por medio. Siendo la mayor cantidad de estudios en Brackets más que en arcos. De esa forma se piensa brindar conocimientos científicos y profundos basados en fuentes confiables en revistas indexadas y otras con búsqueda bibliográfica actualizada que aporte conocimientos teóricos para mejorar vacíos sobre el tema estudiado.

1.4.2 Metodológica

El estudio desarrollará todas las partes correspondientes al diseño planteado para la línea de investigación seleccionada, con el empleo de la ficha a forma de instrumento consistente en una ficha que pueda recoger la información necesaria acorde a las mediciones que se efectúen de las variables que intervienen, y en función a los objetivos planteados con el análisis estadístico correspondiente. Empleando una metodología de fácil comprensión.

1.4.3 Práctica

El estudio se centrará en poder encontrar información sobre las reacciones de los arcos de ortodoncia en contacto con las bebidas seleccionadas, al conocerse dicho proceso y resultado el clínico podrá tomar en cuenta dicha información para una correcta selección de los arcos en función al material, como recomendar o no el consumo de dichas bebidas en pacientes con estos materiales durante el tratamiento de ortodoncia. De esa forma se podrá lograr mejores resultados para no causar debilitamiento de los materiales empleados y tener resultados más eficientes que no se alteren por dichos procesos.

1.5. Limitaciones

1.5.1 Temporal

Se contó con un tiempo promedio para su ejecución el cual se planifica en el periodo 2023 durante los meses de junio a julio, lo cual tuvo que estar sujeto a los tiempos administrativos y disponibilidad del laboratorio. Así mismo debido a que el investigador trabajaba tuvo algunas complicaciones para poder encajar sus horarios con los que demandó la investigación.

1.5.2 Espacial

El estudio debió contar necesariamente del soporte físico e infraestructura necesaria para su desarrollo en la aplicación de sumergir los arcos en bebidas isotónicas, lo cual se llevó a cabo en un espacio especializado para el procedimiento y medición en el laboratorio HIGH TECHNOLOGY SAC ubicado en el Distrito de San Juan de Lurigancho. Debiendo separar con anticipación dicha instalación.

1.5.3 Recursos

El estudio no contó con el financiamiento de la Universidad Norbert Wiener o alguna otra institución en todo su desarrollo de forma íntegra, por lo cual tuvo que realizarse con el propio pecunio del investigador a cargo, para cubrir gastos de servicios y materiales del mismo.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Wang J. et al. (2021) realizó un trabajo teniendo el propósito de “*conocer el comportamiento de la corrosión, puede causar problemas graves durante el tratamiento de ortodoncia*”. La metodología fue experimental, transversal y prospectiva, las muestras de ambos arcos en grupos de NiTi-stress-loading, NiTi-nonstress-loading, CuNiTi-stress-loading y CuNiTinonstress-loading y los llamamos brevemente grupo NiTi-L, NiTi-NL, CuNiTi-L y CuNiTi-NL respectivamente. Luego todos los grupos fueron sumergidos en la saliva artificial a 37°C y usamos SEM para observar la morfología de la superficie de las muestras empapadas durante 7, 14 y 28 d respectivamente y XPS para probar la composición de la superficie de las muestras empapadas durante 28 d.. En los resultados se encontró que el arco de NiTi estaba compuesta principalmente de Ni y Ti con un contenido dominante de 56,56 % de Ni y un contenido de 42,06 % de Ti (tabla3), mientras que el del arco de CuNiTi estuvo compuesto principalmente por Ni, Ti y Cu, con un contenido del 49,62%, 41,09% y 6,99% respectivamente (tabla4). También había una capa de óxido en la superficie de los dos cables. El contenido de Ni en el arco de NiTi fue mayor que el del arco de CuNiTi y solo había una pequeña cantidad de Cu en el arco de NiTi. Concluyeron que aunque la resistencia a la corrosión de CuNiTi es ligeramente peor que la de los arcos de alambre de NiTi, ambos están dentro del rango aceptable (11).

Longwen H. (2020) elaboró una investigación con el objetivo de “*conocer La resistencia a la corrosión, la citotoxicidad de los recubrimientos de lisozima en los arcos de alambre compuestos de ortodoncia*”. La metodología fue experimental y prospectiva El revestimiento de lisozima de superficies CAW soldadas con láser se

preparó mediante deposición en fase líquida. Se prepararon cuatro grupos de muestras CAW: CAW sin recubrir y CAW recubiertas con 20, 40 y 60 g. Los resultados hallaron Las superficies en los tres grupos de revestimiento de lisozima exhibieron una deposición similar a una película, cuyo espesor aumentó con la concentración de lisozima. Las picaduras superficiales y la precipitación de iones de cobre disminuyeron con el aumento de la concentración de lisozima en los recubrimientos. La tendencia a la corrosión disminuyó a medida que disminuyeron los potenciales de corrosión y picaduras. La morfología de la corrosión y los parámetros electroquímicos juntos indicaron que los recubrimientos de lisozima aumentaron la resistencia a la corrosión. Los recubrimientos también redujeron la citotoxicidad de las células L-929 y aumentaron los anti-estafilococo aureus capacidad. Concluyeron que el revestimiento de lisozima de las superficies de CAW mediante deposición en fase líquida mejoró la resistencia a la corrosión de los CAW. Diferentes concentraciones de lisozima tuvieron diferentes efectos protectores, con 40 g L-1 tal vez siendo la concentración de lisozima ideal para los recubrimientos CAW (12).

Kaminsky J. et al. (2020) hicieron el análisis de un problema con la intención de “conocer el efecto en la corrosión en los arcos de ortodoncia de acero inoxidable”. La metodología fue de tipo experimental, longitudinal y analítica. Los exámenes de resistencia a la corrosión se realizaron mediante los métodos de impedancia y potenciodinámico utilizando un potenciostato/galwanostato Autolab PGSTAT100 (Eco Chemie BV, Holanda) con módulo FRA2, en solución de saliva artificial no desaireada a 37 °C. Antes de las pruebas electroquímicas, las muestras se expusieron a la solución de saliva artificial en condiciones sin corriente durante 120 min.. Los resultados fueron La concentración mínima de níquel (8 Ni % en peso) que determina la estructura del acero austenítico conduce, sin embargo, a la creación de bandas de

martensita de deformación durante el trefilado de alambre de ortodoncia y, a continuación, puede provocar grietas alargadas en el material. Además, se observa la tensión de flexión desarrollada en el proceso de formación de los arcos. En el alambre de ortodoncia Centraliss, el análisis estructural indica la presencia de carburos de cromo (Cr₂₃C₆), y una estructura bifásica austenítico-martensítica. Concluyeron que se aumentan la resistencia a la corrosión, reducen la susceptibilidad a los agentes químicos y modifican sus propiedades físicas, como la elasticidad. La implantación de arcos de ortodoncia con iones de nitrógeno reduce la irregularidad de su superficie, así como su fricción [26], lo que puede contribuir potencialmente a acortar el tiempo del tratamiento de ortodoncia (13).

Musa I. et al. (2019) realizaron el desarrollo de un trabajo teniendo la intención de “analizar acerca de la *corrosión de los arcos de ortodoncia en saliva artificial en presencia de Lactobacillus*”. La metodología fue experimental, analítica y prospectiva”. Se probaron cuatro tipos de arcos de ortodoncia disponibles en el mercado con dimensiones de 0,508 × 0,508 mm (0,020 × 0,020 pulg.): tres aleaciones de níquel-titanio (composición Ni = 50,4%; Ti = 49,6%) – superficie sin recubrimiento (BioForce Sentalloy®), superficie nitrurada (IonGuard®) y superficie recubierta de rodio (High Aesthetic®) así como acero inoxidable (Stainless Steel Accuform®) (Dentsply GAC, Bohemia, EE. UU.). Se utilizó saliva artificial de la composición Tani-Zucchi, 1 NaH₂PO₄ · 4H₂O, 0,5 gr. de ácido láctico, pH 4,8. Los resultados hallaron la velocidad de corrosión general, es decir j_{corr} en presencia de probióticos aumentó solo ligeramente para los alambres RhNiTi y NiTi mientras que para los otros dos alambres j_{corr} fue incluso menor que en la saliva artificial. Para NiTi y alambres de acero inoxidable MoC Ni et al. mostró que la disminución del pH de la solución de saliva artificial de 6.5 a 3.9 resultó en una disminución del potencial para

300 mV y 200 mV respectivamente. En el estudio el alambre NiTi desplazado para 800 mV (14).

Malkiewicz K. et al. (2018) realizaron un estudio con la finalidad de “*comparar el procesos que se producen en los arcos de metal respecto a la corrosión*”. La metodología fue cuantitativa y experimental donde se prepararon seis ejemplares de 2 cm de longitud, cinco para cada tipo de arco. La superficie de los materiales ensayados fue de 0,4 cm². Se realizaron pruebas electroquímicas en saliva artificial, cuya. Los exámenes de resistencia a la corrosión se llevaron a cabo mediante los métodos de impedancia y potenciodinámico. Antes de los estudios electroquímicos, las muestras se expusieron a una solución corrosiva en condiciones sin corriente durante 120 min. Los resultados hallaron La resistencia se observa para los arcos de NiTi (3M), mientras que la resistencia más baja para los arcos de SS (3M). En el caso de los datos obtenidos de ensayos potenciodinámicos, se observó que la densidad de corriente de corrosión promedio fue el más bajo para los arcos de níquel-titanio de 3M (EE. UU.) y promedió 2,50 - 10⁻³ metroA/cm². El más alto se observó corriente de corrosión en el caso de alambres de acero del mismo fabricante y promedió 4.96 - 10⁻² metroA/cm². Concluyeron que Los arcos de ortodoncia estudiados hechos de aleación de acero / beta-titanio / β -TMA/ y aleación de NiTi fueron corroídos en el ambiente de saliva artificial. 2. La mayor resistencia a la corrosión se observó en los arcos de aleación de NiTi, mientras que la menor resistencia a la corrosión se observó en el caso de los alambres de acero (15).

2.2. Base teórica

Alteración de materiales en boca

Al degradarse los biomateriales dentales en la cavidad oral a menudo es macroscópicamente imperceptible. Pequeños centros de degradación aparecen en su superficie y, con el tiempo, dichos centros se unen. Los constantes cambios en los parámetros físicos y químicos en la cavidad oral apoyan e intensifican el curso de ciertos procesos (14,15). Los procedimientos que se realizan van a producir debilidad agravada sobre la conformación del material en la restauración, en arcos y en brackets, así como en los demás elementos que lo conforman. Producto de la corrosión de los biomateriales que contiene aleación de metal se da una gradual degradación, de forma que no solo dejan de lado sus características de tipo mecánica, teniendo una degradación paso a paso, y con pérdida de propiedad mecánica, visual, y pérdida de iones de metal que causan daño en el medio (15,16)..

los elementos individuales que forman el aparato de ortodoncia no están hechos del mismo tipo de aleación, sino de materiales de diferente reactividad electroquímica que podrían crear un centro de corrosión. El proceso de degradación puede verse intensificado por la presencia de placa bacteriana, cuya eliminación efectiva puede verse obstaculizada cuando las partes del aparato se adhieren a la superficie de los dientes (14,16).

1. Corrosión.

Está representado como uno de los elementos más importantes y con gran interés considerados para desarrollar el estudio. En ese sentido se tiene que saber y comprender el fenómeno para lograr el desarrollo sin complicar procesos que se irán realizando. Sabiendo que el interés sobre el estudio es sobre la corrosión a través de métodos de inmersión, con la evaluación del peso que exista en el experimento que se va a ejecutar (16).

