



**FACULTAD DE ODONTOLOGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA**

**DEGRADACIÓN DE FUERZAS DE ELÁSTICOS
INTERMAXILARES EXPUESTOS A COLUTORIOS CON
CLORHEXIDINA AL 0,05% Y 0,12%**

**PRESENTADO POR
ALLISON KELLY AGUILAR SULLCA
PIERINA ANDREA OSORIO CASANOVA
ANDREA DANIELA ROJAS PAREJAS**

**ASESORA
MG. JENIFFER LIZ GÁLVEZ ALTAMIRANO**

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

**LIMA – PERÚ
2024**



CC BY-NC-ND

Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

Facultad de
Odontología

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

TESIS TITULADA

**DEGRADACIÓN DE FUERZAS DE ELÁSTICOS INTERMAXILARES
EXPUESTOS A COLUTORIOS CON CLORHEXIDINA AL 0,05% Y 0,12%**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
CIRUJANA DENTISTA**

PRESENTADO POR:

**ALLISON KELLY AGUILAR SULLCA
PIERINA ANDREA OSORIO CASANOVA
ANDREA DANIELA ROJAS PAREJAS**

ASESORA:

MG. JENIFFER LIZ GÁLVEZ ALTAMIRANO

LIMA – PERÚ

2024

Dedicatoria

Allison Kelly Aguilar Sullca

Agradezco a Dios por mantener a mi familia conmigo para dedicarle mis triunfos y compartir esta meta cumplida, por darme sabiduría en momentos difíciles. A mis padres por creer en mí y enseñarme a ser una persona resiliente y perseverante. A mis hermanas por darme felicidad y amor. A mis gatos bebé y compito por darme cariño y tranquilidad en mis momentos de estrés y a mi familia en general por siempre apoyarme.

Pierina Andrea Osorio Casanova

Dedico mi tesis completamente a mis padres por el gran apoyo incondicional brindado a lo largo de mi vida universitaria, por siempre motivarme a alcanzar mis metas y sueños y no dejarme vencer ante las dificultades, muchos de mis logros se los debo a ustedes, gracias por siempre confiar en mí. A mi hermana Luciana por su paciencia, por creer en mí y apoyarme participando en mis prácticas clínicas. Le dedico también mi tesis a mi abuelita Leo por siempre motivarme y aconsejarme para bien. A mi abuelito Juan en el cielo quién tuvo conocimiento desde mi 2do año de secundaria que quería estudiar esta hermosa carrera. Y para finalizar le dedico a mi perrita incondicional Layca y mi conejito Locotín por su gran amor quienes me acompañaron en mis noches de desvelo en mi pregrado.

Andrea Daniela Rojas Parejas

Le dedico este trabajo de investigación a mis padres por el apoyo constante, por enseñarme a ser una persona que no se rinde pese a las adversidades que podemos estar pasando. A mis hermanas por creer en mí y estar conmigo en todo este proceso. A mi abuelita que a pesar de los momentos difíciles que hemos pasado ha estado para darme su apoyo y motivación constante.

AGRADECIMIENTOS

Agrademos a Dios por guiarnos a lo largo del camino, por darnos la fortaleza para seguir adelante y no rendirnos pese a las dificultades que se nos presentaron.

A nuestros padres por el aliento constante para mantenernos perseverantes y creer en nosotras desde el inicio de la carrera.

A nuestra asesora, la Dra. Jeniffer Gálvez, por todo el apoyo, conocimiento transmitido, por el tiempo y dedicación brindada de forma desinteresada en nuestro trabajo de investigación.

ÍNDICE	Página
INTRODUCCIÓN	01
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	02
1.1 Antecedentes de la Investigación	02
1.2 Bases Teóricas	04
1.3 Definición de Términos Básicos	11
CAPÍTULO II: HIPOTESIS Y VARIABLES	12
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	15
3.1 Diseño Metodológico	15
3.2 Diseño Muestral	15
3.3 Técnicas de Recolección de Datos	16
3.4 Técnicas Estadísticas para el Procesamiento de la Información	18
3.5 Aspectos Éticos	18
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	19
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	33
CONCLUSIONES	37
RECOMENDACIONES	38
FUENTES DE INFORMACIÓN	39
ANEXOS	43

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Análisis descriptivo de la fuerza de los elásticos intermaxilares antes de su exposición a colutorios de clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada.	19
Tabla 2. Análisis descriptivo de la fuerza de los elásticos intermaxilares al cabo de 12 horas de su exposición a colutorios de clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada.	19
Tabla 3. Análisis descriptivo de la fuerza de los elásticos intermaxilares al cabo de 24 horas de su exposición a colutorios de clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada.	20
Tabla 4. Pruebas de normalidad de la fuerza inicial, a las 12 y 24 horas, para cada grupo de muestras.	21
Tabla 5. Comparación de la fuerza registrada en las 3 mediciones, para el grupo expuesto a la clorhexidina al 0,12%.	22
Tabla 6. Comparación de la fuerza registrada en las 3 mediciones, para el grupo expuesto a la clorhexidina al 0,05%.	24
Tabla 7. Comparación de la fuerza registrada en las 3 mediciones, para el grupo expuesto al agua destilada (control).	26
Tabla 8. Comparación de las fuerzas de los elásticos expuestos a los tres agentes durante la primera medición (inicio).	28
Tabla 9. Comparación de las fuerzas de los elásticos expuestos a los tres agentes durante la segunda medición (12 horas).	29
Tabla 10. Comparación de las fuerzas de los elásticos expuestos a los tres agentes durante la tercera medición (24 horas).	31

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico 5. Comparación de la fuerza registrada en las 3 mediciones, para el grupo expuesto a la clorhexidina al 0,12%.	23
Gráfico 6. Comparación de la fuerza registrada en las 3 mediciones, para el grupo expuesto a la clorhexidina al 0,05%.	25
Gráfico 7. Comparación de la fuerza registrada en las 3 mediciones, para el grupo expuesto al agua destilada (control).	27
Gráfico 8. Comparación de las fuerzas de los elásticos expuestos a los tres agentes durante la primera medición (inicio).	28
Gráfico 9. Comparación de las fuerzas de los elásticos expuestos a los tres agentes durante la segunda medición (12 horas).	30
Gráfico 10. Comparación de las fuerzas de los elásticos expuestos a los tres agentes durante la tercera medición (24 horas).	32

RESUMEN

Objetivo. Comparar la degradación de fuerzas de elásticos intermaxilares expuestos a colutorios de clorhexidina al 0,05% y 0,12%, en distintos intervalos de tiempo. **Metodología de la investigación.** Estudio experimental. Se utilizaron 90 elásticos intermaxilares distribuidos en tres grupos de acuerdo al agente asignado: clorhexidina al 0,12%, clorhexidina al 0,05% y agua destilada (control). Los elásticos fueron sometidos a un estiramiento constante de 15 mm sobre pines metálicos. Después de realizarse las mediciones iniciales de fuerza, los elásticos fueron sumergidos en el agente asignado por 1 minuto. Para determinar la fuerza de tracción se utilizó una máquina de ensayos universales. Las mediciones de fuerzas se realizaron al inicio, y al cabo de 12 y 24 horas. La relación entre variables se evaluó mediante la prueba ANOVA. **Resultados.** Al evaluar los agentes por separado, se observó que la exposición a la clorhexidina al 0,12% y al 0,05% provocó una disminución progresiva de la fuerza de los elásticos conforme transcurre el tiempo ($p < 0,005$). Al comparar las fuerzas de ambos agentes en los distintos intervalos de tiempo, se encontró que en la medición inicial no se reportaron diferencias significativas ($p: 0,281$). Al cabo de 12 horas se observó que la exposición a la clorhexidina al 0,12% y al agua destilada provocó una disminución de fuerzas similar ($p: 0,593$), y en ambos casos menor a la observada con la clorhexidina al 0,05% ($p < 0,001$). Al cabo de 24 horas la mayor disminución se dio en el grupo expuesto a la clorhexidina al 0,05% seguido por el grupo expuesto a la clorhexidina al 0,12% ($p < 0,005$). **Conclusiones.** La exposición a colutorios de clorhexidina al 0,12% y 0,05% provocó una disminución progresiva de la fuerza de los elásticos conforme transcurre el tiempo, siendo mayor en el grupo expuesto al 0,05%.

Palabras claves: Elásticos intermaxilares, degradación de fuerzas, clorhexidina, colutorios bucales (Fuentes: DeCS BIREME).

ABSTRACT

Objective. To compare the degradation of forces of intermaxillary elastics exposed to 0,05% and 0,12% chlorhexidine mouthwashes, at different time intervals. **Research Methodology.** experimental study. 90 intermaxillary elastics were used, divided into three groups according to assigned agent: 0,12% chlorhexidine, 0,05% chlorhexidine and distilled water. The elastics were subjected to a constant stretch of 15 mm on metal pins. After initial force measurements were made, the elastics were immersed in the assigned agent for 1 minute. A universal testing machine was used to determine the tensile force. Force measurements were made at baseline, and after 12 and 24 hours. The relationship between variables was evaluated using ANOVA test. **Results.** When evaluating the agents separately, it was observed that exposure to 0,12% and 0,05% chlorhexidine caused a progressive decrease in the strength of the elastics over time ($p < 0.005$). When comparing the variation in forces of both agents in the different time intervals, it was found that in the initial measurement no significant differences were observed ($p: 0.281$). When comparing the forces of both agents at different time intervals, it was found that no significant differences were observed in the initial measurement ($p: 0.281$). After 12 hours, it was observed that exposure to 0,12% chlorhexidine and distilled water caused a similar decrease in strength ($p: 0.593$), and in both cases less than that observed with 0,05% chlorhexidine ($p < 0.001$). After 24 hours, the greatest decrease occurred in the group exposed to 0,05% chlorhexidine, followed by the group exposed to 0,12% chlorhexidine ($p < 0.005$). **Conclusions.** Exposure to 0,12% and 0,05% chlorhexidine mouthwashes caused a progressive decrease in the strength of the elastics over time, being greater in the group exposed to 0,05%.

Keywords: Intemaxillary elastics, force degradation, chlorhexidine, mouth rinses.

NOMBRE DEL TRABAJO

DEGRADACIÓN DE FUERZAS DE ELÁSTICOS INTERMAXILARES EXPUESTOS A COLUTORIOS CON CLORHEXIDINA AL 0,05%

AUTOR

ALLISON KELLY AGUILAR SULLCA; AND REA DANIELA ROJAS PAREJAS

RECuento de palabras

11156 Words

RECuento de caracteres

61423 Characters

RECuento de páginas

69 Pages

Tamaño del archivo

3.7MB

Fecha de entrega

Nov 2, 2024 6:37 PM GMT-5

Fecha del informe

Nov 2, 2024 6:37 PM GMT-5

● **20% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 19% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

[Orcid_0000_0001_7858_3734](https://orcid.org/0000-0001-7858-3734)

INTRODUCCIÓN

Los elásticos son uno de los principales aditamentos empleados para el tratamiento de maloclusiones, debido a que constituyen una alternativa de tratamiento efectiva, sencilla y económica^{1,2}. Sin embargo, su principal desventaja es el no poder mantener una fuerza constante por períodos prolongados, lo que puede ocasionar la interrupción del tratamiento^{3,4}.

Adicionalmente, estos aditamentos tienden a retener placa bacteriana, aumentando el riesgo de caries y enfermedad periodontal^{5,7}. Para estos casos se suele indicar un colutorio antiplaca como auxiliar para la higiene bucal, siendo uno de los más empleados la clorhexidina, debido a su espectro bactericida y alta sustentividad en cavidad oral^{5,10}.

Sin embargo, se ha observado que la exposición prolongada a estos colutorios podría disminuir la fuerza de los elásticos intermaxilares. Diversos estudios han evaluado *in vitro* el efecto de la clorhexidina sola¹¹⁻¹³ o combinada con otros agentes antiplaca (P.ej. fluoruro de sodio)^{7,14-16} con resultados que generan controversia.

Para comprender este efecto es necesario conocer el mecanismo de acción de los elásticos ortodónticos y de los colutorios de clorhexidina.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes de la Investigación

SIVARAMAN K, et al. (2024), compararon el efecto de los colutorios con clorhexidina y del enjuague con aceite vegetal (oil pulling; práctica originaria de la India) sobre la degradación de fuerzas de cadenas elastoméricas empleadas en ortodoncia. El estudio fue experimental in vitro. Se emplearon 21 cadenas elastoméricas, las cuales fueron divididas en tres grupos: clorhexidina al 0,2% (Hexidrin brand), aceite de sésamo y agua destilada (grupo control). Las muestras se sumergieron en los agentes asignados, y su fuerza se midió mediante una máquina de ensayo universal, en los siguientes tiempos: 0, 1, 7, 14, 21 y 28 días. Se encontró que la mayor degradación de fuerza se dio con el agua destilada, seguida del aceite de sésamo y, en menor medida, con la clorhexidina, al cabo de 28 días. Las mediciones de fuerza reportaron diferencias significativas entre los tres grupos en todos los tiempos evaluados, excepto en los días 14 y 21. Se concluye que la menor degradación de fuerza se dio en el grupo expuesto a clorhexidina, seguida por el enjuague con aceite de sésamo⁶.