Según autores como Kaplan y col, manifiestan que la corrosión es una consecuencia no deseable sobre la reacción química a nivel de la superficie de una estructura metálica y otras aleaciones. De otro modo Pellegrini y col, indica que este efecto surge por estrés de metal debido al tiempo de utilidad que rindió y de esa manera se dan fracasos sobre ellos. Otros autores definen la corrosión como un procedimiento de interacción entre los materiales sólidos y el entorno químico, lo cual conlleva a perder sustancias del material, cambiando las características estructurales junto con la pérdida de integridad de estructura (17).

Para el mejor entendimiento de esto, se puede separar la clase y forma de corrosión.

1.1. Clases de corrosión

Sin ninguna duda, los elementos y combinaciones son sensibles de ser afectados por la corrosión. Lo cual según lo indicado por Kaplan y col; es que el proceso de corrosión va a darse según el medio donde haya interacción del metal o de la aleación. Lo cual quiere decir que el medio donde interactúen los metales o aleaciones. Ello va a indicar en el entorno donde va a ocurrir la interacción o aleación es relevante, existiendo un entorno no húmedo y también húmedo, esto va a producir a que se defina el entorno totalmente seco o también químico cuando se da una reacción en el entorno de forma no iónica, siendo un modelo el aire que tiene humedad al darse una reacción con medio iónico, como lo que sucede con la saliva.

Clasificándose así de la siguiente forma (17,18).

1.1.1. Corrosión química:

Se hace presente la inestabilidad al tomar contacto el ambiente y también el medio que contiene, a su vez el tiempo y otras variables que resultan suficientes encontrándose

en la atmósfera se va a transformar en determinados óxidos, sin considerar los llamados nobles que van a caracterizarse por ser inertes de forma química. Es relevante que se conozca la velocidad que la corrosión se va a producir, residiendo su importancia en la forma más rápida que se produce, la superficie de óxido que se genera va a tener más capacidad de proteger el metal. Lo cual quiere decir el óxido que se va a formar a nivel superficial sobre el metal va a actuar como un obstáculo de protección que va mantener lejos al oxígeno de los metales, con la disminución de la capacidad de interaccionar y reaccionar entre los dos elementos (18,19).

1.1.2. Corrosión electroquímica:

Existe la velocidad en el contexto de la oxidación, considerando la corrosión sobre el metal o alguna aleación dentro de aire húmedo, siendo miles de veces mucho más veloz que en condición seca. De aquí la conducción de los electrones al interior de la masa del núcleo es más sencilla, siendo así una disminución sobre la masa que tiene el metal que se vuelve más notoria con más velocidad.

Al cirujano dentista le puede resultar de interés de forma más clínica, lo cual indica que es relevante el conocimiento del fenómeno en la corrosión, siendo más relevante el conocimiento de la corrosión electroquímica, aquí va ser necesario conocer que va pasar con el metal o aleación al colocarse en la boca, cuando es sumergido en la saliva que tiene naturaleza hipotónica que se compone de bicarbonato, sodio, potasio entre otros compuestos con nitrógeno y las proteínas con un ph de 5.2 a 7.8 en promedio (20).

2. Aparatos fijos en ortodoncia

El uso de aparatos fijos para el tratamiento de la maloclusión es un método terapéutico común en la ortodoncia moderna. Los elementos básicos que componen los aparatos fijos de arco delgado son los brackets fijados a los dientes, los anillos que abrazan los molares y los arcos que conectan las partes individuales del aparato. Los brackets de ortodoncia pueden estar hechos de cerámica, materiales compuestos o aleaciones metálicas. Los brackets metálicos de uso común se producen con el uso de aleaciones de hierro con cromo, cobalto, níquel y manganeso (19,20). En aras de una mejor biocompatibilidad, los fabricantes también ofrecen brackets con menor contenido de níquel o productos hechos de aleaciones de titanio. Los arcos de ortodoncia, que son muy diversos en cuanto a material se refieren, son elementos generadores de fuerzas que permiten el movimiento de los dientes además de proporcionar la base sobre la que se desplazan, por ejemplo cuando se aplica la denominada mecánica de deslizamiento. El principal material utilizado en la producción de arcos de ortodoncia es el acero de aleación austenítico grado X5CrNi18-10 (ASTM304) que contiene aproximadamente un 18 % de cromo y un 8 % de níquel (18,20).

3. Arcos de ortodoncia

En la década de 1980, los arcos de ortodoncia hechos de aleaciones de titanio y molibdeno/TMA, también llamados b-titanio, fueron introducidos. Estaban compuestos principalmente de titanio, que constituye aproximadamente el 70 % de su masa, y molibdeno, aproximadamente el 11 % del peso del producto. Los arcos de níquel-titanio, que son cada vez más comunes en la práctica de la ortodoncia, contienen aproximadamente un 55 % de níquel y un 45 % de titanio. Sus variantes están enriquecidas con adiciones de cobre y cromo, y muchas veces su composición es un

secreto del fabricante, debido a las propiedades mecánicas únicas de los alambres modificados, tan deseables en el proceso de tratamiento de ortodoncia (17,20).

Dentro de los tratamientos ortodónticos los braquets y arcos tienen alta frecuencia de uso, los cuales van a tener contacto directo con la boca del paciente por un periodo considerable de tiempo, estando compuestos por una aleación de metal no noble y también noble (19,20).

Dentro del estudio se va a centrar tener la respuesta que va a dar el arco, cuando entra en contacto con una bebida energética e isotónica, ya que se busca cuál de las sustancias tiene mayor poder de corrosión (20,21).

Se van a formar los arcos ortodónticos en variadas configuraciones, y formas de aleación con las que se van a aplicar fuerzas variadas a las piezas dentarias, para moverlos según conveniencia y lograr su alineación. Se va a emplear varios tipos de arcos dentro del tratamiento en sí de la maloclusión, caso del arco de acero inoxidable, aleación níquel-cromo, aleación níquel-titanio y la aleación de β -titanio (22,23).

Se caracteriza al arco ortodóntico como un elemento que va a tener una extensión de trabajo que resulta superior que su diámetro, de esta forma es capaz de la transmisión de fuerzas a la pieza dentaria, logrando que se logre desplazarla de a pocos con el paso del tiempo.

Existen tipos de propiedades en los arcos de ortodoncia; dentro de las que se encuentran las intrínsecas que van a depender del interior y su estructura en los metales, lo cual significa que va a visualizarse la conformación y el tratamiento que el fabricante le realiza, y en las extrínsecas se ve el diseño, como el diámetro, forma de hilos y proporción que tiene el arco, así como la forma que contiene el arco (23,24).

Existe mayor facilidad a la corrosión de los metales puros considerados blandos. Por ello en la búsqueda de mejorar las características y oponerse a la corrosión se mezcla

con más metales distintos, los cuales se unen arriba de los límites de fusión y van a formar una aleación con caracteres físicos distintos a los iniciales, originando mayor resistencia ante la corrosión. Actualmente en la ortodoncia, hay alta frecuencia de uso en la aleación de Níquel-Titanio, cromo cobalto y Cromo Níquel (25).

3.1. Arcos de ortodoncia de cromo-níquel:

Se busco una variación sobre los arcos dentarios luego de empleare el oro como materiales, logrando hallar el acero inoxidable en 1930 aproximadamente, produciéndose debido a que los metales nobles como el caso del oro resultaban muy caros, comparado con el acero que mucho más económico (223,24).

El cromo níquel o acero inoxidable posee poca versatilidad para la soldadura con varios accesorios, lo que va hacerlo el más conocido de los arcos ortodónticos cuando se utilizan en los tratamientos de odontología.

Se va conseguir el cromo níquel o acero inoxidable de forma comercial, en las tiras rectas y arcos preformados con variadas presentaciones, teniendo secciones redondas transversas, rectangulares y otras cuadradas (25,26).

3.2. Arco de Níquel-titanio:

Dentro de estas combinaciones últimas se van a encontrar la variación de alambre empleado, de forma rutinaria, con tratamiento activos de la ortodoncia.

Siendo elementos con óptimas características y que resultan más conocidas sobre los arcos dentarios.

Dentro de este grupo existen arcos con variadas características, que se van a indicar en este contexto:

- Conformación de aleación (ni-ti).

- La conformación de aleación (titanio molibdeno).

- La conformación de ni-ti chino.

- La aleación de titanio Molium.

En el caso del estudio, se va seleccionar aleaciones de níquel titanio, que serán las mismas a emplear en experimentos y que resultan las más analizadas.

Arcos de Níquel-Titanio.

Se desarrollaron gracias a Willian F, Buehler trabajador de la NASA, a inicios de los setenta, introduciéndose en el área odontológica gracias a George F. Andreasen en 1971. La descripción más relevante fue la forma limitada y super elasticidad, lo que brinda alto rango de memoria, siendo este carácter el que tiene el arco el más empleado. Existe mayor capacidad de almacenamiento en los alambres de beta titanio o el acero inoxidable, con la complicación que no son económicas y no facilita la soldadura con algunos otros metales (26,27).

Bebidas industrializadas

Van a distinguirse de otras bebidas debido a dos características únicas la primera que representan líquidos o consumibles en este estado, y lo otro que se emplean para satisfacer una necesidad básica la sed.

Así puede haber en el área de bebidas industrializadas las llamadas isotónicas y otras conocidas como energéticas que será empleadas en la investigación. Unas de las más conocidas son la marca Volt y la marca Powerade en el mercado nacional, necesitando más investigaciones para saber la seguridad de cada una (28,29).

3.2. Bebidas isotónicas:

Respecto al campo del deporte se realizaron observaciones sobre la capacidad de la resistencia mermada al producirse una gran sudoración y disminución de los líquidos de forma excesiva producida por el ejercicio. Siendo estas observaciones útiles para el análisis de la forma como puede retardarse que aparezca la fatiga mediante la reposición en el cuerpo de los líquidos producidos por ejercicio, dando esto comienzo a las bebidas isotónicas en el mercado (30,31).

Dentro de esta variedad de bebidas se da el aporte de agua que va evitar que la persona se deshidrate siendo la concentración de 6 % a 8% en los hidratos de carbono, el cual es efectiva para el mantenimiento del equilibrio de los líquidos que proporcionan energía, reduciendo la degradación de las reservas del glucógeno, para la ayuda de mantener con estabilidad el nivel de glucosa en la sangre y aceleración de asimilar el agua. Esto significa que se va favorecer el rendimiento sobre el deporte y mejorar la reposición rápida de agua pérdida por el esfuerzo físico, mediante la ingesta de bebidas isotónicas. En el entrenamiento y sobre todo al transcurrir la competencia de deportes a altas temperaturas y con humedad con duración menor a una hora, va ser suficiente que se mantenga la adecuada hidratación al beber agua en periodos que comprendan el antes, el durante y el después de la etapa de esfuerzo físico.

No hay contenido de electrolitos, caloría o minerales extras en el agua a diferencia de las bebidas isotónicas. Existiendo mayor concentración de azúcar en otras bebidas con las gaseosas, que resultan no necesarias para el requerimiento del cuerpo (32,33).

En el caso de las gaseosas hay un incremento amplio sobre sus ventas en los 50 últimos años. Siendo las bebidas isotónicas conformadas por vitaminas, azúcares, colorante y demás.

Existen reportes de algunos casos donde se ha producido erosión por consumo de bebidas, teniendo un elevado contenido de ácido, y las bebidas analizadas

conteniendo un alto PH ácido, logrando que sean erosivas de forma parcial para las piezas dentarias, sobre todo en deportistas que poseen más riesgo de erosión comparados con la población que no practica deportes.

Se conoce dentro de la casuística que el consumo de bebidas de este tipo produce erosión, teniendo un elevado nivel de ácido, en este caso las bebidas investigadas contenían un pH ácido, con lo cual poseían un potencial erosivo sobre las estructuras dentarias. Sobre todo, en los que practican deportes ya que constituye un elemento de riesgo erosivo comparado con la comunidad general (33,34).

2.3. Formulación de Hipótesis

2.3.1 Hipótesis General

Ha: Existen diferencias en el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cr-Ni y Ni- Tial ser sometidos a dos bebidas isotónicas

Ho: No existe diferencias en el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cr-Ni y Ni - Ti al ser sometidos a dos bebidas isotónicas

2.3.1 Hipótesis Específicas

No aplica.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Método de la investigación

Para el estudio recurrió al método hipotético deductivo el cual se empleó para la descripción del método científico, este tiene bases sobre partes de la inducción y deducción que establece las hipótesis y su comprobación, con la posibilidad de refutación. Tiene la particularidad de conminar al investigador a reflexionar y al mismo tiempo observar su entorno. Considerando que si las variables que intervienen tienen como última fase la inducción completa (35).

3.2 Enfoque de la investigación

El estudio tuvo un enfoque cuantitativo, donde se realizó el uso del planteamiento de la Hipótesis, en respuesta al problema planteado y se obtendrán datos numéricos como resultado de la ejecución de los procesos que serán analizados con la estadística correspondiente (35).

3.3 Tipo de investigación

Es del tipo aplicada, en donde el investigador buscó emplear el conocimiento con fines prácticos dentro de su área, resolviendo un problema puntual con la consolidación del conocimiento enriqueciendo del desarrollo científico (35).

3.4 Diseño de investigación

Experimental, el investigador tuvo el acceso a manipular las variables con un parcial control sobre la población., siendo un cuasi - experimento

Transversal, se consideró un solo momento para efectuar la medición de las variables del estudio, por la naturaleza del estudio.

Analítico, el estudio abarco la participación de dos variables con el análisis correspondiente que establece en ellos.

Prospectivo, se tomaron datos que serán generados con la investigación, teniendo un mejor control sobre ellos (35).

3.5 Población, Muestra y Muestreo

Población

Integrada por el grupo de arcos de ortodoncia de níquel titanio y cromo níquel disponibles en el mercado nacional.

Muestra

Se observa:

Alfa (Máximo error tipo I) $\alpha = 0.050$

Nivel de Confianza a dos colas $1 - \alpha/2 = 0.975$

Valor tipificado de Z al 2.5% de error tipo I $Z_{1-\alpha/2} = 1.960$

Beta (Máximo error tipo II) $\beta = 0.100$

Poder estadístico $1 - \beta = 0.900$

Valor tipificado de Z al 10% de error tipo II $Z_{1-\beta} = 1.282$

Varianza del grupo "saliva" $s^2 = 0.026$

Varianza del grupo "bebida energética" $s^2 = 0.537$

Diferencia propuesta $x_1 - x_2 = -0.913$

Tamaño calculado $n = 7.105$

Tamaño de cada grupo $n = 8$

$$n = (1.960 + 1.282)^2 * (0.026 + 0.537) / (-0.91)^2$$

$$n = (3.242)^2 * (0.563) / 0.83$$

$$n = 10.507 * 0.563 / 0.833$$

$$n = 5.916 / 0.833$$

$$n = 7.105$$

Muestreo:

Sé utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, en el cual se considera la necesidad del estudio.

Criterio de inclusión:

Arcos que sean solo de material Cromo Niquel

Arcos que sean solo de material Niquel Titanio

Arcos nuevos sellados de fábrica

Criterios de exclusión

Arcos que presente algún desperfecto

Arcos que sean de marcas diferentes

Arcos que no se encuentren debidamente sellados

3.6 Variable y Operacionalización

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	VALOR	ESCALA
Corrosión de arcos metálicos (V.dependiente)	Desgaste secuencial de arcos luego de sumergirlos en agentes	Resultado diferencial entre el pre y post del peso luego ser inmersas en los líquidos	Resultado diferencial entre el pre y post del peso considerando el uso de una balanza	mg	Razón
Bebidas isotónicas (V.independiente)	Bebidas rehidratantes con bajo contenido de sodio a manera de cloruro de sodio	bebidas comerciales de tipo isotónica	Composición.	Isotónica. Energética	Nominal
Tipos de arcos (V. interviniente)	Dispositivos ortodónticos que poseen propiedad de memoria usada para alineación dentaria	Variedad e arcos de aleación de tipo prefabricado utilizados para terapia ortodóntica	Rotulación comercial	Cr-Ni Ni-Ti	Nominal

Fuente: Elaboración propia

3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.1 Técnica

La observación directa será la responsable de emplearse para el estudio en recolectar datos, mediante la cual el investigador empleó su sentido visual para observar el proceso con los posibles cambios que se hagan presentes, de los cuales toma y registra información para luego poder someter a un análisis respecto a las muestras que se emplearon.

De tal forma que se pueda dar la medición de las variables motivo del estudio en todos los casos haciéndolo de forma homogénea y bajo las mismas condiciones.

Procedimiento

Se tomó en cuenta para evidenciar y mediar el proceso de corrosión el empleo de una balanza analítica de la marca Mettler (AL54) que va caracterizarse por un valor en peso de 51 gramos como máximo y 0,001 miligramos como mínimo siendo un material de actualidad, con capacidad de realizar mediciones para el peso de arcos de ortodoncia.

Se solicitó el permiso de exoneración al Comité de ética por ser un trabajo in vitro.

Lo mismo que para ejecutar el experimento se contó con el permiso y disponibilidad del laboratorio HICH TECHNOLOGY SAC, y hacer uso de sus instalaciones correspondientes.

El laboratorio HICH TECHNOLOGY SAC pudo certificar a través de su encargado que existió confiabilidad del instrumento e emplearse y debidamente calibrado manejado por un experto.

La saliva artificial fue el medio control que será empleado en el laboratorio mediante la supervisión del investigador y del Ingeniero Robert Tello quien facilitará obtener las mediciones respectivas.

La saliva artificial fue adquirida por el investigador de las farmacias Mifarma, consistente en una Saliva solución oral en frasco de 60 ml. siendo necesarios 04 frascos para cubrir todas las muestras empleadas en el estudio el cual se encuentra conformado por Cloruro de sodio 0.084g |cloruro de potasio0.120g| cloruro de calcio dihidratado 0.015g | cloruro de magnesio hexahidratado 0.005g

Procedimiento de evaluación de corrosión

Previo a la realización del estudio sobre inmersión de evaluación para la corrosión sobre los dos tipos de metales de arcos ortodónticos se hizo una prueba piloto, para verificar la validez necesaria.

Se hizo un registro de inicio y fin para calcular el peso, correspondiente al ensayo de inmersión.

Los protocolos serán respetados durante la ejecución, para realizar la inmersión en los medios líquidos para la evaluación de la corrosión de los arcos metálicos se aplicó la medición del peso antes y el peso después en un promedio de 14 días, en el cual se pudo encontrar los posibles cambios en cada arco de diferente material, no fue sustancial. De esa forma se tomo la decisión de ampliar el tiempo de inmersión a nos treinta días de los arcos, para poder evaluar diferencias mayores en una posible función a esta.

Ensayos:

La muestra fue clasificada en 06 grupos donde cada uno tendrá 8 arcos correspondiente a 4 de Ni - Ti y 4 de Cr -Ni.

El primer grupo A presentó saliva artificial y estuvo dividido en 2 subgrupos con 4 arcos de Cr – Ni y Ni – Ti.

El segundo grupo B presentó la bebida Gatorade que se dividirá en 2 subgrupos con 4 arcos de Cr - Ni y Ni – Ti.

El tercer grupo C presentó la bebida Sporade que se dividirá en 2 subgrupos con 4 arcos de Cr – Ni y Ni – Ti.

Primera fase:

Se hará el registro inicial del peso de los arcos sobre la balanza analítica, luego se anotó la hora del momento de la inmersión. En cada arco se colocó un vaso para precipitación de 25 ml. Se hizo el rotulado de 48 vasos con las siglas de grupos de muestra, se depositó 25 ml de cada solución, con cuidado que se cubra totalmente los arcos que contienen los líquidos por espacio de treinta días. Luego se cubrió los vasos con papel de aluminio para que se evite contaminar el almacenamiento.

Segunda fase:

Luego de 30 días se retiró los diversos arcos para lavarlos con agua destilada y secarlos por treinta minutos con temperatura ambiente. Posteriormente se empleó una secadora para asegurar el secado total. Se peso lo arcos para el segundo registro del peso final. La diferencia existente dió información sobre la variación que existe con uso de la estadística.

3.7.2 Descripción de instrumentos

3.7.3 Validación

Se contó con una ficha de recojo de datos para medición de las variables del estudio donde no requirió de validación por la naturaleza de la investigación.

3.7.4 Confiabilidad

Estuvo dado por el instrumento físico a utilizar, siendo la balanza analítica la cual contó con certificación de la marca Mettler Toledo (AL54) la que contó con

calibración y con tiempo de servicio aproximado de un año y medio con certificación de registro de mantenimiento técnico del mismo.

3.8 Plan de procesamiento y análisis de datos

Una vez obtenidos los datos se utilizó el programa Excel para su vaciado y ser transferidos al programa SPSS versión 26, donde se sometió al procedimiento de análisis y se expresaran los resultados en tablas y gráficas acorde a los objetivos del estudio. Se analizarán las medias, desviaciones estándar e intervalo de confianza.

Se hizo uso de la prueba de Anova para el análisis de varianza con la verificación previa de la normalidad con la prueba de Kolmogorov Smirnov donde se consideró el 5% de significancia.

3.9 Aspectos éticos

Se consideró las disposiciones éticas de la universidad sobre la realización del estudio presente:

Se respetaron las autorías ajenas con el citado correspondiente según normas de Vancouver.

El trabajo se hizo considerando las normativas éticas de procedimientos de laboratorio.

Los resultados obtenidos no se manipularon en ningún aspecto

Se tuvo en cuenta que el índice de similitud no exceda el 20%.

Se tuvo en consideración la guía de desecho de residuos sólidos para cuidar y no contaminar el medio ambiente.

CAPÍTULO IV. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Resultados

4.1.1 Análisis descriptivo de resultados

Tabla 1. Comparación del grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo-Níquel y Níquel Titanio sometidos a dos bebidas isotónicas

	Solución 1-Solución	Estadístico	Desv.	Desv. Estadístico	Sig.	Sig.
	2	de prueba	Error	de prueba		asintótica *
	Saliva-Sporade	-10,437	3,524	-2,962	0.003	0.000
NiTi	Saliva-Gatorade	-13,562	3,524	-3,849	0.000	
	Sporade-Gatorade	3,125	3,524	0.887	0.375	
	Saliva-Sporade	-11,687	3,530	-3,311	0.001	0.000
CrNi	Saliva-Gatorade	-12,312	3,530	-3,488	0.000	
	Sporade-Gatorade	0.625	3,530	0.177	0.859	

* Prueba de Kruskal-Wallis

En la tabla 1, el arco metálico de ortodoncia Níquel Titanio (NiTi) luego de ser sometido a saliva y Sporade presentó diferencia significativa con un p-valor =0.003 ($p < 0.05$), al ser sometido a saliva y Gatorade llegó a presentar diferencia significativa con un p-valor =0.000 ($p < 0.05$) y cuando fue sometido a Sporade y Gatorade no presentó diferencia significativa con un p-valor =0.375 ($p > 0.05$). Respecto al arco metálico Cromo Titanio (NiTi) luego de ser sometido a saliva y Sporade presentó diferencia significativa con un p-valor =0.001 ($p < 0.05$), al ser sometido a saliva y Gatorade llegó a presentar diferencia significativa con un p-valor =0.000 ($p < 0.05$) y cuando fue sometido a Sporade y Gatorade no presentó diferencia significativa con un p-valor =0.589 ($p > 0.05$).