CSEKŐ K, et al. (2022), evaluaron la influencia de factores extrínsecos (enjuagues bucales, cepillado dental y tabaquismo) sobre el comportamiento mecánico y la estructura de cadenas y ligaduras elásticas de ortodoncia. El estudio fue experimental in vitro. Para el estudio se emplearon ligaduras elásticas (Masel y Dentarurum) y cadenas elásticas (Masel short power chain y Ortho organizer). La fuerza se midió mediante una máquina de ensayo universal. Las mediciones se realizaron inicialmente en los elásticos sin tratar, seguidas de la exposición al humo del cigarrillo, el cepillado de dientes (control mecánico de la placa) y dos colutorios diferentes (Curasept - clorhexidina al 0,05% y fluoruro de sodio al 0,05%; control químico de la placa y Corsodyl - clorhexidina al 0,2). Los cambios en la superficie de los elásticos se estudiaron con microscopía electrónica de barrido. Antes de la exposición, la ligadura elástica Masel mostró una menor resistencia a la tracción que la Dentaurum; también se encontró una mayor resistencia a la tracción para las cadenas elásticas Ortho Organizer en comparación con las cadenas Masel. La reducción de fuerza de la ligadura Masel fue mayor en respuesta a todos los

factores externos en comparación con Dentaurum. Aunque el cepillado con pasta dental y cepillo impactó negativamente en la fuerza de las ligaduras Masel y Ortho, la degradación de la fuerza fue mayor en el caso de Ortho. Los cambios superficiales fueron más notorios cuando se aplicó el colutorio Curasept; sin embargo, la reducción de la fuerza fue mayor en el grupo de Corsodyl. Se concluye que el control químico y mecánico de la placa puede afectar la resistencia a la tracción y la disminución de la fuerza de los elastómeros ortodónticos, lo que debe tenerse en cuenta al seleccionar los elastómeros o determinar su tiempo de recambio¹⁵.

SAM RJ, et al. (2022), evaluaron el efecto de los colutorios de clorhexidina sobre la degradación de fuerzas de cadenas elastoméricas. El estudio fue experimental in vitro. Se emplearon 80 cadenas elastoméricas ortodónticas de los siguientes tipos: continua, corta y larga (American Orthodontics, clear); cada tipo de cadena se evaluó con grupo control. En el grupo control, los tres tipos de cadenas se sumergieron en agua destilada durante 30 segundos todos los días, mientras que en cada grupo experimental las cadenas se sumergieron en el enjuague bucal de clorhexidina (Clohex) durante 30 segundos todos los días. La fuerza de las cadenas se midió mediante una máquina de ensayo universal, en los siguientes tiempos: 0, 1, 7, 14, 21 y 28 días. Se encontró que las cadenas continuas mostraron la menor degradación de fuerzas, tanto en el grupo experimental como en el control a lo largo del estudio. Al compararse los grupos, el grupo experimental mostró mayor degradación de fuerzas que las cadenas continuas y cortas en el día 21. Se concluye que los colutorios de clorhexidina no aceleran la degradación de la fuerza de las cadenas elastoméricas¹³.

MUDE N, et al. (2022), evaluaron el efecto de distintos colutorios de clorhexidina sobre la degradación de fuerzas de cadenas elastoméricas. El estudio fue experimental in vitro. Se emplearon 100 cadenas elastoméricas ortodónticas (3M Unitek), las cuales fueron divididas en cinco grupos: gluconato de clorhexidina al 0,1% (Eludril), gluconato de clorhexidina al 0,12% (Periogard), gluconato de clorhexidina al 0,2% (Clohex), gluconato de clorhexidina al 0,2% con fluoruro de sodio al 0,05% y cloruro de zinc al 0,09% (Clohex Plus), y gluconato de clorhexidina al 0,2% con triclosán al 0,05% y

monofluorofosfato de sodio al 0,07% (Rexidin Plus). La fuerza de las cadenas se midió mediante una máquina de ensayo universal, en los siguientes tiempos: 0, 1, 7, 14, 21 y 28 días. Se encontró que el grupo control presentó la mayor reducción de fuerzas en todos los intervalos de tiempo; al compararse los demás grupos, Clohex Plus mostró la menor degradación de fuerzas, seguido por Rexidin Plus, Clohex, Eludril y Periogard. También se observó que todos los grupos presentaron una degradación de fuerzas hacia el día 28, y que esta degradación es gradual, siendo mayor durante las primeras 24 horas (casi el 50%). Se concluye que los enjuagues evaluados no aceleraron la degradación de fuerzas de las cadenas elastoméricas¹⁴.

SUFARNAP E, et al. (2021), evaluaron el efecto de distintos colutorios a base de clorhexidina sobre la degradación de fuerzas de cadenas elastoméricas. El estudio fue experimental in vitro. Se emplearon 150 cadenas elastoméricas (American Orthodontics), las cuales fueron divididas en tres grupos: saliva artificial (grupo control); gluconato de clorhexidina al 0,1% (Minosep); digluconato de clorhexidina al 0,1% con fluoruro de sodio (Kin). La fuerza de las cadenas se midió mediante una máquina de ensayo universal, en los siguientes tiempos: 0, 1, 7, 14, 21 y 28 días. El estudio no encontró diferencias significativas en la degradación de fuerzas experimentadas entre los tres grupos, en cada intervalo de tiempo. De este modo, se concluye que la adición de fluoruro de sodio al colutorio de clorhexidina no influye sobre la degradación de fuerzas de las cadenas elastoméricas⁷.

1.2 Bases teóricas

1.2.1 ELÁSTICOS INTERMAXILARES

Uno de los principales objetivos del tratamiento ortodóntico es la aplicación de una fuerza leve y continua que permita un óptimo movimiento dentario sin efectos secundarios^{2,5,14}. Bajo este principio, los elásticos se han convertido en uno de los principales recursos empleados en Ortodoncia para corregir las maloclusiones^{1,2,17}.

Entre sus ventajas tenemos el bajo costo, versatilidad, estética aceptable, facilidad para la alimentación e higiene oral, así como para la colocación y retiro

por parte del paciente^{1,2}, entre sus desventajas tenemos la degradación de sus fuerzas, necesidad de cooperación del paciente, y los posibles efectos secundarios propios del material y la técnica aplicada (Por ejemplo: resorción radicular, asimetrías en el plano oclusal, rotaciones dentarias y reacciones alérgicas, entre otros)¹.

Mude *et al.* señalan que el primer reporte sobre el uso de elásticos en ortodoncia fue en 1841. En este se describe el empleo de una goma unida a ganchos fijados en una banda que rodeaba los molares para facilitar su retención, posteriormente en 1893, también se documentó el uso de elásticos ortodónticos en la práctica clínica¹⁴. Sin embargo, estos aditamentos comenzaron a difundirse a partir de un artículo publicado en 1846, donde explicaba su potencial para generar fuerzas intermaxilares para el tratamiento de maloclusiones Clase II (“Anclaje de Baker”)^{13,14}.

Los primeros elásticos ortodónticos fueron de látex, tomando como materia prima la savia de vegetales. Posteriormente, y debido a reportes de hipersensibilidad al látex, se introdujeron los elásticos sintéticos, elaborados a partir del carbón, petróleo y ácidos vegetales^{1,3,4,18}. La experiencia clínica demostró que las cadenas elastoméricas son más económicas, fáciles de manipular, confortables e higiénicas que el látex¹⁴.

La principal característica de los elásticos es, como su nombre lo indica, su elasticidad, definida como la capacidad de un material para recobrar sus dimensiones originales luego de experimentar una deformación sustancial. La elasticidad depende del diseño geométrico y el tipo de tracción molecular existente³.

A pesar de esta propiedad, los elásticos ortodónticos no pueden mantener una fuerza constante por períodos prolongados, lo que origina la disminución del movimiento dentario. A este efecto se conoce como “degradación de fuerza”^{3,5}. y se debe al deslizamiento de la cadena molecular entre las cadenas adyacentes, y a su eventual rompimiento¹⁴. En este caso cuando las cadenas experimentan el rompimiento de sus enlaces internos, inicia el proceso de deformación permanente¹³. Se estima que cerca del 50 a 70% de la fuerza inicial se pierde al

transcurrir las primeras 24 horas (especialmente durante la primera hora); 2 semanas después solo se preserva un pequeño porcentaje de la fuerza inicial².

Existen factores que pueden disminuir la fuerza de estos aditamentos, como la temperatura y pH, la saliva, el tipo de alimentos, fuerzas masticatorias, y el uso de colutorios^{5,7,17,19}; también puede influir el diseño y técnica de manufactura, la exposición a la luz, el tiempo de almacenamiento, la contaminación microbiana y el uso de desinfectantes^{2,4}.

Aunque poco frecuente, existe el riesgo de reacciones alérgicas ante los elásticos cuando son elaborados con látex. Se estima que el 0,12% al 6% de la población general, y el 6,2% de los odontólogos presentan hipersensibilidad ante este material¹⁸.

1.2.2 COLUTORIOS BUCALES

Las cadenas elastoméricas, como todo aparato ortodóntico fijo, aumenta la posibilidad de retener placa bacteriana, dificultando el control mecánico y aumentando el riesgo de caries o enfermedad periodontal^{5,7}.

La limpieza mecánica es la forma más efectiva de remover la placa. Además del cepillo y dentífrico existen auxiliares como los cepillos interdetales y los colutorios antibacterianos^{5,6}. Sin embargo, el control efectivo de la placa requiere voluntad, tiempo y destreza manual, Sin embargo, ello no es posible cuando se trata de pacientes física o mentalmente comprometidos, o en etapa posquirúrgica⁹ así como con pacientes que presentan aparatología ortodóntica¹⁰. En estos casos se puede indicar un colutorio antiplaca como agente auxiliar de limpieza bucal^{9,10}.

Los colutorios suelen presentar diversos agentes antiplaca, siendo uno de los más empleados la clorhexidina, considerada el estándar de oro (Gold standard) para el control del biofilm oral, debido a su espectro bactericida que incluye al S. mutans y alta sustentividad en cavidad oral^{5,6,8,10}. La clorhexidina es una bisbiguanida que se desarrolló en la década del 40 en Reino Unido, promocionándose como desinfectante de uso general. En la década del 70 se descubrió su efecto antiplaca, y en 1976 ya estaba disponible como colutorio⁹. Su estructura química

se basa en una molécula simétrica consistente en 4 anillos clorfenilos y 2 grupos biguanidas conectados por un puente central de hexametileno¹⁰.

A pesar de sus ventajas, la clorhexidina tiene efectos secundarios como decoloración dentaria, alteración del gusto, descamación de las mucosas y aumento en la formación de cálculos dentarios^{8,13}. Debido a ello se recomienda que su uso no se extienda por más de 30 días⁶.

La clorhexidina tiene efecto antimicrobiano y antifúngico, manteniendo su eficacia incluso a bajas concentraciones. Actúa contra bacterias grampositivas y gramnegativas, aeróbicas y anaeróbicas. Puede destruir el ADN y ARN de virus e inactivar su envoltura lipofílica, incluyendo el VIH, virus del herpes simple, citomegalovirus, influenza, parainfluenza y hepatitis B^{9,10}.

Su efecto es mayor a PH entre 5,0 y 8,0²⁰. En comparación con otros agentes antisépticos, la acción de la clorhexidina no se ve afectada por la presencia de sangre u otros fluidos corporales⁸.

La clorhexidina presenta el siguiente mecanismo de acción^{9,21,22}:

- La clorhexidina, con carga positiva, es atraída por la pared celular bacteriana cargada negativamente.
- La clorhexidina establece una adsorción específica y fuerte con las moléculas de fosfato presentes en la superficie bacteriana.
- La clorhexidina penetra la pared celular bacteriana, dañando y comprometiendo su integridad. Esto origina la salida de componentes citoplasmáticos de bajo peso molecular (P.ej. iones de potasio), y la inhibición de algunas enzimas asociadas a la membrana celular (efecto bacteriostático).
- Se produce la coagulación y precipitación citoplasmática, por la formación de complejos con componentes fosforilados como el adenosin trifosfato (ATP) y ácidos nucleicos.