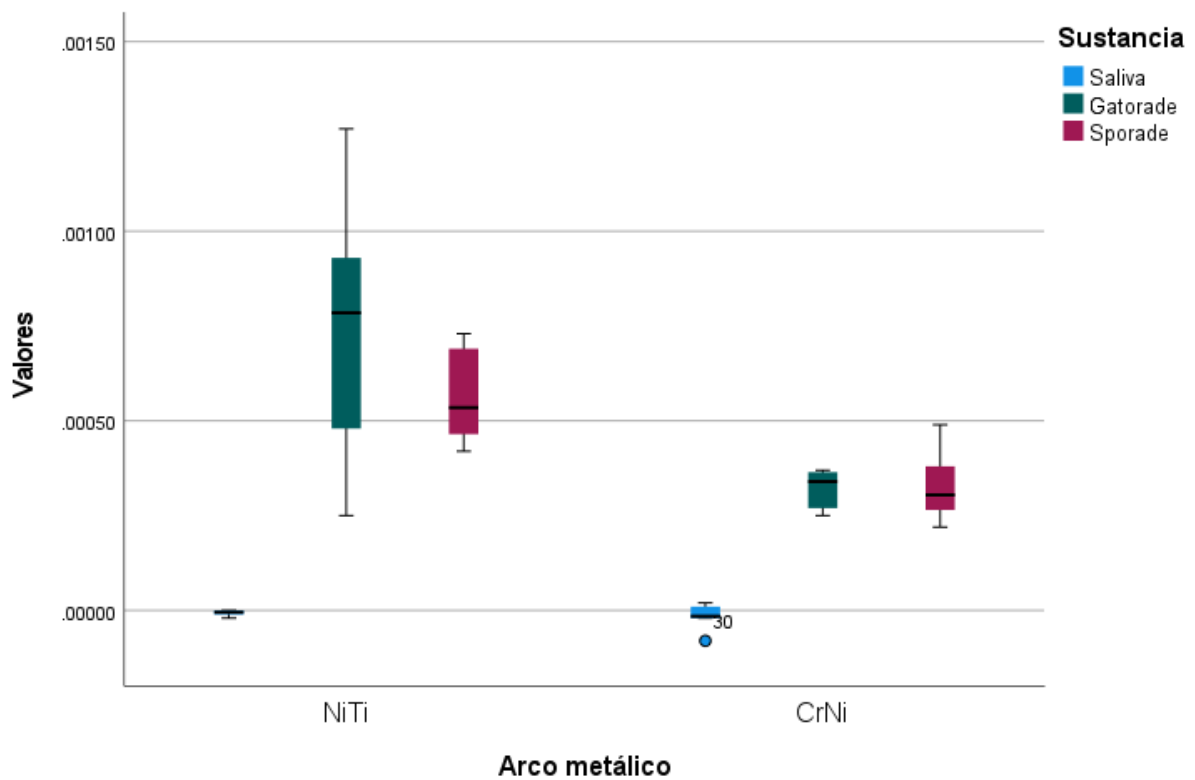


Figura 1. Gráfico de cajas sobre la comparación del grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo-Níquel y Níquel Titanio sometidos a dos bebidas isotónicas

Tabla 2. Grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo-Níquel sometido a saliva artificial

	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	95% IC	
						Límite inferior	Límite superior
Corrosión de arcos CrNi sometido a saliva artificial	-0.0000138	-0.000015	-0.00008	0.00002	0.00003159	-0.0000402	0.0000127

Se describe en la tabla 2 el grado de corrosión de arcos metálicos de Cromo-Níquel sometido a saliva artificial, presentó una media igual a -0.0000138, mediana de -0.000015, un valor mínimo de -0.00008, máximo de 0.00002, una desviación estándar de 0.00003159 y un 95% IC (-0.0000402-0.0000127).

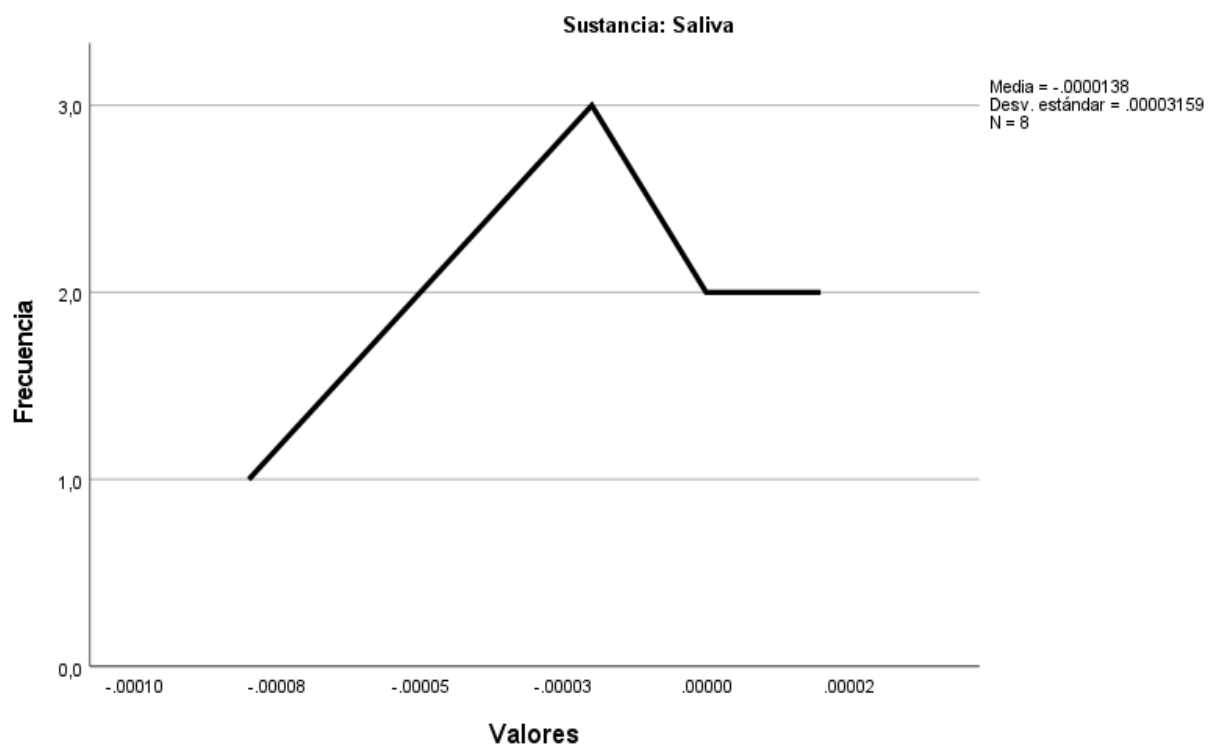


Figura 2. Grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo-Níquel sometido a saliva artificial

Tabla 3. Grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Níquel-Titanio sometido a saliva artificial

	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	95% IC	
						Límite inferior	Límite superior
Corrosión de arcos NiTi sometido a saliva artificial	-0.0000063	-0.000005	-0.00002	0.00000	0.00000744	-0.0000063	-0.0000125

Se describe en la tabla 3 el grado de corrosión de arcos metálicos de NiTi sometido a saliva artificial, presentó una media igual a -0.0000063, mediana de -0.000005, un valor mínimo de -0.00002, máximo de 0.00000, una desviación estándar de 0.00000744 y un 95% IC (-0.0000063 - -0.0000125).

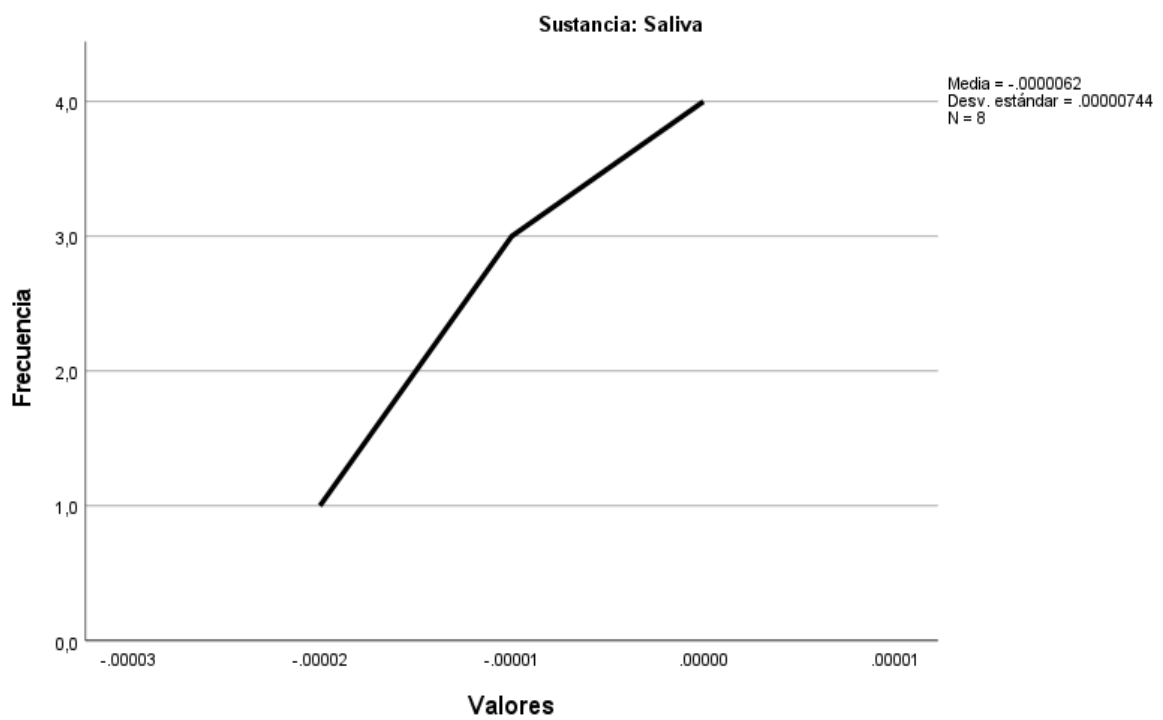


Figura 3. Grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Níquel-Titanio sometido a saliva artificial

Tabla 4. Grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo-Níquel sometido a la bebida isotónica Gatorade

	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	95% IC	
						Límite inferior	Límite superior
Corrosión de arcos CrNi sometido a bebida isotónica Gatorade	0.0003213	0.00034	0.00025	0.00037	0.00005027	0.0002792	0.0003633

Se describe en la tabla 4 el grado de corrosión de arcos metálicos de CrNi sometido a bebida isotónica Gatorade, presentó una media igual a 0.0003213, mediana de 0.00034, un valor mínimo de 0.00025, máximo de 0.00037, una desviación estándar de 0.00005027 y un 95% IC (0.0002792- 0.0003633).