La clorhexidina, a bajas concentraciones, tiene un efecto bacteriostático, uniéndose a la membrana celular bacteriana y aumentando su permeabilidad. Ello se debe a la interacción reversible de la clorhexidina con los grupos carboxilo, sulfato y fosfato de los tejidos²⁰. Esta se libera progresivamente de ocho a doce

horas en su forma activa, evitando la colonización bacteriana durante este intervalo^{9,20}. Su eficacia como agente antimicrobiano o antiproteolítico está asociada a su sustentividad (capacidad de retención) a las estructuras orales (P.ej. mucosa oral, proteínas orales, placa bacteriana y superficie dental)^{9,20}.

El colutorio de clorhexidina es una solución casi neutra (PH:5-7), de efecto tópico, que no debe ser administrada por vía sistémica²³. Después de un enjuague, el 30% puede permanecer en saliva por encima de 5 horas, y sobre la mucosa oral por encima de 12 horas, con niveles plasmáticos indetectables^{21,23}. Esto se debe a que la clorhexidina casi no se absorbe a nivel gastrointestinal, incluso cuando se ingieren cantidades mayores a las recomendadas, lo que reduce su toxicidad^{10,23}.

El uso de colutorios de clorhexidina 2 veces al día (antes de dormir y al levantarse) suele ser recomendado para pacientes con aparatología ortodóntica fija. La cantidad de colutorio empleada varía entre 10 and 20 mL⁵. La dosis ideal va de 18 a 20 mg por aplicación⁹.

Los colutorios de clorhexidina presentan un efecto antiplaca cuando son usados diariamente por 2 semanas en ausencia de limpieza mecánica, y como auxiliar de higiene oral a largo plazo por intervalos de 4-6 semanas hasta los 6 meses⁹.

Algunos componentes de los dentífricos (P.ej. calcio y surfactantes aniónicos) pueden reducir la sustentividad de la clorhexidina. Por esta razón se aconseja que el enjuagatorio con clorhexidina se realice como mínimo 30 minutos después del cepillado; en estos casos se recomienda usar un dentífrico fluorado que contenga cocamidopropil betaína, agente que potencia el efecto remineralizante cuando se combina con la clorhexidina del colutorio⁹.

La clorhexidina se usa en odontología para el control de placa (prevención y tratamiento de caries y enfermedad periodontal), agente profiláctico para cirugías (P.ej. exodoncias, implantes, cirugía periodontal), candidiasis oral, úlceras, halitosis, limpieza de preparaciones cavitarias, irrigante endodóntico, como antiséptico bucal para infecciones orofaríngeas, como enjuague previo a procedimientos para reducir la carga microbiana de los aerosoles, y para desinfección de aparatología odontológica^{20,23,24}. Además del colutorio, la clorhexidina también se encuentra bajo la presentación de gel, chips biodegradables y barnices^{9,23}.

El uso tópico generalizado de agentes con clorhexidina para fines antisépticos ha originado reportes de reacciones alérgicas, incluyendo anafilácticas, cuando han sido aplicados sobre heridas abiertas en piel, sobre membranas mucosas o dispositivos (P.ej. catéteres venosos centrales)^{25,26}. Aunque poco frecuente, se estima que la alergia a la clorhexidina constituye una de las principales causas de alergia perioperatoria clínica²⁵.

1.2.3 DEGRADACIÓN DE FUERZAS DE LOS ELÁSTICOS INTERMAXILARES

Diversos investigadores han analizado el efecto de la clorhexidina sobre los elásticos y cadenas ortodónticas, con resultados que generan controversia. Al respecto, Castelló CA, *et al.* realizó una revisión sistemática y metaanálisis sobre este el efecto de los colutorios sobre la fuerza de cadenas elastoméricas ortodónticas, encontrando que todos provocaban una mayor degradación que los grupos de control. Aunque las diferencias no fueron significativas, se observó que los colutorios que contenían alcohol tienden a provocar una mayor degradación de fuerzas²⁷.

Pithon MM, *et al.* evaluaron el efecto de diferentes colutorios, encontrando que la fuerza de los elásticos ortodónticos tiende a disminuir con el tiempo, aunque esta disminución no tuvo relación con la concentración de la clorhexidina. Los colutorios evaluados en este caso fueron: clorhexidina manipulada al 0,12%, clorhexidina manipulada al 0,2%, colutorio de clorhexidina al 0,12% (Periogard) y colutorio de clorhexidina al 0,2% (Cleanform)¹¹.

Un factor que podría influir en los resultados es el diseño de la cadena elastomérica. Al respecto, Rafeeq RA, *et al.* evaluaron el efecto de colutorios de clorhexidina al 0,12% (Bio fresh) sobre distintos tipos de cadenas elastoméricas cerradas de distintos colores (transparentes, lilas y amarillas). Se encontró que el colutorio disminuye la fuerza de todos los tipos de cadena; al compararse los grupos se encontró que las cadenas transparentes mostraron los mayores niveles de fuerza al inicio, y la menor degradación de sus valores a lo largo del experimento¹². Asimismo, Sam RJ, *et al.* encontraron que los colutorios de clorhexidina (Clohex) no aceleraron la degradación de fuerzas de distintos tipos de cadenas elastoméricas (continua, corta y larga)¹³.

También se han realizado estudios agregando agentes fluorados a la clorhexidina. Sufarnap E, *et al.* compararon el efecto del gluconato de clorhexidina al 0,1% (Minosep) y del digluconato de clorhexidina al 0,1% + fluoruro de sodio (Kin), encontrando que la degradación de fuerzas fue similar entre ambos, y concluyendo que la adición de fluoruro de sodio al colutorio de clorhexidina no influye sobre la degradación de fuerzas de las cadenas elastoméricas⁷. Mude N, *et al.* llegaron a una conclusión similar, empleando gluconato de clorhexidina al 0,1% (Eludril), gluconato de clorhexidina al 0,12% (Periogard), gluconato de clorhexidina al 0,2% (Clohex), gluconato de clorhexidina al 0,2% con fluoruro de sodio al 0,05% y cloruro de zinc al 0,09% (Clohex Plus), y gluconato de clorhexidina al 0,2% con triclosán al 0,05% y monofluorofosfato de sodio al 0,07% (Rexidin Plus)¹⁴.

En la misma línea, Csekő K, *et al.* evaluaron el efecto de dos enjuagues bucales (Corsodyl - clorhexidina al 0,2% -, Curasept - clorhexidina al 0,05% y fluoruro de sodio al 0,05%) sobre el comportamiento mecánico y la estructura de cadenas y ligaduras elásticas de ortodoncia. Se encontró que los cambios en la superficie fueron más visibles cuando se aplicó el enjuague bucal Curasept; sin embargo, la mayor disminución de fuerza se dio en el grupo de Corsodyl¹⁵. Asimismo, Sarkar *et al.* evaluaron el efecto de distintos colutorios de clorhexidina, encontrando que ninguno de ellos produjo una disminución clínicamente significativa de las cadenas elastoméricas. En este caso se evaluaron los siguientes colutorios: clorhexidina al 0,1% (Eludril), clorhexidina al 0,12% (Periogard), clorhexidina al 0,2% (Clohex), clorhexidina al 0,2% + fluoruro de sodio al 0,05% + cloruro de zinc al 0,09% (Clohex Plus), clorhexidina al 0,2% + triclosán al 0,05% + monofluorofosfato de sodio al 0,07% (Rexidin Plus)¹⁶.

Šimunovic L, *et al.* compararon el efecto de distintos colutorios (diclorhidrato de octenidina (Octenident), cloruro de cetilpiridino (Vitis Orthodontic), clorhexidina (Perio Plus+) y agente herbal (Listerine), encontrando que todos ellos provocaron una disminución de fuerzas en las cadenas elastoméricas, siendo mayor en el grupo expuesto a Listerine⁵. Sivaraman K, *et al.* compararon el efecto de colutorios con clorhexidina al 0,2% y del enjuague con aceite de sésamo (oil pulling) sobre las fuerzas de cadenas elastoméricas, encontrando que la menor

degradación se dio en el grupo expuesto a clorhexidina, seguida por el enjuague con aceite⁶.

1.3 Definición de Términos Básicos

- Colutorio: Preparado farmacéutico portador de sustancias antisépticas y calmantes, para enjuagatorios o gargarismos en afecciones bucofaríngeas o para completar la higienización bucal²⁸.
- Degradación: Degeneración en el sentido moral, intelectual o físico, pero traduciéndose en cambio de grado, no de género²⁸.
- Elasticidad: Capacidad de un material para recobrar sus dimensiones originales luego de experimentar una deformación sustancial³.
- Elastómero: Goma o caucho sintético²⁸.
- Fuerza: Causa capaz de determinar movimientos, deformaciones u otras alteraciones en sistemas físicos²⁸.
- Ortodoncia: Ciencia que se ocupa de la morfología facial y bucal en sus diferentes etapas de crecimiento y desarrollo²⁸.

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1 Formulación de Hipótesis

2.1.1 Hipótesis General

Existe diferencia en la degradación de fuerzas de elásticos intermaxilares expuestos a colutorios de clorhexidina en distintos intervalos de tiempo.

2.1.2 Hipótesis Específicas

H₁: Existe diferencia estadísticamente significativa en la fuerza de los elásticos intermaxilares antes de su exposición a colutorios de clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada.

H₀: No existe diferencia estadísticamente significativa en la fuerza de los elásticos intermaxilares antes de su exposición a colutorios de clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada.

H₁: Existe diferencia estadísticamente significativa en la degradación de fuerzas de los elásticos intermaxilares al cabo de las 12 horas de su exposición a colutorios de clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada.

H₀: No existe diferencia estadísticamente significativa en la degradación de fuerzas de los elásticos intermaxilares al cabo de las 12 horas de su exposición a colutorios de clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada.

H₁: Existe diferencia estadísticamente significativa en la degradación de fuerzas de los elásticos intermaxilares al cabo de las 24 horas de su exposición a colutorios de clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada.

H₀: No existe diferencia estadísticamente significativa en la degradación de fuerzas de los elásticos intermaxilares al cabo de las 24 horas de su exposición a colutorios de clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada.

H₁: Existe diferencia estadísticamente significativa en la degradación de fuerzas de los elásticos intermaxilares según el tiempo transcurrido desde su exposición al colutorio: inicio, 12 y 24 horas.

H₀: No existe diferencia estadísticamente significativa en la degradación de fuerzas de los elásticos intermaxilares según el tiempo transcurrido desde su exposición al colutorio: inicio, 12 y 24 horas.

H₁: Existe diferencia estadísticamente significativa en la degradación de fuerzas de los elásticos intermaxilares según el tipo de colutorio evaluado: clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada.

H₀: No existe diferencia estadísticamente significativa en la degradación de fuerzas de los elásticos intermaxilares según el tipo de colutorio evaluado: clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada.

2.2 VARIABLES Y DEFINICIÓN OPERACIONAL

2.2.1 Variables y definiciones

Variable dependiente: Degradación de fuerza del elástico intermaxilar

Definición conceptual: Pérdida de fuerza experimentada por el elástico a través del tiempo^{3,5}.

Definición operacional: La pérdida progresiva de fuerza se midió con una máquina universal de ensayos.

Variable independiente: Concentración de clorhexidina en el colutorio

Definición conceptual: La clorhexidina es un antiséptico del grupo de las bisbiguanidas. Su estructura química se basa en una molécula simétrica consistente en 4 anillos clorofenilos y 2 grupos biguanidas conectados por un puente central de hexametileno¹⁰.

Definición operacional: Para determinar la concentración de clorhexidina en el colutorio se revisó la marca comercial y la información registrada en el empaque

Variable independiente: Tiempo

Definición conceptual: Período que transcurre entre cada toma de datos.

Definición operacional: Los períodos en que se registró la fuerza de los elásticos se midieron con un reloj digital.

2.2.2 Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	VALOR	TIPO	ESCALA
Degradación de fuerza del elástico intermaxilar (V. dependiente)	Unidimensional	Máquina universal de ensayos	Gramos-fuerza	Cuantitativa	Razón
Concentración de clorhexidina en el colutorio (V. independiente)	Unidimensional	Marca comercial e información registrada en el empaque	- Clorhexidina al 0,05% - Clorhexidina al 0,12% - Agua destilada (control)	Cualitativa	Nominal
Tiempo (V. independiente)	Unidimensional	Reloj digital	- Inicial - 12 horas - 24 horas	Cualitativa	Ordinal

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño Metodológico

Experimental:	El investigador controla al menos una de las variables. En este caso, la concentración de clorhexidina y el tiempo de exposición al colutorio.
Analítico:	Compara dos o más grupos, en función de las variables. En este caso se compara la degradación de fuerza de tres grupos de elásticos expuestos a distintos colutorios.
Longitudinal:	La variable se midió más de una vez. En este caso, al inicio y cabo de 12 y 24 horas.
Prospectivo	La información se recolectó después de la planificación del estudio.