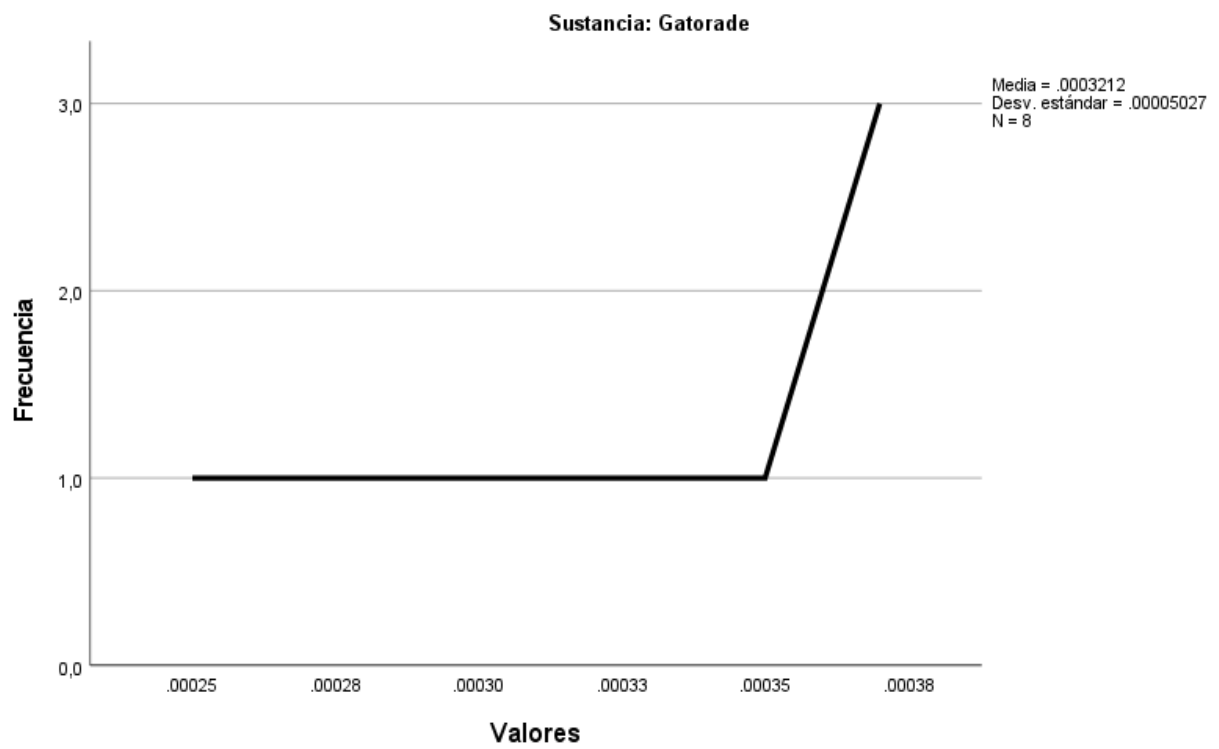


Figura 4. Grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo-Níquel sometido a la bebida isotónica Gatorade

Tabla 5. Grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Níquel-Titanio sometido a la bebida isotónica Gatorade

	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	95% IC	
						Límite inferior	Límite superior
						Corrosión de arcos NiTi sometido a bebida isotónica Gatorade	0.0007388

Se describe en la tabla 5 el grado de corrosión de arcos metálicos de NiTi sometido a bebida isotónica Gatorade, presentó una media igual a 0.0007388, mediana de 0.000785, un valor mínimo de 0.00025, máximo de 0.00127, una desviación estándar de 0.00033284 y un 95% IC (0.0004605- 0.001017).

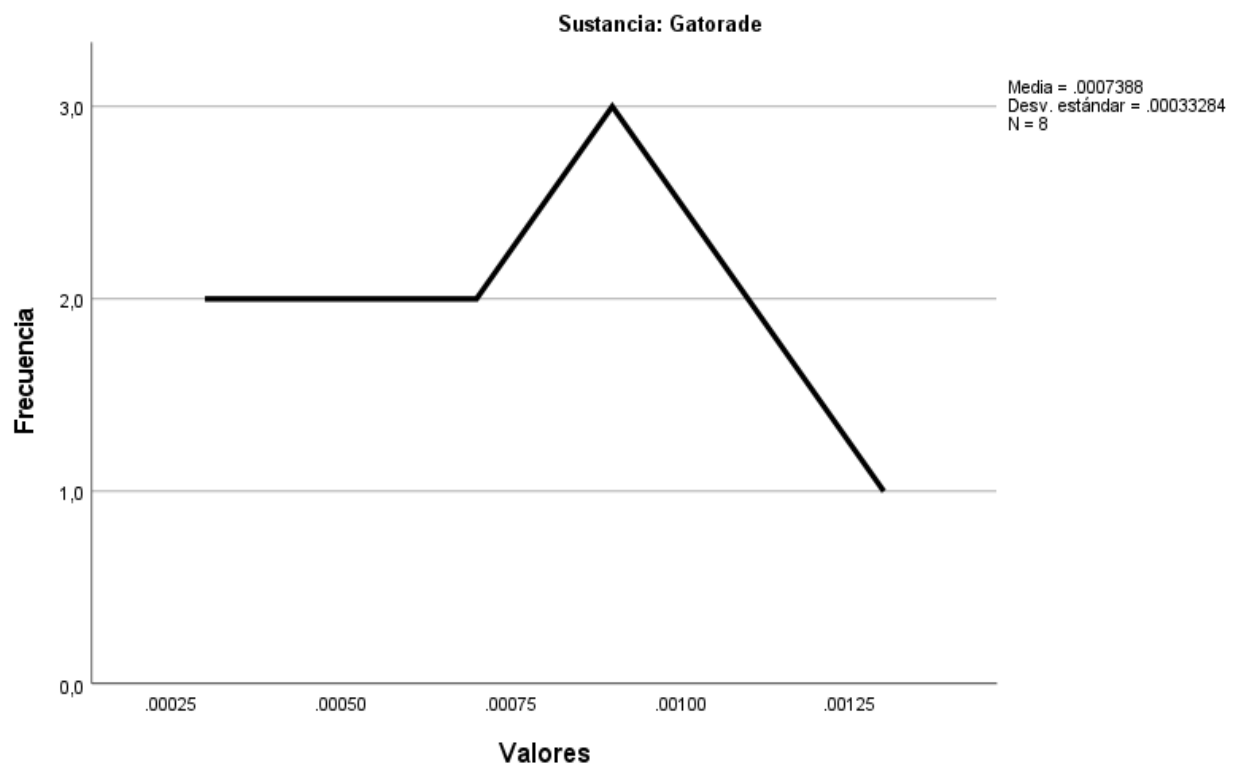


Figura 5. Grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Níquel-Titanio sometido a la bebida isotónica Gatorade

Tabla 6. grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo-Niquel sometido a la bebida isotónica Sporade

	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	95% IC	
						Límite	Límite
						inferior	superior
Corrosión de arcos CrNi sometido a bebida isotónica Sporade	0.0003263	0.000305	0.00022	0.00049	0.00008943	0.0002515	0.000401

Se describe en la tabla 6 el grado de corrosión de arcos metálicos de CrNi sometido a bebida isotónica Sporade, presentó una media igual a 0.0003263, mediana de 0.000305, un valor mínimo de 0.00022, máximo de 0.00049, una desviación estándar de 0.00008943 y un 95% IC (0.0002515- 0.000401).

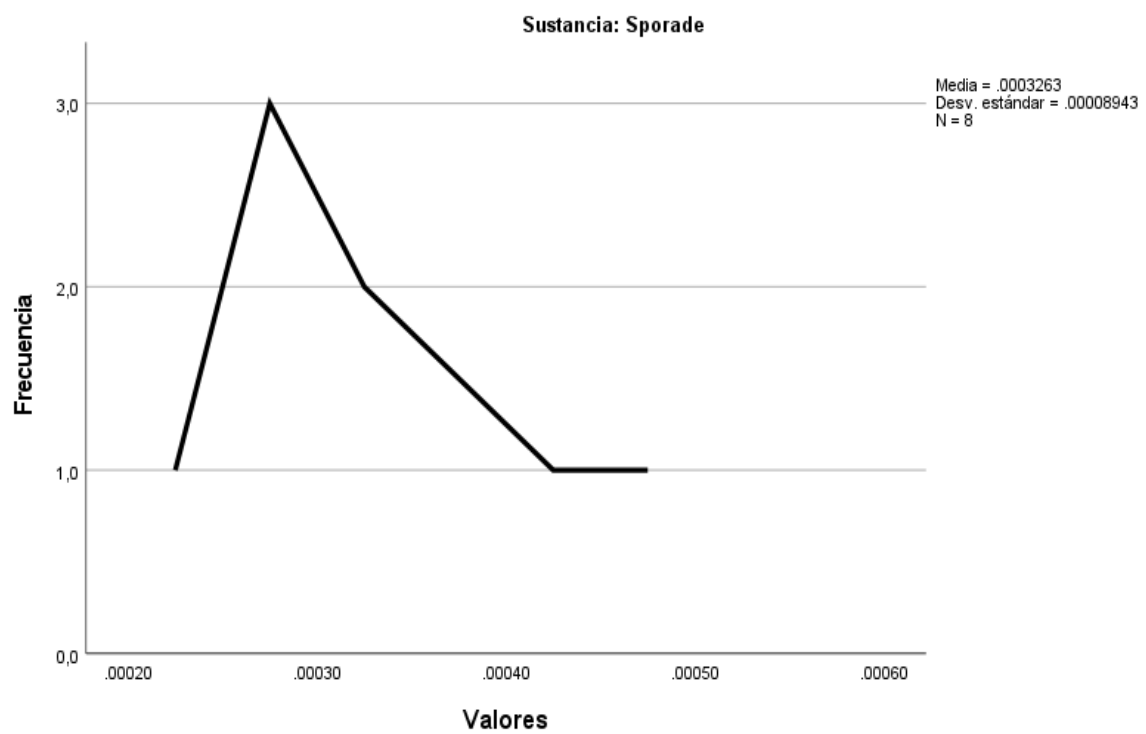


Figura 6. grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo-Niquel sometido a la bebida isotónica Sporade

Tabla 7. Grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Níquel Titanio sometido a la bebida isotónica Sporade

	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	95% IC	
						Límite	Límite
						inferior	superior
Corrosión de arcos NiTi sometido a bebida isotónica Sporade	0.0005663	0.000535	0.00042	0.00073	0.00012047	0.0004655	0.000667

Se describe en la tabla 6 el grado de corrosión de arcos metálicos de Níquel Titanio sometido a bebida isotónica Sporade, presentó una media igual a 0.0005663, mediana de 0.000535, un valor mínimo de 0.00042, máximo de 0.00073, una desviación estándar de 0.00012047 y un 95% IC (0.0004655- 0.000667).