El diseño metodológico y las variables del estudio se resumen en la matriz de consistencia (Anexo 1).

3.2 Diseño Muestral

Muestra: 90 elásticos intermaxilares distribuidos en 3 grupos de acuerdo con el agente asignado: clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada (30 elásticos en cada grupo).

Unidad de análisis: Elásticos intermaxilares de látex de la marca Orthometric, de 1/4 pulgadas de fuerza media (125 g).

Técnica de muestreo: No probabilístico

Tamaño muestral

Para determinar el tamaño muestral se tomó como referencia los estudios de Pacheco R²⁹, Herrera AG³⁰ y Montenegro OA, *et al*³¹. En base a ello, se emplearán 90 elásticos intermaxilares, divididos aleatoriamente en tres grupos según el agente antimicrobiano asignado:

- Grupo 1: 30 elásticos intermaxilares de látex de la marca Orthometric, de 1/4 pulgadas de fuerza media (125 g), que serán sumergidos en Clorhexidina al 0,05%.
- Grupo 2: 30 elásticos intermaxilares de látex de la marca Orthometric, de 1/4 pulgadas de fuerza media (125 g), que serán sumergidos en Clorhexidina al 0,12%.
- Grupo 3: 30 elásticos intermaxilares de látex de la marca Orthometric, de 1/4 pulgadas de fuerza media (125 g), que serán sumergidos en agua destilada (grupo control).

Criterios de Inclusión

- Pertenecer al mismo lote.
- Empaque sellado.
- Fecha de expiración vigente.

Criterios de exclusión

- Sellado del empaque roto.
- Defectos de fabricación.

3.3 Técnicas de Recolección de Datos

La investigación se llevó a cabo mediante el procedimiento aplicado por Pacheco R²⁷ y Herrera AG²⁸.

Las muestras de 90 elásticos fueron divididas en tres grupos de 30, de acuerdo al agente asignado: clorhexidina al 0,12%, clorhexidina al 0,05% y agua destilada (control).

Seguidamente se prepararon seis bases con acrílico de autocurado (Vitacryl), de 5 mm de espesor, 50 mm de ancho y 80 mm de largo. En cada base se hicieron perforaciones con una fresa redonda de carburo, con una profundidad de 5 mm y 15 mm de separación entre ellas. En estas perforaciones se insertaron pines metálicos de 15 mm, elaborados con alambre ortodóntico de 1,2 mm de diámetro, fijándolos con acrílico. Los pines permiten que los elásticos sean sometidos a un estiramiento constante a una distancia de 15 mm, para el análisis de fuerzas.

Se colocaron 300 ml de las soluciones de prueba y control en recipientes herméticos de plástico, los cuales fueron etiquetados con el nombre de la solución. Después de realizarse las mediciones iniciales de fuerza, las cadenas elastoméricas fueron expuestas al agente asignado de acuerdo al siguiente protocolo:

- Grupo 1: Clorhexidina al 0,12%, Exposición por 1 minuto, una vez al día.
- Grupo 2: Clorhexidina al 0,05%. Exposición por 1 minuto, una vez al día.
- Grupo 3 (grupo control): Agua destilada a 37°C.

La fuerza de los elásticos se midió con una máquina digital de ensayos universales CMT-5L (Marca LG; Laboratorio "High Technology Laboratory Certificate, HTL), y los valores fueron registrados en el instrumento de recolección de datos (anexo 2). Las fuerzas se midieron al inicio (antes de la exposición a las soluciones), y después de 12 y 24 horas. Durante el tiempo en que las cadenas no fueron expuestas a las soluciones, permanecieron en un recipiente con agua destilada. El ensayo se realizó a una temperatura de 19,7°C, y 65% de humedad relativa.

3.4 Técnicas Estadísticas para el Procesamiento de la Información

Análisis descriptivo: Medidas de tendencia central y dispersión; gráficos de caja y bigote.

Análisis inferencial: pruebas t de Student y ANOVA, con significancia de 5%.

Procesado de datos: Programa SPSS.

3.5 Aspectos Éticos

- Se contó con la aprobación del Comité de Ética de la FO-USMP.
- Se contó con la aprobación del Asesor y del Comité revisor de la FO-USMP.
- El estudio no comprometió la salud de seres vivos.

CAPITULO IV: RESULTADOS

En la **tabla 1** se presenta el análisis descriptivo de la fuerza de los elásticos intermaxilares antes de su exposición a colutorios de clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada. En la tabla se detallan las medidas de tendencia central y dispersión.

Tabla 1. Análisis descriptivo de la fuerza de los elásticos intermaxilares antes de su exposición a colutorios de clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada.

	Media (gf)	Desviación típica	Mediana	Intervalo de confianza		Valor mínimo	Valor máximo	Error típico
				Límite inferior	Límite superior	o		
Clorhexidina al 0,12%	98,67	9,57	97,89	95,10	102,25	79,54	122,37	1,75
Clorhexidina al 0,05%	97,01	8,70	97,38	93,76	100,26	77,5	113,19	1,59
Agua destilada (control)	95,10	7,45	95,34	92,32	97,89	78,52	106,05	1,36

En la **tabla 2** se presenta el análisis descriptivo de la fuerza de los elásticos intermaxilares al cabo de 12 horas de su exposición a colutorios de clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada. En la tabla se detallan las medidas de tendencia central y dispersión.

Tabla 2. Análisis descriptivo de la fuerza de los elásticos intermaxilares al cabo de 12 horas de su exposición a colutorios de clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada.

	Media (gf)	Desviación típica	Mediana	Intervalo de confianza		Valor mínimo	Valor máximo	Error típico
				Límite inferior	Límite superior			
Clorhexidina al 0,12%	79,68	8,27	79,54	76,59	82,76	64,24	99,93	1,51
Clorhexidina al 0,05%	72,09	6,99	71,38	69,48	74,70	56,08	83,62	1,28
Agua destilada	81,51	6,43	82,60	79,11	83,91	65,26	92,79	1,17

En la **tabla 3** se presenta el análisis descriptivo de la fuerza de los elásticos intermaxilares al cabo de 24 horas de su exposición a colutorios de clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada. En la tabla se detallan las medidas de tendencia central y dispersión.

Tabla 3. Análisis descriptivo de la fuerza de los elásticos intermaxilares al cabo de 24 horas de su exposición a colutorios de clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada.

	Media (gf)	Desviación típica	Mediana	Intervalo de confianza		Valor mínimo	Valor máximo	Error típico
				Límite inferior	Límite superior			
- Clorhexidina al 0,12%	73,66	7,54	72,91	70,84	76,47	61,18	93,81	1,38
- Clorhexidina al 0,05%	66,96	6,64	66,28	64,48	69,44	53,03	78,52	1,21
- Agua destilada (control)	78,96	6,89	80,56	76,39	81,53	63,22	90,75	1,26

En la **tabla 4** se presenta la prueba de normalidad para las 3 mediciones en cada grupo de muestras, observándose que todos los grupos presentan distribución normal ($P > 0,05$).

Tabla 4. Pruebas de normalidad de la fuerza inicial, a las 12 y 24 horas, para cada grupo de muestras.

	PRUEBA DE NORMALIDAD	
	Kolmogorov - Smirnov Estadístico	P
Clorhexidina al 0,12%		
- Inicial	0,099	0,200
- 12 horas	0,095	0,200
- 24 horas	0,159	0,052
Clorhexidina al 0,05%		
- Inicial	0,092	0,200
- 12 horas	0,093	0,200
- 24 horas	0,108	0,200
Agua destilada (control)		
- Inicial	0,111	0,200
- 12 horas	0,146	0,101
- 24 horas	0,159	0,052

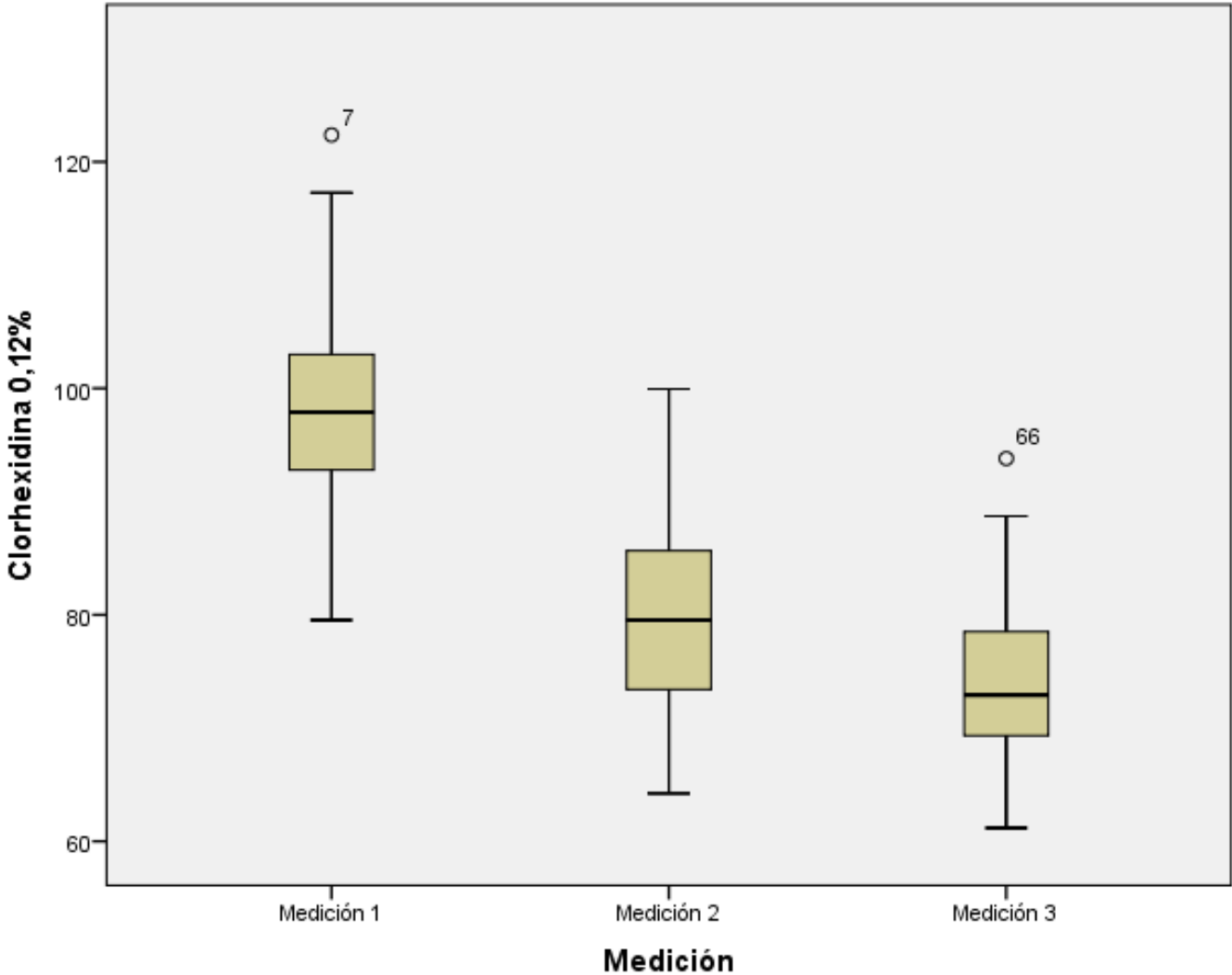
La **tabla 5** presenta la comparación de las tres mediciones de fuerza para el grupo expuesto a la clorhexidina al 0,12%. La comparación se realizó mediante la prueba ANOVA. Se encontró que existe una diferencia significativa entre ambas mediciones ($p < 0,001$). Al realizarse el análisis post hoc se encontró diferencias significativas entre las tres mediciones ($p < 0,005$), concluyendo que la exposición al agente provoca una disminución progresiva de la fuerza del elástico conforme transcurre el tiempo.

Tabla 5. Comparación de la fuerza de los elásticos registrada en las 3 mediciones, para el grupo expuesto a la clorhexidina al 0,12%.

HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS Prueba de Levene		PRUEBA DE HIPÓTESIS Prueba ANOVA Estadístico		ANÁLISIS POST HOC (HSD de Tukey)					
Estadístico	P		P		Diferencia de medias	Error típico	L. inf.	L. sup.	P
0,567	0,569	70,763	0,000	Inicial – 12 horas	18,895*	2,195	13,76	24,23	0,000
				12 horas – 24 horas	6,020*	2,195	0,79	11,25	0,020
				Inicial – 24 horas	25,016*	2,195	19,78	30,25	0,000

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Gráfico 5. Comparación de la fuerza registrada en las 3 mediciones, para el grupo expuesto a la clorhexidina al 0,12%.



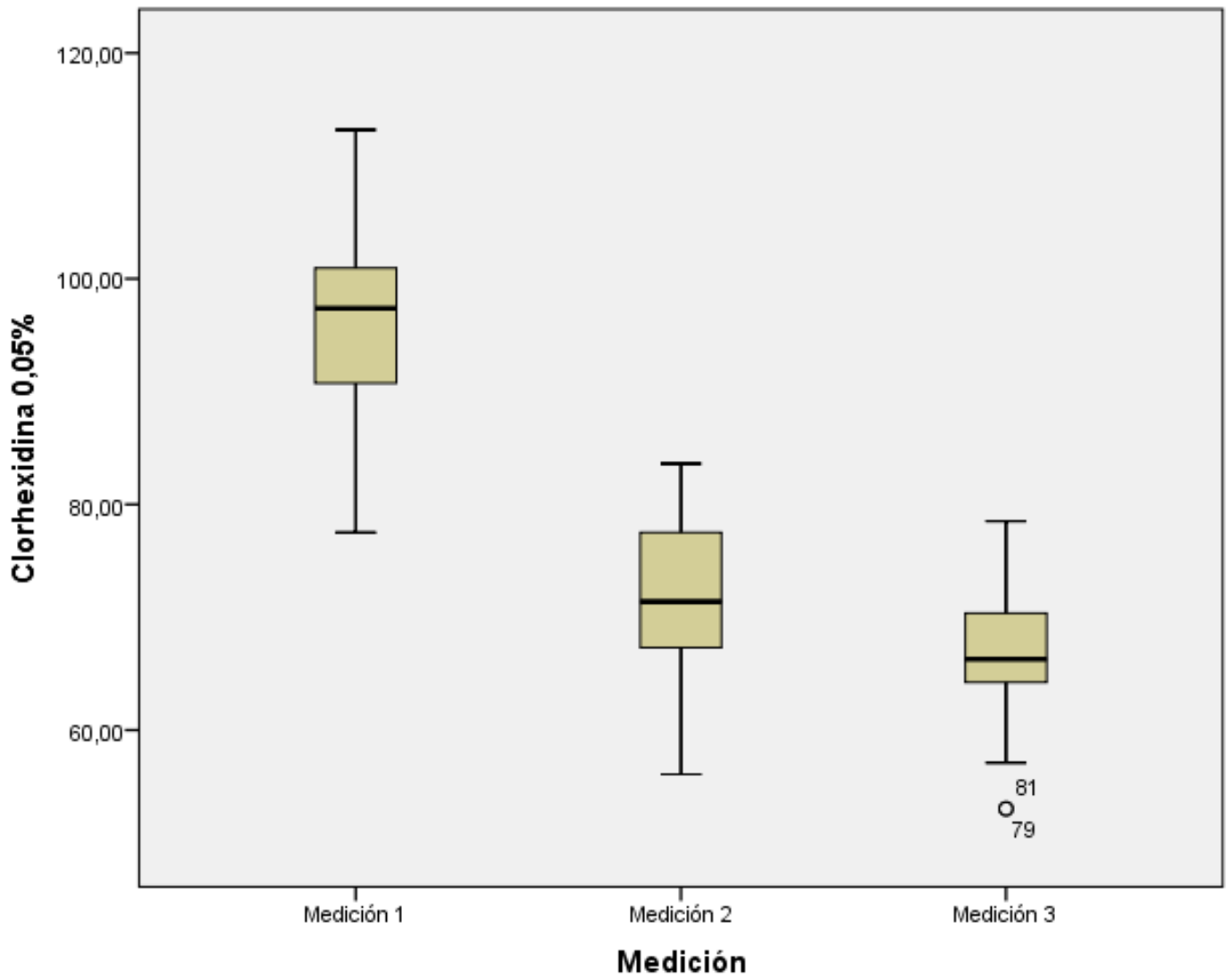
La **tabla 6** presenta la comparación de las tres mediciones de fuerza para el grupo expuesto a la clorhexidina al 0,05%. La comparación se realizó mediante la prueba ANOVA. Se encontró que existe una diferencia significativa entre ambas mediciones ($p < 0,001$). Al realizarse el análisis post hoc se encontró diferencias significativas entre las tres mediciones ($p < 0,005$), concluyendo que la exposición al agente provoca una disminución progresiva de la fuerza del elástico conforme transcurre el tiempo

Tabla 6. Comparación de la fuerza de los elásticos registrada en las 3 mediciones, para el grupo expuesto a la clorhexidina al 0,05%.

HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS				ANÁLISIS POST HOC (HSD de Tukey)					
Prueba de Levene		PRUEBA DE HIPÓTESIS Prueba ANOVA		Diferencia de medias	Error típico	L. inf.	L. sup.	P	
Estadístico	P	Estadístico	P						
1,048	0,355	137,81	0,000	Inicial – 12 horas	24,91*	1,936	20,30	29,53	0,000
				12 horas – 24 horas	5,13*	1,936	0,52	9,75	0,026
				Inicial – 24 horas	30,05*	1,936	25,43	34,66	0,000

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Gráfico 6. Comparación de la fuerza registrada en las 3 mediciones, para el grupo expuesto a la clorhexidina al 0,05%.



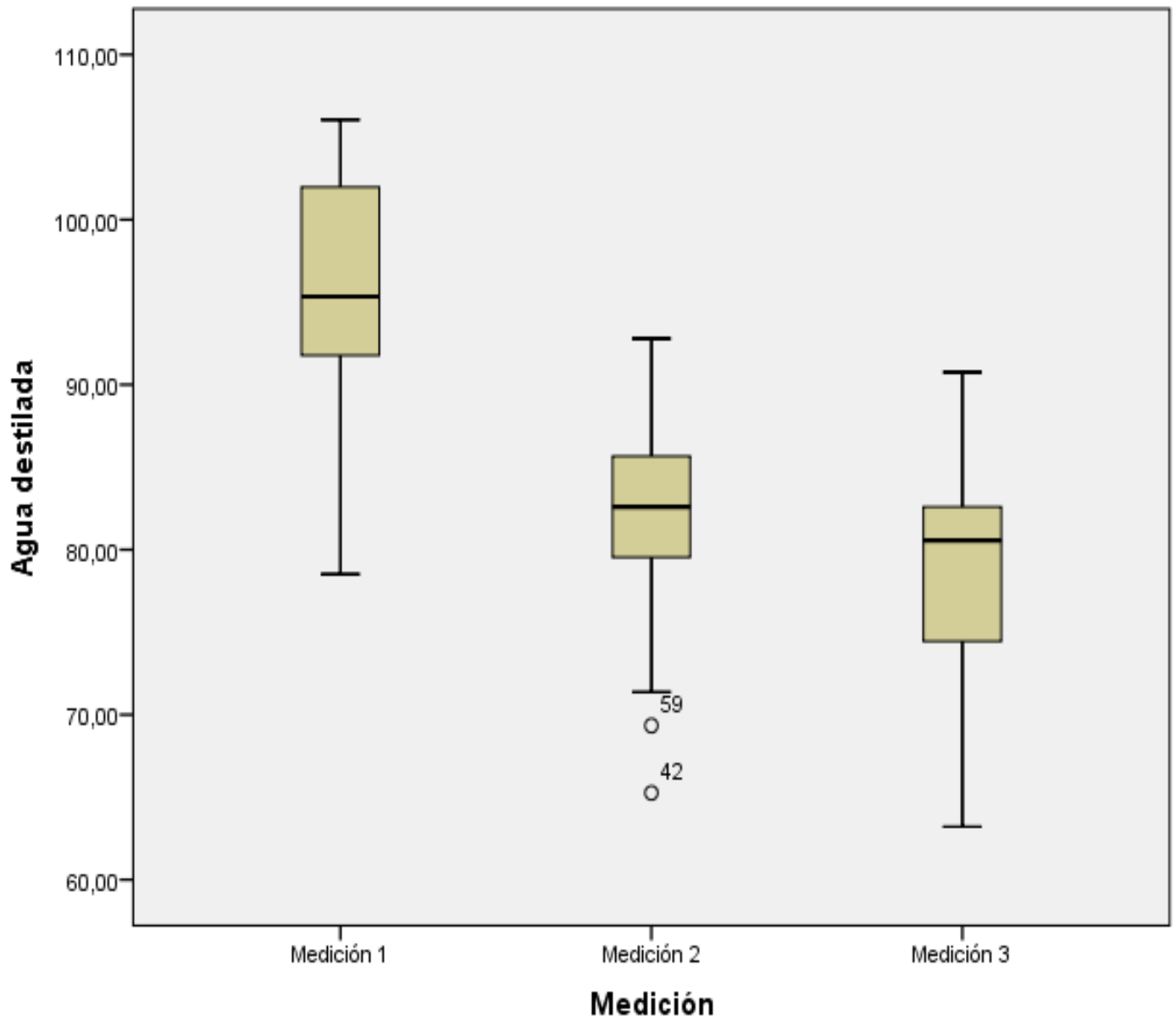
La **tabla 7** presenta la comparación de las tres mediciones de fuerza para el grupo expuesto al agua destilada (control). La comparación se realizó mediante la prueba ANOVA. Se encontró que existe una diferencia significativa entre ambas mediciones ($p < 0,001$). Al realizarse el análisis post hoc se encontró diferencias significativas entre la medición 1 con la medición 2 y la medición 3 ($p < 0,001$); sin embargo, no se observó diferencia significativa entre la medición 2 y la medición 3 ($p: 0,332$). Se concluye que la exposición al agua destilada provocó una disminución de fuerzas hacia las 12 horas, con tendencia a estabilizarse hacia las 24 horas.

Tabla 7. Comparación de la fuerza de los elásticos registrada en las 3 mediciones, para el grupo expuesto al agua destilada (control).

HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS Prueba de Levene		PRUEBA DE HIPÓTESIS Prueba ANOVA		ANÁLISIS POST HOC (HSD de Tukey)					
Estadístico	P	Estadístico	P		Diferencia de medias	Error típico	L. inf.	L. sup.	P
0,338	0,714	46,981	0,000	Inicial – 12 horas	13,59*	1,791	9,32	17,86	0,000
				12 horas – 24 horas	2,55	1,791	-1,71	6,82	0,332
				Inicial – 24 horas	16,15*	1,791	11,88	20,41	0,000

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Gráfico 7. Comparación de la fuerza registrada en las 3 mediciones, para el grupo expuesto al agua destilada (control).

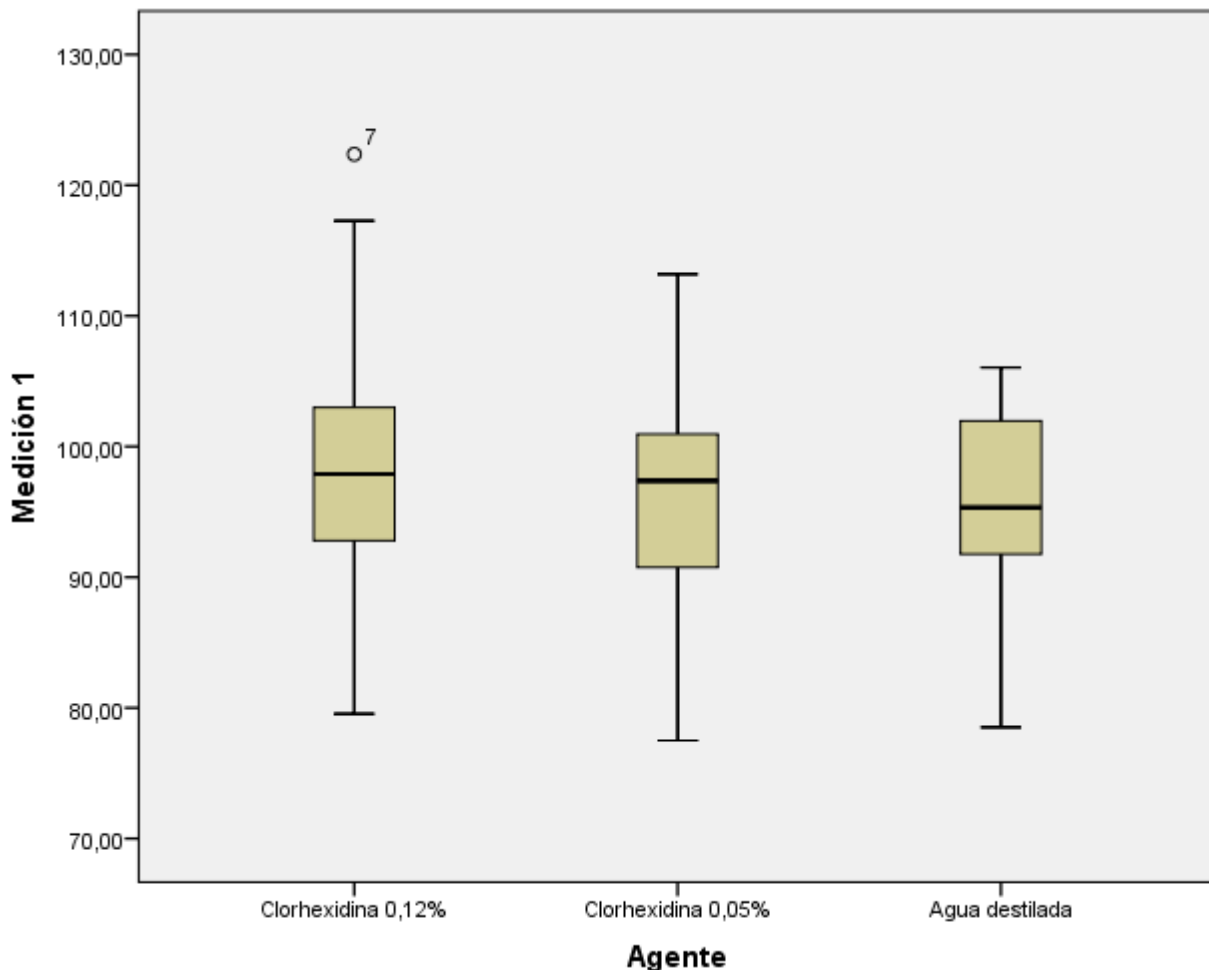


La **tabla 8** presenta la comparación de las fuerzas de los elásticos expuestos a los tres agentes durante la primera medición (inicio). La comparación se realizó mediante la prueba ANOVA. Se encontró que no existe una diferencia significativa entre los grupos (p: 0,281).