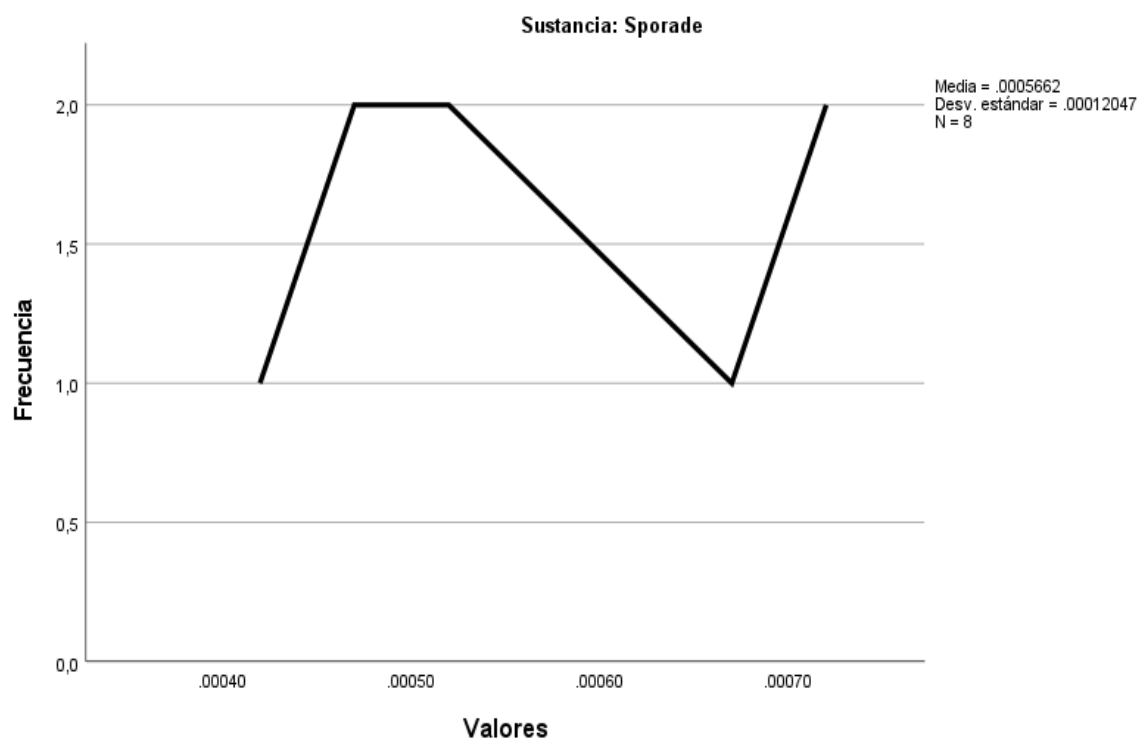


Figura 7. Grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Níquel Titanio sometido a la bebida isotónica Sporade

Prueba de Normalidad

Para conocer si existe una distribución normal en los datos presentados o no, se debió utilizar la metodología de Kolmogorov-Smirnov, a razón de que es aplicado en situaciones en la cual la cantidad de datos resulta superior o también igual a 50 ($n \geq 50$).

H_0 : Los datos provienen de una distribución normal. $p\text{-valor} \geq 0.05$

H_a : Los datos no provienen de una distribución normal. $p\text{-valor} < 0.05$

En las muestras a procesar el valor de $p \geq 0.05$, entonces la muestra tendría una distribución normal, si el valor de $p < 0.05$ entonces la muestra tendría una distribución no normal, pero si de lo contrario

	Sustancia	Kolmogorov-Smirnov		
		Estadístico	gl	Sig.
Niquel-Titanio	Saliva	0.300	8	0.033
	Gatorade	0.129	8	0.200
	Sporade	0.211	8	0.200
Cromo-Niquel	Saliva	0.297	8	0.037
	Gatorade	0.216	8	0.200
	Sporade	0.189	8	0.200

Posterior a la aplicación de el test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, respecto al alambre de Niquel Titanio, la saliva presenta un $p\text{-valor} = 0.033$ ($p < 0.05$), la bebida Gatorade un $p\text{-valor} = 0.200$ ($p > 0.05$) y la bebida Sporade un $p\text{-valor} = 0.200$ ($p > 0.05$); en cuanto al alambre de Cromo-Niquel, la saliva presenta un $p\text{-valor} = 0.037$ ($p < 0.05$), la bebida Gatorade un $p\text{-valor} = 0.200$ ($p > 0.05$) y la bebida Sporade un $p\text{-valor} = 0.200$ ($p > 0.05$), con lo cual no presentas una distribución normal, de tal forma se realizará la aplicación de test no paramétricos para el proceso analítico con estadística (Prueba de Kruskal-Wallis).

4.1.2 Prueba de hipótesis

Formulación de Hipótesis general

H₀: No existe diferencia entre el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cr – Ni y Ni- Ti sometidos a dos bebidas isotónicas.

H_a: Existe diferencia entre el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cr-Ní y Ni Ti sometidos a dos bebidas isotónicas.

H₀: Hipótesis nula, H_a: Hipótesis alterna

Establecer el Nivel de Significancia

En estudio realizado se efectuó el análisis empleado un nivel de confianza del 95%, lo que corresponde con 5% = 0.05 como significancia.

Determinación del Estadígrafo a Emplear

Mediante la prueba de Kruskal Wallis, se determinará si existe diferencia entre el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cr-Ní y Ni Ti sometidos a dos bebidas isotónicas.

		Sig. asintótica
Prueba de Kruskal Wallis	Cromo-Níquel	0.000
	Níquel Titanio	0.000

Nivel de significancia = 0.05

Toma de Decisión

El resultado de la Prueba de Kruskal Wallis, en el Cromo-Níquel el p-valor = 0.000 ($p < 0.05$) y la aleación Níquel-Titano presentó un p-valor = 0.000 ($p < 0.05$), por lo tanto se concluye en rechazar la hipótesis nula es decir **Existe diferencia entre el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo-Níquel y Níquel Titanio sometidos a dos bebidas isotónicas.**

4.1.3 Discusión de resultados

El desarrollo del estudio implicó diversos resultados en base a los objetivos planteados al inicio, siendo el primero el comparar el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo-Níquel y Níquel Titanio sometidos a dos bebidas isotónicas, habiéndose encontrado en este estudio: que el arco metálico de ortodoncia Níquel Titanio (NiTi) luego de ser sometido a saliva y Sporade presentó diferencia significativa con un p-valor =0.003 ($p < 0.05$), al ser sometido a saliva y Gatorade llegó a presentar diferencia significativa con un p-valor =0.000 ($p < 0.05$) y cuando fue sometido a Sporade y Gatorade no presentó diferencia significativa con un p-valor =0.375 ($p > 0.05$). Respecto al arco metálico Cromo Titanio (NiTi) luego de ser sometido a saliva y Sporade presentó diferencia significativa con un p-valor =0.001 ($p < 0.05$), al ser sometido a saliva y Gatorade llegó a presentar diferencia significativa con un p-valor =0.000 ($p < 0.05$) y cuando fue sometido a Sporade y Gatorade no presentó diferencia significativa con un p-valor =0.589 ($p > 0.05$).

Existiendo semejanzas con el resultado de **Wang J. et al. (11)** donde hallaron El resultado del EIS mostró que el diagrama de Nyquist (figura6) de la aleación era un semicírculo incompleto y el arco de CuNiTi tenía un radio de arco de impedancia más pequeño que su contraparte de NiTi, lo que indica que tenía una peor resistencia a la corrosión. Además, el diagrama de Bode (figura7) mostró un ángulo de fase relativamente amplio, lo que indica que las películas de pasivación de los dos materiales son relativamente densas. El EIS se equipó con el software Z-view y el circuito equivalente se mostró en la figura8. Entre los parámetros del circuito, R_s es la resistencia de la solución y CPE es la capacitancia interfacial. Los resultados de ajuste similares de estos dos parámetros demostraron que el sistema

de prueba era básicamente el mismo. R_p la resistencia a la polarización comúnmente utilizada para evaluar la resistencia a la corrosión de la película de pasivación de la aleación. En resumen, cuanto mayor sea el R_p decir, mejor será la resistencia a la corrosión de la película de pasivación de la aleación. Los arcos de NiTi y CuNiTi R_p fueron $2858,6 \text{ k}\Omega \cdot \text{cm}^2$, $1452,4 \text{ k}\Omega \cdot \text{cm}^2$. En este estudio, dos arcos mostraron un comportamiento de corrosión similar bajo un entorno de prueba similar y la resistencia a la corrosión de CuNiTi fue ligeramente peor que la del arco de NiTi de acuerdo con los resultados de EIS, OCP y la curva de polarización, lo cual está de acuerdo con algunos estudios.

Así mismo guarda semejanza con el estudio de **Longwen H.** el cual halló Los CAW recubiertos exhibieron menos liberación de iones Cu y pérdida de peso que los CAW sin recubrimiento, y la liberación de iones Cu disminuyó con el aumento de la concentración de lisozima (Fig. 5). La diferencia en la pérdida de peso entre los grupos de lisozima fue leve, ya que el depósito de moléculas de lisozima compensó la pérdida de peso.

También tiene semejanza al compararse con el estudio de **Kaminsky J. et al. (13)** que encontraron que la tensión de flexión desarrollada en el proceso de formación de los arcos. En el alambre de ortodoncia Centraliss, el análisis estructural indica la presencia de carburos de cromo (Cr_{23}C_6), y una estructura bifásica austenítico-martensítica (Fig. 2B). La fase de martensita se explica por la disminución del nivel de níquel (7,2 Ni % en peso) en el alambre de ortodoncia de Centraliss (Tabla 1). El nivel reducido de níquel permite el desarrollo de la fase de martensita de deformación a granel durante el trefilado de alambres de ortodoncia. La presencia de cobre (1,0 Cu% en peso) en la aleación Centraliss tiene, por un lado, un impacto

positivo en sus parámetros bacteriostáticos y bactericidas, lo que reduce la colonización de bacterias en el entorno oral, pero, por otro lado, la aleación multifase puede afectar negativamente la resistencia a la corrosión y la longevidad de arco de ortodoncia.

También posee similitud al contrastarse con el estudio de **Musa I. et al. (14)** los cuales hallaron el suplemento probiótico reduce ligeramente el valor de pH de la solución, de 4,8 a 4,6, se puede suponer que los cambios observados en el comportamiento de la corrosión no pueden atribuirse simplemente al efecto de una pequeña disminución del pH. La disminución del pH suele ir seguida de un aumento de la densidad de corriente de corrosión. Nuestros resultados muestran que la velocidad de corrosión general, es decir j_{corr} en presencia de probióticos aumentó solo ligeramente para los alambres RhNiTi y NiTi mientras que para los otros dos alambres j_{corr} fue incluso menor que en la saliva artificial. Para NiTi y alambres de acero inoxidable MoCNiK et al. mostró que la disminución del pH de la solución de saliva artificial de 6.5 a 3.9 resultó en una disminución del potencial para 300 mV y 200 mV respectivamente

Así vez al compararse con **Malkiewicz K. et al.** donde encontraron que la mayor resistencia a la corrosión se observó en los arcos de aleación de NiTi, mientras que la menor resistencia a la corrosión se observó en el caso de los alambres de acero. En el caso de la aleación de NiTi, la durabilidad de la capa es alta, limitada únicamente por el proceso de liberación de oxígeno de la solución (alrededor de 1300 mV) que ocurre en la superficie de la fase de níquel. Al mismo tiempo, se observa una degradación de la base en forma de unas mínimas picaduras (en el

rango de altos potenciales). La resistencia se observa para los arcos de NiTi (3M), mientras que la resistencia más baja para los arcos de SS (3M). En el caso de los datos obtenidos de ensayos potenciodinámicos, se observó que la densidad de corriente de corrosión promedio [$i_{corazón}$] fue el más bajo para los arcos de níquel-titanio de 3M (EE. UU.) y promedió $2,50 \cdot 10^{-3} \text{mA/cm}$

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- 1.- Existe diferencias significativas ($p=0,00$) al comparar el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo-Níquel y Níquel Titanio sometidos a dos bebidas isotónicas
- 2.- El grado de corrosión de arcos metálicos de Cromo-Níquel sometido a saliva artificial, presentó una media igual a -0.0000138, mediana de -0.000015, un valor mínimo de -0.00008, máximo de 0.00002
- 3.- El grado de corrosión de arcos metálicos de NiTi sometido a saliva artificial, presentó una media igual a -0.0000063, mediana de -0.000005, un valor mínimo de -0.00002, máximo de 0.00000, mayor que la corrosión de los arcos de Cromo-Níquel
- 4.- El grado de corrosión de arcos metálicos de CrNi sometido a bebida isotónica Gatorade, presentó una media igual a 0.0003213, mediana de 0.00034, un valor mínimo de 0.00025, máximo de 0.00037.
- 5.- El grado de corrosión de arcos metálicos de NiTi sometido a bebida isotónica Gatorade, presentó una media igual a 0.0007388, mediana de 0.000785, un valor mínimo de 0.00025, máximo de 0.00127, mayor que la corrosión de los arcos de Cromo-Níquel
- 6.- El grado de corrosión de arcos metálicos de CrNi sometido a bebida isotónica Sporade, presentó una media igual a 0.0003263, mediana de 0.000305, un valor mínimo de 0.00022, máximo de 0.0004.
- 7.- El grado de corrosión de arcos metálicos de Níquel Titanio sometido a bebida isotónica Sporade, presentó una media igual a 0.0005663, mediana de 0.000535, un valor mínimo de 0.00042, máximo de 0.00073, mayor que con la bebida Sporade

5.2 Recomendaciones

1- Evaluar en otras investigaciones otras bebidas para conocer sobre su capacidad de corrosión frente a los arcos ortodónticos.