Tabla 8. Comparación de las fuerzas de los elásticos expuestos a los tres agentes durante la primera medición (inicio).

HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS		PRUEBA DE HIPÓTESIS	
Prueba de Levene		Prueba ANOVA	
Estadístico	P	Estadístico	P
0,403	0,670	1,288	0,281

Gráfico 8. Comparación de las fuerzas de los elásticos expuestos a los tres agentes durante la primera medición (inicio).



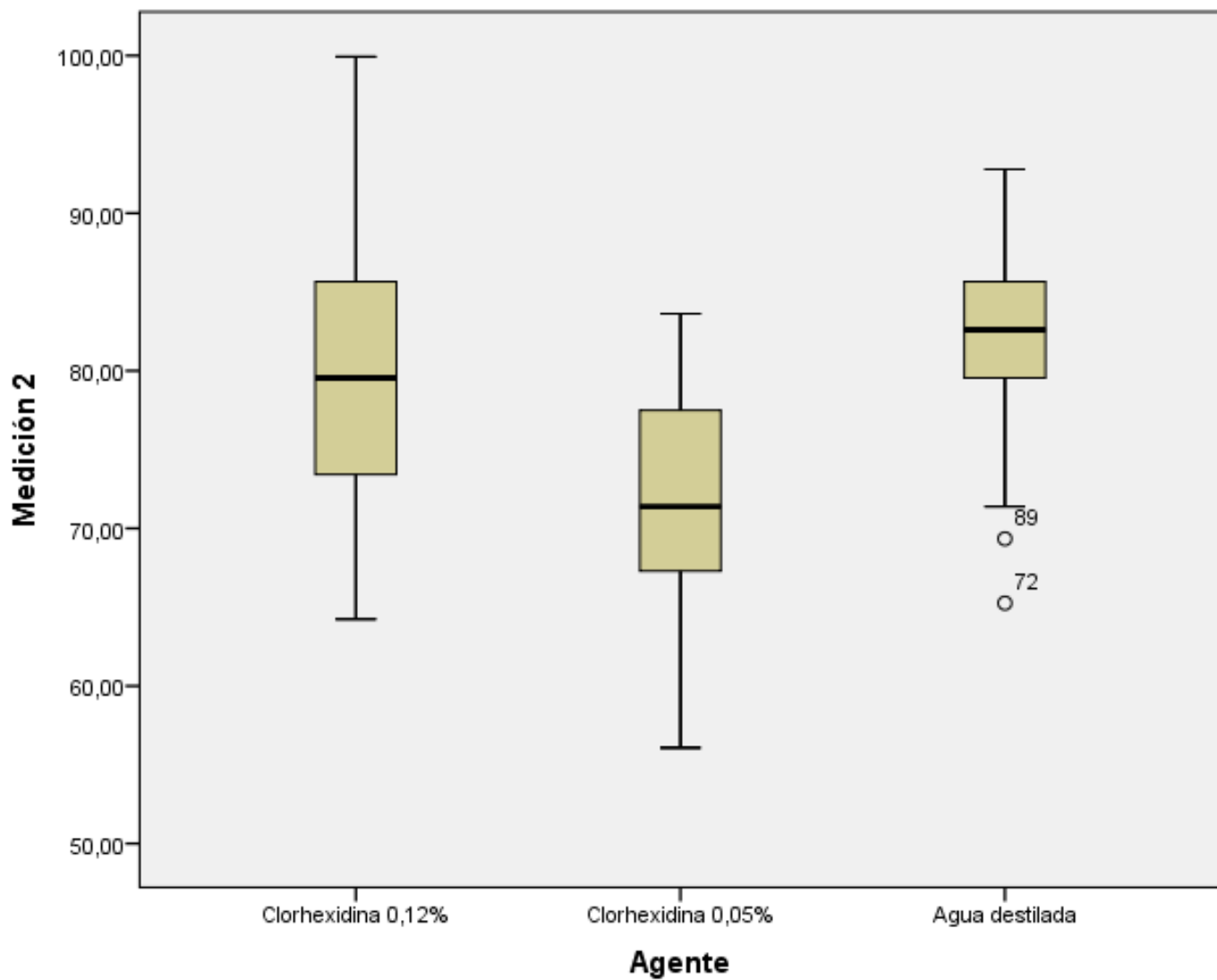
La **tabla 9** presenta la comparación de las fuerzas de los elásticos expuestos a los tres agentes durante la segunda medición (12 horas). La comparación se realizó mediante la prueba ANOVA. Se encontró que existe una diferencia significativa entre los grupos ($p < 0,001$). Al realizarse el análisis post hoc se encontró diferencias significativas entre los grupos expuestos a la clorhexidina al 0,05% y al 0,12% ($p < 0,001$), así como entre los grupos expuestos a la clorhexidina al 0,05% y al agua destilada ($p < 0,001$); sin embargo, no se observó diferencia significativa entre los grupos expuestos a la clorhexidina al 0,12% y al agua destilada ($p: 0,593$). Se concluye que, al cabo de 12 horas la exposición a la clorhexidina al 0,12% y al agua destilada provocó una disminución de fuerzas similar, y en ambos casos menor a la observada con la clorhexidina al 0,05%.

Tabla 9. Comparación de las fuerzas de los elásticos expuestos a los tres agentes durante la segunda medición (12 horas).

HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS Prueba de Levene		PRUEBA DE HIPÓTESIS Prueba ANOVA		ANÁLISIS POST HOC (HSD de Tukey)					
Estadístico	P	Estadístico	P		Diferencia de medias	Error típico	L. inf.	L. sup.	P
0,843	0,434	14,154	0,000	Clorhexidina 0,12% - Clorhexidina 0,05%	7,58*	1,88	3,11	12,06	0,000
				Clorhexidina 0,12% - agua destilada	-1,83	1,88	-6,31	2,64	0,593
				Clorhexidina 0,05% - Agua destilada	-9,42*	1,88	-13,89	-4,94	0,000

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Gráfico 9. Comparación de las fuerzas de los elásticos expuestos a los tres agentes durante la segunda medición (12 horas).



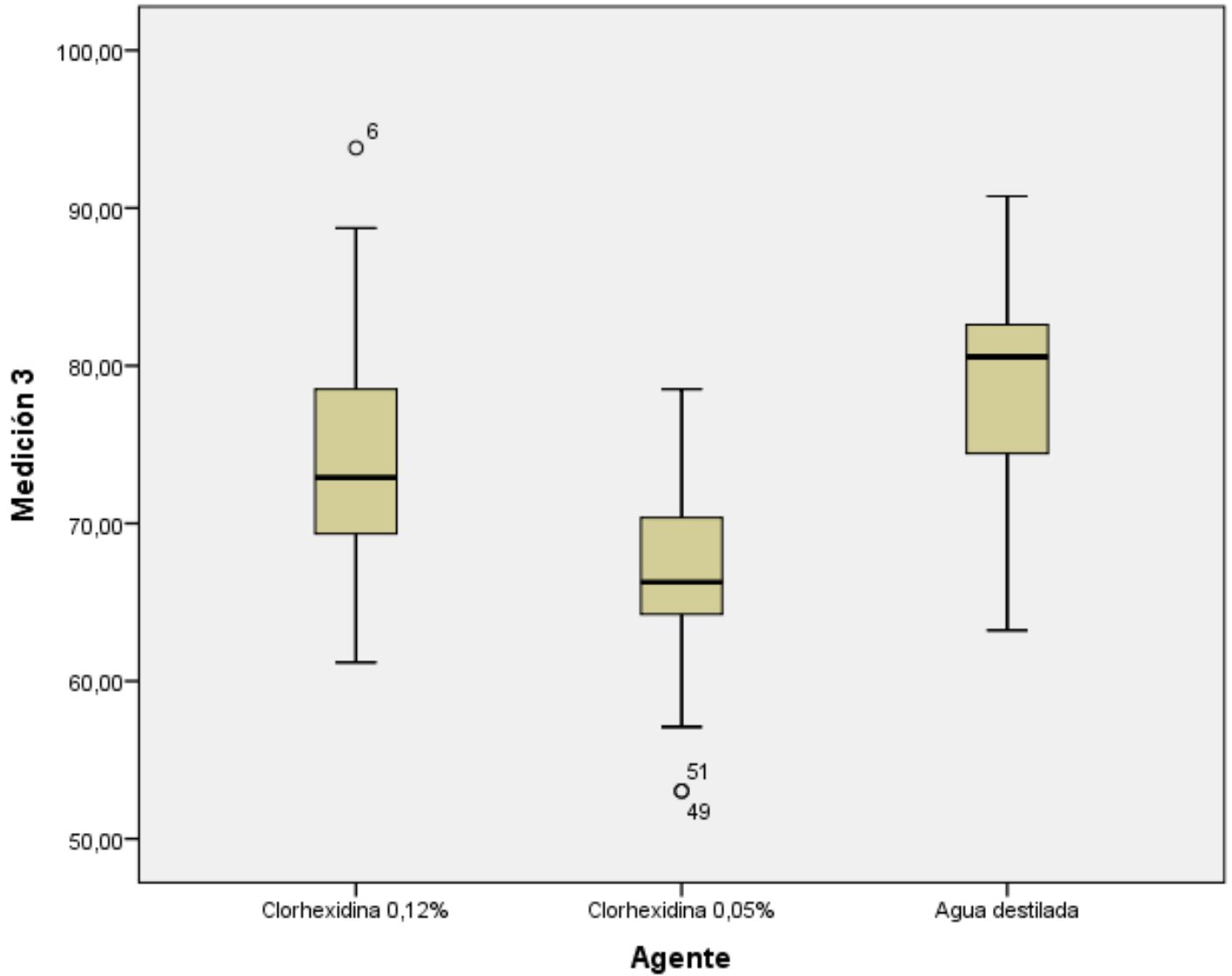
La **tabla 10** presenta la comparación de las fuerzas de los elásticos expuestos a los tres agentes durante la tercera medición (24 horas). La comparación se realizó mediante la prueba ANOVA. Se encontró que existe una diferencia significativa entre los grupos ($p < 0,001$). Al realizarse el análisis post hoc se encontró diferencias significativas entre los grupos expuestos a la clorhexidina al 0,12% y al 0,05% ($p: 0,001$), así como entre los grupos expuestos a la clorhexidina al 0,05% y al agua destilada ($p < 0,001$), y entre los grupos expuestos a la clorhexidina al 0,12% y al agua destilada ($p: 0,012$). Se concluye que, al cabo de 24 horas la mayor disminución se dio en el grupo expuesto a la clorhexidina al 0,05% seguido por el grupo expuesto a la clorhexidina al 0,12%, mientras que la menor disminución se observó en el grupo expuesto al agua destilada (control).

Tabla 10. Comparación de las fuerzas de los elásticos expuestos a los tres agentes durante la tercera medición (24 horas).

HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS Prueba de Levene		PRUEBA DE HIPÓTESIS Prueba ANOVA		ANÁLISIS POST HOC (HSD de Tukey)					
Estadístico	P	Estadístico	P	Diferencia de medias	Error típico	L. inf.	L. sup.	P	
0,139	0,870			Clorhexidina 0,12% - Clorhexidina 0,05%	6,70*	1,82	2,37	11,03	0,001
		21,933	0,000	Clorhexidina 0,12% - agua destilada	-5,30*	1,82	-9,63	-0,97	0,012
				Clorhexidina 0,05% - Agua destilada	-11,99*	1,82	-16,33	-7,67	0,000

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Gráfico 10. Comparación de las fuerzas de los elásticos expuestos a los tres agentes durante la tercera medición (24 horas).



CAPITULO V: DISCUSIÓN

El uso de un aparato de ortodoncia exige al paciente un especial cuidado ya que provoca una mayor acumulación de placa bacteriana y dificulta la higiene bucal, lo que puede originar desmineralización del esmalte, caries dental y gingivitis^{5,7,11}. Por ello es necesario que el odontólogo implemente un programa de educación preventiva e individualizada para cada paciente. En aquellos pacientes que no pueden realizar una buena higiene bucal – P.ej. limitaciones motoras, retraso mental, geriátricos y portadores de aparatos de ortodoncia -, además del control mecánico es importante implementar el control químico de la placa^{9,11}.

Entre los antisépticos de uso oral, la clorhexidina es uno de los agentes más potentes y estudiados. Sin embargo, aunque permite reducir la placa bacteriana^{5,10}, también es importante tener en cuenta su efecto cuando el paciente es portador de aditamentos elásticos.

El fundamento del movimiento ortodóntico proviene de la aplicación de fuerzas sobre el diente, por medio de accesorios como los elásticos. Sin embargo, a pesar de su amplia difusión estos aditamentos no llegan a reunir las condiciones ideales pues su fuerza tiende a disminuir en función del tiempo de activación, el medio oral y factores como la dieta o el uso de colutorios^{5,7,11,17,19}.

El presente estudio encontró que la exposición a colutorios de clorhexidina al 0,12% y 0,05% provocó una disminución progresiva de la fuerza de los elásticos conforme transcurre el tiempo, siendo mayor en el grupo expuesto al 0,05%. Este hallazgo coincide con lo reportado por Pithon MM, *et al.*, quienes evaluaron el efecto de diferentes presentaciones (clorhexidina manipulada al 0,12%, clorhexidina manipulada al 0,2%, colutorio de clorhexidina al 0,12% (Periogard) y colutorio de clorhexidina al 0,2% (Cleanform)), encontrando que la fuerza de los elásticos ortodónticos tiende a disminuir con el tiempo, aunque en este caso la disminución no tuvo relación con la concentración del agente¹¹.

También se han realizado estudios agregando agentes fluorados a la clorhexidina. Sufarnap E, *et al.* compararon el efecto del gluconato de clorhexidina al 0,1% (Minosep) y del digluconato de clorhexidina al 0,1% + fluoruro de sodio (Kin), encontrando que la degradación de fuerzas fue similar entre ambos, y

concluyendo que la adición de fluoruro de sodio al colutorio de clorhexidina no influye sobre la degradación de fuerzas de las cadenas elastoméricas.⁷ Mude N, *et al.* llegaron a una conclusión similar, comparando el gluconato de clorhexidina al 0,1% (Eludril), gluconato de clorhexidina al 0,12% (Periogard), gluconato de clorhexidina al 0,2% (Clohex), gluconato de clorhexidina al 0,2% con fluoruro de sodio al 0,05% y cloruro de zinc al 0,09% (Clohex Plus), y gluconato de clorhexidina al 0,2% con triclosán al 0,05% y monofluorofosfato de sodio al 0,07% (Rexidin Plus).¹⁴ Sin embargo, Sarkar *et al.* encontraron que la mayor degradación de fuerzas se observó con clorhexidina al 0,12% (Periogard), seguida por clorhexidina al 0,1% (Eludril), clorhexidina al 0,2% (Clohex) y clorhexidina al 0,2% + triclosán al 0,05% + monofluorofosfato de sodio al 0,07% (Rexidin Plus); mientras que la menor disminución de fuerzas se dio con clorhexidina al 0,2% + fluoruro de sodio al 0,05% + cloruro de zinc al 0,09% (Clohex Plus). Sin embargo, los autores señalan también que la magnitud de esta disminución de fuerzas es leve, y no tuvo relevancia clínica¹⁶.

Csekő K, *et al.* compararon el efecto de dos enjuagues bucales (Corsodyl clorhexidina al 0,2%, Curasept clorhexidina al 0,05% y fluoruro de sodio al 0,05%), encontrando que la mayor disminución de fuerza se dio con Corsodyl¹⁵.

Un factor que podría influir en los resultados es el diseño de la cadena elastomérica. Al respecto, Rafeeq RA, *et al.* evaluaron el efecto de colutorios de clorhexidina al 0,12% (Bio fresh) sobre cadenas elastoméricas cerradas de distintos colores (transparentes, lilas y amarillas). Se encontró que el colutorio disminuye la fuerza de todos los tipos de cadena; al compararse los grupos se encontró que las cadenas transparentes mostraron los mayores niveles de fuerza al inicio, y la menor degradación de sus valores a lo largo del experimento¹². Por el contrario, Sam RJ, *et al.* encontraron que los colutorios de clorhexidina (Clohex) no aceleraron la degradación de fuerzas de distintos tipos de cadenas elastoméricas (continua, corta y larga)¹³.

Otro factor es el medio en que se realiza el estudio. Cuando se evalúa en un medio húmedo, la degradación de la fuerza de los elásticos sintéticos tiende a ser significativamente mayor que cuando se realiza en un ambiente seco¹¹.

Asimismo, hay que tener en cuenta que el uso de distintas concentraciones y tiempos de aplicación dificulta la comparación entre los estudios. Con esta limitación, Castelló CA, *et al.* realizó una revisión sistemática y meta análisis sobre el efecto de distintos colutorios sobre la fuerza de cadenas elastoméricas ortodónticas, encontrando que todos provocaban una mayor degradación que los grupos de control. Un detalle interesante fue que, aunque las diferencias no fueron significativas, se observó que los colutorios que contenían alcohol tienden a provocar una mayor degradación de fuerzas³⁰.

Teniendo en cuenta que los pacientes ortodónticos suelen requerir colutorios como auxiliares de higiene bucal, los investigadores han ensayado diversas alternativas. Por ejemplo, Omodkhoda M, *et al.* encontraron que los colutorios de pérsica provocaron una menor disminución de fuerzas de cadenas elastoméricas al cabo de 4 semanas, en comparación con la clorhexidina al 0,2% y el fluoruro de sodio al 0,05%, recomendando su uso para estos pacientes³¹.

También se han realizado estudios comparando el efecto de la clorhexidina con otros agentes e incluso con productos herbales, con resultados que también generan controversia. Menon VV, *et al.* encontraron que el Listerine y el alcohol al 26,9% provocaron mayor disminución de fuerzas de cadenas elastoméricas al cabo de 28 días, en comparación con la clorhexidina al 0,2%³². Šimunovic L, *et al.* compararon el efecto de distintos colutorios (diclorhidrato de octenidina (Octenident), cloruro de cetilpiridino (Vitis Orthodontic), clorhexidina (Perio Plus+) y agente herbal (Listerine), encontrando que todos ellos provocaron una disminución de fuerzas en las cadenas elastoméricas, siendo mayor en el grupo expuesto a Listerine⁵. Asimismo, Sivaraman K, *et al.* compararon el efecto de colutorios con clorhexidina al 0,2% y del enjuague con aceite de sésamo (oil pulling) sobre las fuerzas de cadenas elastoméricas, encontrando que la menor degradación se dio en el grupo expuesto a clorhexidina, seguida por el enjuague con aceite⁶.

El presente estudio tiene como limitaciones la falta de investigaciones realizadas en el Perú sobre este tema, por lo que se revisaron estudios realizados en otros países. Asimismo, el uso de distintas concentraciones y tiempos de aplicación dificulta la comparación entre los estudios. También hay que tener en cuenta la

imposibilidad de reproducir con fidelidad las condiciones que se presentan en la cavidad bucal.

CONCLUSIONES

Conclusión general:

El estudio encontró que existe diferencia en la degradación de fuerzas de elásticos intermaxilares expuestos a colutorios de clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada, en distintos intervalos de tiempo.

Conclusión específica:

1. Al realizar la medición inicial antes de la exposición de los elásticos intermaxilares a los colutorios con clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada no se observó diferencias significativas en los grupos determinados para cada agente.
2. Al realizar la medición trascurrido las 12 horas luego de la exposición al colutorio se pudo determinar la fuerza de los elásticos intermaxilares, teniendo así que el colutorio con clorhexidina al 0,05% presenta una fuerza de 72,09, clorhexidina al 0,12% de 79,68 y agua destilada de 81,51.
3. Al realizar la medición trascurrido las 12 horas luego de la exposición al colutorio se pudo determinar la fuerza de los elásticos intermaxilares, teniendo así que el colutorio con clorhexidina al 0,05% presenta una fuerza de 66,96, clorhexidina al 0,12% de 73,66 y agua destilada de 78,96.
4. Al compararse la variación de fuerzas de ambos agentes en los distintos intervalos de tiempo, se encontró que en la medición inicial no se reportaron diferencias significativas. Al cabo de 12 horas se observó que la exposición a la clorhexidina al 0,12% y al agua destilada provocó una disminución de fuerzas similar, y en ambos casos menor a la observada con la clorhexidina al 0,05%. Al cabo de 24 horas la mayor disminución se dio en el grupo expuesto a la clorhexidina al 0,05% seguido por el grupo expuesto a la clorhexidina al 0,12%, mientras que la menor disminución se observó en el grupo expuesto al agua destilada (control).
5. Al evaluar los agentes por separado, se observó que la exposición a la clorhexidina al 0,12% y al 0,05% provocó una disminución progresiva de la fuerza de los elásticos conforme transcurre el tiempo. En el caso del agua destilada, se observó una disminución a las 12 horas, con tendencia a estabilizarse hacia las 24 horas.

RECOMENDACIONES

1. Comparar la degradación de fuerzas de distintas marcas y tipos de elásticos (látex y sintéticos).
2. Comparar la degradación de fuerzas de elásticos expuestos a distintas concentraciones y tipos de colutorios.
3. Realizar estudios que consideren las condiciones de la cavidad bucal (P.ej. saliva, temperatura, pH, dieta y uso de colutorios).
4. Crea guías para el uso correcto de colutorios bucales en base a estudios actualizados.
5. Proponer alternativas ecológicas que permitan reducir los residuos sólidos asociados a los colutorios, como envases sostenibles.

VII.- FUENTES DE INFORMACIÓN

- 1.- Farret MM. Orthodontic biomechanics with intermaxillary elastics. *Dental Press J Orthod.* 2023;28(3).
- 2.- Mirhashemi AH, Farahmand N, Borujeni ES. Application of elastomeric chains in orthodontics: Past, present and future. *Iran J Ortho.* 2016; 11(2):5463.
- 3.- Nitrini ATL, Chagas AS, Freitas KMS, Valarelli FP, Cançado RH, Oliveira RCG, *et al.* Comparison of the Force Released by Intermaxillary Elastics Used for Different Time Periods. *Turk J Orthod* 2019; 32(4): 190-4.
- 4.- Loriato LB, Machado AW, Pacheco W. Considerações clínicas e biomecânicas de elásticos em orthodontia. *R Clin Ortodon Dental Press, Maringá,* 2006;5(1):42-55.
- 5.- Šimunovic L, Blagec T, Šutej I, Meštrovic S. Do oral antiseptics affect the force degradation of elastomeric chains? *Appl. Sci.* 2023;13:7290.
- 6.- Sivaraman K, UB R, Prabu N, Deepak A, Nagaland T, Sreedharan A. (2024) Effects of oil pulling and chlorhexidine mouth rinse on the force decay of orthodontic elastomeric chains: A comparative in vitro study. *Cureus.* 2024;16(2):53456.
- 7.- Sufarnap E, Harahap KI, Terry Y (2021) Effect of sodium fluoride in chlorhexidine mouthwashes on force decay and permanent deformation of orthodontic elastomeric chain. *PJoD.* 2021; 33(1): 74-80.
- 8.- Fernandez MS, Guedes MIF, Langa GPJ, Kuchenbecker Rösing C, Cavagni J, Gomes Muniz FWM. Virucidal efficacy of chlorhexidine: A systematic review. *Odontology.* 2022;110:376–392.
- 9.- Poppolo Deus F, Ouanounou A. Chlorhexidine in Dentistry: Pharmacology, uses, and adverse effects. *Int Dent J.* 2022;72:269-277.
- 10.- Karamani I, Kalimeri E, Seremidi K, Gkourtsogianni S, Kloukos D. Chlorhexidine mouthwash for gingivitis control in orthodontic patients: A systematic review and meta-analysis. *Oral Health Prev Dent.* 2022;20:279-294.