2.- Considerar otras marcas de arcos ortodónticos para evaluar posibles diferencias existentes entre las mismas

3.- Tomar en consideración otras variables que pudieran tener efecto sobre la corrosión como presencia de algunas bacterias.

4.- Realizar otros estudios realizando acondicionamientos que asemejen condiciones lo más similares posibles a la cavidad oral.

5.- Evaluar otras propiedades de los alambres de ortodoncia para seguir conociendo más sobre su comportamiento clínico

6.- Comparar otros tipos de aleaciones con el material de los arcos de este estudio para contrastar diferencias posibles

REFERENCIAS

- 1.- Yanisarapan T. Corrosion of metal orthodontic brackets and archwires caused by fluoride-containing products: Cytotoxicity, metal ion release and surface roughness *Orthodontic Waves* 2018; 77(5): 79–89.
- 2.- Al-Horini O, Hajeer MY, Baba F. Evaluating the Elemental Composition, Transformation Behavior, Crystalline Structure, and Mechanical Properties of Three 0.016-Inch by 0.022-Inch Nickel-Titanium Archwires: An In Vitro Study. *Cureus*. 2022 24;14(7):e27206. doi: 10.7759/cureus.27206. PMID: 35898807; PMCID: PMC9309200.
- 3.- Al-Horini O, Hajeer MY, Baba F. Evaluating the Elemental Composition, Transformation Behavior, Crystalline Structure, and Mechanical Properties of Three 0.016-Inch by 0.022-Inch Nickel-Titanium Archwires: An In Vitro Study. *Cureus*. 2022 Jul 24;14(7):e27206. doi: 10.7759/cureus.27206. PMID: 35898807; PMCID: PMC9309200.
- 4.- Nai TAP, Aydin B, Brand HS, Jonkman REG. Present and Theoretical Applications of Poly-Ether-Ether-Ketone (PEEK) in Orthodontics: A Scoping Review. *Materials (Basel)*. 2022 Oct 22;15(21):7414. doi: 10.3390/ma15217414. PMID: 36363004; PMCID: PMC9656026.
- 5.. Raghis T, Mahmoud G, Abdullah A, Hamadah O. Enamel resistance to demineralisation around orthodontic brackets after CO₂ laser irradiation: a randomised clinical trial. *J Orthod*. 2018 Dec;45(4):234-242. doi: 10.1080/14653125.2018.1504410. Epub 2018 Aug 2. PMID: 30071781.

- 6.- Gopalakrishnan U, Felicita S, Ronald B, Appavoo E, Patil S. Microbial Corrosion in Orthodontics. *J Contemp Dent Pract.* 2022 Jun 1;23(6):569-571. PMID: 36259293.
- 7.- Gopalakrishnan U, Murthy RT, Felicita AS, Alshehri A, Awadh W, Almalki A, Vinothkumar TS, Baeshen HA, Bhandi S, Kathir A, Samala A, Raj AT, Heboyan A, Patil S. Sulfate-Reducing Bacteria in Patients Undergoing Fixed Orthodontic Treatment. *Int Dent J.* 2023 Apr;73(2):274-279. doi: 10.1016/j.identj.2022.07.007. Epub 2022 Sep 27. PMID: 36180285; PMCID: PMC10023577.
- 8.- N. Shirakawa, T. Iwata, S. Miyake, T. Otsuka, S. Koizumi, T. Usui, T. Kawata, Development of the aesthetic orthodontic appliances using a silver plating process: the report on peel resistance, *BioMed Res. Int.* 28 (7) (2017) 3217–3221.
- 9.- Zou YH, Wang J, Cui LY, Zeng RC, Wang QZ, Han QX, Qiu J, Chen XB, Chen DC, Guan SK, Zheng YF. Corrosion resistance and antibacterial activity of zinc-loaded montmorillonite coatings on biodegradable magnesium alloy AZ31. *Acta Biomater.* 2019; 15(98):196-214. doi: 10.1016/j.actbio.2019.05.069. PMID: 31154057.
- 10.- R.S. Nayak, B. Shafiuddin, A. Pasha, K. Vinay, A. Narayan, S.V. Shetty, Comparison of galvanic currents generated between different combinations of orthodontic brackets and archwires using potentiostat: an in vitro study, *J. Int. Oral Health* 7 (7) (2015) 29–35.

- 11.- Wang J, Wang T, Dong S, Kang X, hao S. Gao B. The effect of Cu-doping on the corrosion behavior of NiTi alloy arch wires under simulated clinical conditions. *Mater Res Expres* 2021; 12(5): 1-12.
- 12.- He L, Cui Y, Zhang C. The corrosion resistance, cytotoxicity, and antibacterial properties of lysozyme coatings on orthodontic composite arch wires. *RSC Adv.* 2020;10(31):18131-18137. doi: 10.1039/d0ra02988b. PMID: 35517200; PMCID: PMC9053745.
- 13.- Kaminski J, Malkiewicz J, Rebis J, Wierzchon T. The effect of glow discharge nitriding on te corrosión resistance of stailless Steel Orthodontic arches in artificial saliva. *Arch Metall Mater*, 2020; 65(1): 375.384. doi:: 10.24425/amm.2020.131740.
- 14.- Musa I, Serdaveric N, Tododric Z. Corrosion of orthodontic archwires in artificial saliva in the presence of *Lactobacillus reuteri*. *Surface y Coatings Technology*, 2019: 44(12):44-52.
- 15.-Malkiewicz K, Sztogryn, Mikulewicz M, Wielgus A. Comparative assessment of the corrosion process of orthodontic archwires made of stainless steel, titanium–molybdenum and nickel–titanium alloys. *Science Direct*, 2018; 18(4) 941-947.
- 16.- Mohammed Nahidh B.D.S., Basim M.S.A., Ghazi A. Evaluation of the static frictional resistance of gold-plated orthodontic brackets/wires combination (In-Vitro comparative study) *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2018;10(4)

- 17.- Nasir S.H., Mohamad Amran M.S., Abidin Mustaffar M.M. Metal release of standard and fake orthodontic braces: an in vitro study. *IIUM Med. J. Malaysia*. 2021;20(2)
- 18.- Zaaba N.A.A.B., Babu H. Corrosion of orthodontic metallic brackets immersed in solutions of salt and spices in artificial Saliva. *Ind. J. Foren. Med. Toxicol.* 2020;14(1):351
- 19.- Soni J., Goje S., Kulkarni N., Shyagali T.R., Bhayya D.P. Evaluation of determinants for the nickel release by the standard orthodontic brackets. *Int. Orthod.* 2018;16(1):31–41
- 20.- Rincic Mlinaric M., Karlovic S., Ciganj Z., Acev D.P., Pavlic A., Spalj S. Oral antiseptics and nickel–titanium alloys: mechanical and chemical effects of interaction. *Odontology*. 2019;107(2):150–157.
- 21.- Nik T.H., Ghadirian H., Hooshmand T., Kharazifard M.J., Nasiri M., Mahd M.J. Effect of 0.05% sodium fluoride mouthwash on surface roughness and friction between ceramic brackets and rhodium-coated and uncoated stainless steel wires. *Front. Dent.* 2019;16(2):121
- 22.- Karthiga N., et al. Influence of Roseday-5 tablet on corrosion resistance of SS 316L in artificial saliva. *International J. Corr. Scale Inhibit.* 2020;9(2):595–606
- 23.- Musa Trolic I., Serdarevic N.L., Todoric Z., Budimir A., Spalj S., Otmacic Curkovic H. Corrosion of orthodontic archwires in artificial saliva in the presence of *Lactobacillus reuteri*. *Surf. Coating. Technol.* 2019;370:44–52.

- 24.- Priya C.J.A., Regis A.P.P., Rajendran S. Influence of ENO juice orally taken in on the corrosion resistance of orthodontic wire made of SS 18/8 in the presence of artificial saliva. *Int. J. Corr. Scale Inhibit.* 2021;10(3):1030–1041
- 25.- Porojan L., Birdeanu M., Porojan S. Multidisciplinary approach on the corrosion behavior of welded nickel-free and nickel-containing stainless steel orthodontic wires. *Rev. Chem.* 2019;70(7):2447–2451
- 26.- Nahusona D.R., Koriston P. The effectiveness of watermelon rind extract as corrosion inhibitor in stainless steel orthodontic wire. *Int. J. Appl. Pharm.* 2019;11:22–25
- 27.- Maspero C, Galbiati G, Giannini L, Guenza G, Esposito L, Farronato G. Titanium TSME appliance for patients allergic to nickel. *Eur. J. Paediatr. Dent.* 2018;19:67–69.
- 28.- Yamaguchi M, Tanimoto Y, Minami N, Inami T, Kasai K. The effects of glass fiber-reinforced plastic for orthodontic wire on the malocclusion of mild anterior crowding during the initial leveling stage: A tyodont experimental study. *Orthod Waves.* 2017;76:1–8
- 29.- Carrouel F, Viennot S, Ottolenghi L, Gaillard C., Bourgeois D. Nanoparticles as anti-microbial, anti-inflammatory, and remineralizing agents in oral care cosmetics: A review of the current situation. *Nanomaterials.* 2020;10:140.

- 30.- Valdivia S., Tapia A., Astrid C. Fluoride concentration in mouth rinses marketed in Chile and Brazil. and a discussion regarding their legislations. *Braz. Oral Res.* 2021;35:234–245
- 31.- Jafari K., Rahimzadeh S., Hekmatfar S. Nickel ion release from dental alloys in two different mouthwashes. *J. Dent. Res. Dent. Clin. Dent. Prospect.* 2019;13:19–23.
- 32.- Rodriguez-Fernandez J.C., Pastor F., Barrera Mora J.M., Brizuela A., Puigdollers A., Espinar E., Gil J. Bacteriostatic Poly Ethylene Glycol Plasma Coatings for Orthodontic Titanium Mini-Implants. *Materials.* 2022;15:7487.
- 33.- Shruthi D., Patil G., Prithviraj D.R. Comparative evaluation of ion release in bonded and nonbonded stainless steel brackets with use of different mouthwashes: An In vitro study. *Contemp. Clin. Dent.* 2020;11:15–19.
- 34.- Condò R., Carli E., Cioffi A., Cataldi M.E., Quinzi V., Casaglia A., Giancotti A., Pirelli P., Lucarini I., Maita F., et al. Fluorinated Agents Effects on Orthodontic Alloys: A Descriptive In Vitro Study. *Materials.* 2022;15:4612. doi: 10.3390/ma15134612
- 35.- Hernández RS, Collado CF, Lucio PB. *Metodología de la Investigación.* 6ª ed. México: McGraw-Hill; 2016.

ANEXOS

ANEXO N°1 Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Diseño metodológico
<p>Problema General</p> <p>¿Cuál será el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo-Níquel y Níquel Titanio sometidos a dos bebidas isotónicas?</p> <p>Problema Específicos</p> <p>¿Cuál será el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo-Níquel sometido a la bebida isotónica Gatorade?</p> <p>¿Cuál será el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo-Níquel sometido a la bebida isotónica Sporade?</p> <p>¿Cuál será el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Níquel Titanio sometido a la bebida isotónica Gatorade?</p> <p>¿Cuál será el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Níquel Titanio sometido a la bebida isotónica Gatorade?</p>	<p>Objetivos General</p> <p>Comparar el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo-Níquel y Níquel Titanio sometidos a dos bebidas isotónicas</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo-Níquel sometido a la bebida isotónica Gatorade</p> <p>Determinar el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo-Níquel sometido a la bebida isotónica Sporade</p> <p>Determinar el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Níquel Titanio sometido a la bebida isotónica Gatorade</p> <p>Determinar el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Níquel Titanio sometido a la bebida isotónica Gatorade</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>Ha: Existen diferencias en el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo-Níquel y Níquel Titanio al ser sometidos a dos bebidas isotónicas</p> <p>Ho: No existe diferencias en el grado de corrosión en los arcos metálicos de ortodoncia Cromo-Níquel y Níquel Titanio al ser sometidos a dos bebidas isotónicas</p> <p>Hipótesis Específica</p> <p>No aplica</p>	<p>Variable 1</p> <p>Corrosión de arcos metálicos</p> <p>Dimensiones:</p> <p>Variable 2</p> <p>Bebidas isotónicas</p> <p>Dimensiones:</p>	<p>Tipo de Investigación:</p> <p>Investigación tipo aplicada</p> <p>Método y diseño de Investigación:</p> <p>Método hipotético deductivo</p> <p>Experimental</p> <p>Transversal</p> <p>Analítico</p> <p>Prospectivo</p> <p>Población:</p> <p>grupo de arcos de ortodoncia de níquel titanio y cromo níquel</p> <p>Muestra: e 24 arcos.</p>

ANEXO N° 2– Instrumento de recolección de datos

Mediciones								
Arcos	Bebida Gatorade				Corrosión			
N°	Cr - Ni	Ni - Ti	Peso 1		Cr - Ni	Ni - Ti	Peso 2	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

ANEXO N° 3–Base de datos

Pegar N K S						
Portapapeles		Fuente			Alineación	
G13						
	A	B	C	D	E	
1	NITI - Gatorade		NITI - Sporade		NITI - Saliva	
2	0.00089		0.00042		0.00000	
3	0.00025		0.00073		-0.00002	
4	0.00097		0.00046		0.00000	
5	0.00073		0.00054		-0.00001	
6	0.00127		0.00068		-0.00001	
7	0.00084		0.00070		-0.00001	
8	0.00035		0.00047		0.00000	
9	0.00061		0.00053		0.00000	
10						
11	CrNi - Gatorade		CrNi - Sporade		CrNi - Saliva	
12	0.00026		0.00027		-0.00002	
13	0.00037		0.00029		-0.00001	
14	0.00028		0.00034		0.00000	
15	0.00033		0.00026		-0.00002	
16	0.00025		0.00032		-0.00002	
17	0.00035		0.00049		-0.00008	
18	0.00037		0.00042		0.00002	
19	0.00036		0.00022		0.00002	
20						
21						

ANEXO N° 4 – MEDICIONES DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°		IEO-0519-2023	EDICION N° 3	Fecha de emisión:	06-11-2023
ENSAYO DE PESAJE EN ARCOS METÁLICOS DE ORTODONCIA CROMO-NÍQUEL Y NÍQUEL TITANIO SOMETIDOS A DOS BEBIDAS ISOTONICAS"					
1. DATOS DE LOS TESISTAS					
Nombre de tesis	: "EVALUACIÓN DE LA CORROSIÓN EN ARCOS METÁLICOS DE ORTODONCIA CROMO-NÍQUEL Y NÍQUEL TITANIO SOMETIDOS A DOS BEBIDAS ISOTONICAS"				
Nombres y Apellidos	: Luis Amado Granda Córdova				
Dni	: 48266282				
Dirección	: Av paseo del bosque 259 San Borja provincia de lima departamento lima				
2. EQUIPOS UTILIZADOS					
Instrumento	Marca	Aproximación		Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron (on las m s mediciones.	
Balanza Electrónica	Mettler Toledo- PM-B-08	0.00001g			
Vernier Digital	Mitutoyo - 200 mm	0.01mm			
3. IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					
Arcos metalicos de ortodoncia	Cantidad	: Cuarenta y ocho (48) muestras		HIGH	TECHNOLOGY
	Material	: Arcos metalicos de ortodoncia (CrNi y NiTi)		LABORATORY	CERTIFICATE
	Grupo 1	: Arco Niquel - Titanio		S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso Inadecuado de este documento, ni de una incorrecta Interpretación de los resultados del Informe aquí declarados.	
	Grupo 2	: Arco Cromo - Niquel			
4. RECEPCION DE MUESTRAS					
Fecha de Recepción de muestras	24 de Setiembre del 2023		El informe de ensayo sin firma y sello carece de validez.		
Fecha de Ensayo	28 de Octubre del 2023				
Lugar de Ensayo	Jr. Nepentás 384 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho-Lima				
5. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO					
El ensayo se realizó bajo el siguiente procedimiento:					
PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN		CAPITULO/NUMERAL		
según tesista	Se realizo el peso inicial y final de los arcos metálicos, antes y después de ser sumergidos en las bebidas mencionadas en la tabla de resultados.		—		
6. CONDICIONES DE ENSAYO					
	Inicial	Final			
Temperatura	21.0 °C	21.2 °C			
Humedad Relativa	69.0 %HR	69.2 %HR			



7. RESULTADOS DE ENSAYOS

NITI - Gatorade			
Item	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Variación (g)
1	0.15190	0.15001	0.00089
2	0.15146	0.15121	0.00025
3	0.15099	0.15002	0.00097
4	0.15115	0.15042	0.00073
5	0.15027	0.14900	0.00127
6	0.15068	0.15004	0.00064
7	0.15047	0.15012	0.00035
8	0.15071	0.15010	0.00061

NITI - Sporade			
Item	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Variación (g)
9	0.15053	0.15011	0.00042
10	0.15073	0.15000	0.00073
11	0.15044	0.14998	0.00046
12	0.15037	0.15003	0.00034
13	0.15081	0.15013	0.00068
14	0.15003	0.14993	0.00010
15	0.15030	0.14989	0.00041
16	0.15041	0.14988	0.00053

NITI - Saliva			
Item	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Variación (g)
17	0.15036	0.15036	0.00000
18	0.15075	0.15077	-0.00002
19	0.15088	0.15088	0.00000
20	0.15055	0.15056	-0.00001
21	0.15025	0.15026	-0.00001
22	0.15030	0.15031	-0.00001
23	0.15021	0.15021	0.00000
24	0.15004	0.15004	0.00000

CrNi - Gatorade			
Item	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Variación (g)
1	0.09027	0.09001	0.00026
2	0.09027	0.08990	0.00037
3	0.09017	0.08989	0.00028
4	0.09021	0.08990	0.00031
5	0.09012	0.08987	0.00025
6	0.09010	0.08981	0.00029
7	0.09010	0.08979	0.00031
8	0.09010	0.08982	0.00028

INFORME DE ENSAYO N°	IEO-0519-2023	EDICION N° 3	Fecha de emisión:	06-11-2023
CrNi - Sporade				
Item	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Variación (g)	
9	0.09015	0.09988	0.00027	
10	0.09011	0.09982	0.00029	
11	0.09006	0.09972	0.00034	
12	0.09016	0.09990	0.00026	
13	0.09006	0.09974	0.00032	
14	0.09018	0.09989	0.00049	
15	0.09018	0.09976	0.00042	
16	0.09015	0.09993	0.00022	
CrNi - Saliva				
Item	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Variación (g)	
17	0.09026	0.09026	-0.00002	
18	0.09021	0.09022	-0.00001	
19	0.09018	0.09018	0.00000	
20	0.09016	0.09016	-0.00002	
21	0.09061	0.09063	-0.00002	
22	0.09031	0.09039	-0.00008	
23	0.09033	0.09031	0.00002	
24	0.09041	0.09039	0.00002	
				
ROBERT NICK EICK EUSEBIO TEHERAN CIP: 193364 INGENIERO MECÁNICO Jefe de Laboratorio		<small>HIGH T H TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICAT</small>		
El resultado es solo válido para las muestras proporcionadas por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe de ensayo.				
FIN DEL DOCUMENTO				
QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE DE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HETIL S.A.C.				

ANEXO N° 5 - CONSTANCIA DE EXONERACIÓN DE REVISIÓN



COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA PARA LA
INVESTIGACION

CONSTANCIA DE EXONERACIÓN DE REVISIÓN

Lima, 12 de setiembre de 2023

Investigador(a)
Luis Amado Granda Cordova
Exp. N°: 0937-2023

De mi consideración:

Es grato expresarle mi cordial saludo y a la vez informarle que el Comité Institucional de Ética para la investigación de la Universidad Privada Norbert Wiener (CIEI-UPNW) acuerda la **Exoneración de revisión** del siguiente protocolo de estudio:

- Protocolo titulado: "EVALUACIÓN DE LA CORROSIÓN EN ARCOS METÁLICOS DE ORTODONCIA CROMO-NÍQUEL Y NÍQUEL TITANIO SOMETIDOS A DOS BEBIDAS ISOTONICAS" Versión 1 con fecha 28/08/2023.

El cual tiene como investigador principal al Sr(a) Luis Amado Granda Cordova.

Es cuanto informo a usted para su conocimiento y fines pertinentes.

Atentamente,



Yenny Marisol Bellido Fuentes
Presidenta del CIEI- UPNW

Avenida Arequipa 440
Universidad Privada Norbert Wiener
Teléfono: 706-5555 anexo 3286-3287 Cel. 981000698
Correo: comite.etica@wienersa.edu.pe

ANEXO N° 6 – Fotos del procedimiento



Arcos ortodónticos sumergidos en Bebidas isotónicas



Lecturas de arcos en balanza analítica



Diferencia de lecturas en balanza analítica

● 6% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 6% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	repositorio.uwiener.edu.pe Internet	2%
2	repositorio.uladech.edu.pe Internet	2%
3	hdl.handle.net Internet	<1%
4	patents.google.com Internet	<1%
5	scribd.com Internet	<1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Internet	<1%
7	coursehero.com Internet	<1%
8	acikbilim.yok.gov.tr Internet	<1%