- 11.- Pithon MM, Santana DA, Sousa KH, Farias IM. Does chlorhexidine in different formulations interfere with the force of orthodontic elastics? *Angle Orthod.* 2013; 83: 313-318.
- 12.- Rafeeq RA, Taha SS, Saleem AI, Al-Attar AM. The effect of mouth wash containing chlorhexidine on force degradation of colored elastomeric chains. *IJSR.* 2017;6(5).
- 13.- Sam RJ, Mishra V, Yadav A, Yadav D, Joshi D, Martina K. Effect of chlorhexidine mouth rinse in force decay of closed, short and long elastomeric chain - An in vitro study. *IJDR.* 2022;8(4):237–244.
- 14.- Mude N, Chokhani D, Kharche A, Khudare P, Joteppa V, *et al.* (2022). Changes in the force degradation of orthodontic elastomeric chains subjected to different formulations of chlorhexidine mouth rinse: An in vitro study. *Int J Health Sci.*2022;6(S1):12572–12585.
- 15.- Csekő K, Maróti P, Helyes Z, Told R, Riegler F, Szalma J, *et al.* The effect of extrinsic factors on the mechanical behavior and structure of elastic dental ligatures and chains. *Polymers.* 2022;14(1):38.
- 16.- Sarkar SR, Tan KFH, Khalid M. Changes in the force degradation of orthodontic elastomeric chains when subjected to different formulations of chlorhexidine mouthrinse - an in vitro study. *Contemp Res J Multidisciplinary Sci.* 2017;1(1):29-44.
- 17.- Mousavi SM, Mahboobi S, Rakhshan V. Effects of different stretching extents, morphologies, and brands on initial force and force decay of orthodontic elastomeric chains: An in vitro study. *Dent Res J* 2020;17:326-337.
- 18.- Ardani IGAW, Susanti B, Djaharu'ddin I. Force degradation trend of latex and nonlatex orthodontic elastics after 48 hours stretching. *Clin Cosmet Investig Dent.* 2018;10:211–220.
- 19.- Santos JLS, Conti ACCF, De Almeida-Pedrin RR, De Mendonça DL, Valarelli DP. Comparação da degradação da força de elásticos ortodônticos intermaxilares de látex e sintéticos quando submetidos à distensão em saliva artificial. *SALUSVITA, Bauru.* 2018;37(1):7-16.

- 20.- Utria J, Pérez E, Rebolledo M, Vargas A. Características de las soluciones de clorhexidina al 2% y al 0,2% en preparaciones cavitarias en odontología: una revisión. *Duazary*. 2018;15(2):181-194.
- 21.- Solderer A, Kaufmann M, Hofer D, Wiedemeier D, Attin T, Schmidlin P. Efficacy of chlorhexidine rinses after periodontal or implant surgery: A systematic review. *Clin Oral Investig*. 2019;23(1):21-32.
- 22.- Del Río L, Vidal P. Tipos de antisépticos, presentaciones y normas de uso. *Med Intensiva*. 2019;43(S1):7-12.
- 23.- Brookes ZLS, Bescos R, Belfield LA, Ali K, Roberts A. Current uses of chlorhexidine for management of oral disease: a narrative review. *J Dent*. 2020;103:103497
- 24.- Liu T, Chen YC, Jeng SL, Chang JJ, Wang JY, Lin CH, *et al*. Short-term effects of Chlorhexidine mouthwash and Listerine on oral microbiome in hospitalized patients. *Front Cell Infect Microbiol*. 2023;13:1056534.
- 25.- Rose MA, Garcez T, Savic S, Garvey LH. Chlorhexidine allergy in the perioperative setting: A narrative review. *BJA*. 2019;123(1):95-103.
- 26.- Xiao H, Zhang H, Jia Q, Xu F, Meng J. Immediate Hypersensitivity to Chlorhexidine: Experience from an Allergy Center in China. *Anesthesiology* 2023; 138:364-371.
- 27.- Pacheco RA. Degradación de fuerzas de elásticos intermaxilares de tipo látex y sintéticos (Tesis de bachiller). Lima: Universidad de San Martín de Porres; 2022.
- 28.- Herrera AG. Degradación de las fuerzas de los elásticos intermaxilares expuestos a dos tipos de colutorios bucales (Tesis de bachiller). Lima: Universidad de San Martín de Porres; 2023.
- 29.- Montenegro OA, Mosquera JA, González G, Thomas YI. Differential in vitro force degradation of intermaxillary latex and non-latex elastics. *Rev Fac Odontol Univ Antioq*. 2018; 30(1):24-31.

30.- Castelló CA, Zamora N, Paredes V, Tarazona B. Effect of mouthwashes on the force decay of polymeric ligature chains used for dental purposes: a systematic review and metaanalysis. *MC Oral Health*. 2023; 23:538

31.- Omodkhoda M, Rashed R, Khodarahmi N. Evaluation of the effects of three different mouthwashes on the force decay of orthodontic chains. *Dent Res J (Isfahan)*. 2015;12(4):348-352,

32.- Menon VV, Madhavan S, Chacko T, Gopalakrishnan S, Jacob J, Parayancode A. Comparative assesment of force decay of the elastomeric chain with the use of various mouth rinsens in simulated oral envoronment. An in vitro study. *J Pharm Bioalied Sci*. 2019;11(Suppl 2): 269-273.

ANEXO N°1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: DEGRADACIÓN DE FUERZAS DE ELÁSTICOS INTERMAXILARES EXPUESTOS A COLUTORIOS CON CLORHEXIDINA AL 0,05% Y 0,12%.				
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	MARCO TEÓRICO	METODOLOGÍA
<p>- ¿Cuál será la diferencia en la degradación de fuerzas de elásticos intermaxilares expuestos a colutorios de clorhexidina en distintos intervalos de tiempo?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>- Establecer la degradación de fuerzas de elásticos intermaxilares expuestos a colutorios de clorhexidina en distintos intervalos de tiempo.</p> <p>OBJETIVO ESPECÍFICOS</p> <p>1.- Determinar la fuerza de elásticos intermaxilares antes de su exposición a colutorios de clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada.</p> <p>2.- Determinar la fuerza de elásticos intermaxilares al cabo de 12 horas de su exposición a colutorios de clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada.</p> <p>3.- Determinar la fuerza de elásticos intermaxilares al cabo de 24 horas de su exposición a colutorios de clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada.</p> <p>4.- Comparar la degradación de fuerzas de los elásticos intermaxilares según el tiempo transcurrido desde su exposición al colutorio: inicio, 12 y 24 horas</p> <p>5.- Comparar la degradación de fuerzas de los elásticos intermaxilares según el tipo de colutorio evaluado: clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12 y agua destilada</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Existe diferencia en la degradación de fuerzas de elásticos intermaxilares expuestos a colutorios de clorhexidina en distintos intervalos de tiempo.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>H1: Existe diferencia estadísticamente significativa en la fuerza de los elásticos intermaxilares antes de su exposición a colutorios de clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada.</p> <p>H0: No existe diferencia estadísticamente significativa en la fuerza de los elásticos intermaxilares antes de su exposición a colutorios de clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada.</p> <p>H1: Existe diferencia estadísticamente significativa en la degradación de fuerzas de los elásticos intermaxilares al cabo de las 12 horas de su exposición a colutorios de clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada.</p> <p>H0: No existe diferencia estadísticamente significativa en la degradación de fuerzas de los elásticos intermaxilares al cabo de las 12 horas de su exposición a colutorios de clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada.</p> <p>H1: Existe diferencia estadísticamente significativa en la degradación de fuerzas de los elásticos intermaxilares al cabo de las 24 horas de su exposición a colutorios de clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada.</p> <p>H0: No existe diferencia estadísticamente significativa en la degradación de fuerzas de los elásticos intermaxilares al cabo de las 24 horas de su exposición a colutorios de clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada.</p> <p>H1: Existe diferencia estadísticamente significativa en la degradación de fuerzas de los elásticos intermaxilares según el tiempo transcurrido desde su exposición al colutorio: inicio, 12 y 24 horas.</p> <p>H0: No existe diferencia estadísticamente significativa en la degradación de fuerzas de los elásticos intermaxilares según el tiempo transcurrido desde su exposición al colutorio: inicio, 12 y 24 horas.</p> <p>H1: Existe diferencia estadísticamente significativa en la degradación de fuerzas de los elásticos intermaxilares según el tipo de colutorio evaluado: clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada.</p> <p>H0: No existe diferencia estadísticamente significativa en la degradación de fuerzas de los elásticos intermaxilares según el tipo de colutorio evaluado: clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada.</p>	<p>1 Elásticos intermaxilares</p> <p>2 Colutorios bucales.</p> <p>3.Degradación de fuerzas de los elásticos intermaxilares</p>	<p>DISEÑO</p> <p>- Experimental, analítico, longitudinal, prospectivo.</p> <p>POBLACIÓN Y MUESTRA</p> <p>Muestra: 90 elásticos intermaxilares (marca Orthometric, de 1/4 pulgada, de fuerza media (125 g)), distribuidos en 3 grupos de acuerdo al agente asignado: clorhexidina al 0,05%, clorhexidina al 0,12% y agua destilada (30 elásticos en cada grupo). Técnica de muestreo: No probabilística.</p> <p>TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</p> <p>Técnica: Experimental Se prepararán seis bases de acrílico, y en cada base se realizaron perforaciones con una fresa redonda de carburo. En estas perforaciones se colocarán pines de 15 mm fijados con acrílico de autocurado. Los pines someterán a los elásticos a un estiramiento constante a una distancia de 15 mm, con el fin de analizar las fuerzas en cada intervalo de tiempo.</p> <p>ANÁLISIS DE DATOS</p> <p>Análisis descriptivo; medidas de tendencia central y dispersión; gráficos de caja y bigote. Análisis inferencial: pruebas t de Student y ANOVA.</p> <p>VARIABLES</p> <p>- Degradación de fuerza del elástico intermaxilar - Concentración de clorhexidina en el colutorio - Tiempo</p>

ANEXO N°2: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Código	Fuerza del elástico (gf)								
	Clorhexidina al 0,05%			Clorhexidina al 0,12%			Agua destilada		
	Inicial	12 horas	24 horas	Inicial	12 horas	24 horas	Inicial	12 horas	24 horas
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									

ANEXO N°3. APROBACIÓN DEL COMITÉ REVISOR Y DEL COMITÉ DE ÉTICA



FORMATO DE APROBACIÓN DE PROYECTOS

Título del Proyecto de Investigación: "DEGRADACIÓN DE FUERZAS DE ELÁSTICOS INTERMAXILARES EXPUESTOS A COLUTORIOS CON CLORHEXIDINA AL 0.05% Y 0.12%."	
Para optar el Título de: CIRUJANA DENTISTA	
Aspirante: BACH. ALLISON KELLY AGUILAR SULLCA BACH. PIERINA ANDREA OSORIO CASANOVA BACH. ANDREA DANIELA ROJAS PAREJAS	
ASESOR: JENIFFER LIZ GÁLVEZ ALTAMIRANO	

COMITÉ REVISOR DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

El Comité Revisor de Proyectos de Investigación deja constancia que el proyecto de investigación ha sido revisado y cuenta con la aprobación del Comité. Se expide la presente para continuar con los trámites administrativos.

Consta en el ACTA N°052-2024-CRPI-FO-USMP.

Fecha: San Luis, 26 de agosto de 2024.

Dra. JANET OFELIA GUEVARA CANALES
Miembro del Comité Revisor de Proyectos de Investigación
Facultad de Odontología – USMP

COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN

El Comité de Ética en Investigación deja constancia que el proyecto de investigación ha sido revisado y cuenta con la aprobación del Comité. Se expide la presente para continuar con los trámites administrativos.

Consta en el ACTA N°009-2024-CEI-FO-USMP.

Fecha: San Luis, 26 de agosto de 2024

Dr. ARÍSTIDES JUVENAL SÁNCHEZ LIHÓN
Presidente del Comité de Ética en Investigación
Facultad de Odontología – USMP

ANEXO N°4. REGISTRO FOTOGRÁFICO



Figura 1: Empaques de elásticos intermaxilares de la marca Elastometrics



Figura 2: Enjuagues bucales de la marca Perio-Aid con clorhexidina al 0,05 y 0,12%, agua destilada de marca Alkofarma y elásticos intermaxilares de la marca Elastometrics



Figura 3-4: Soluciones de clorhexidina al 0,05 y 0,12% (Perio-Aid) y agua destilada (Alkofarma)



Figura 5: Colocación de los elásticos en las soluciones colutorias



Figura 6: Almacenamiento de las muestras



Figura 7-8: Vista de un elástico intermaxilar sometido al estiramiento en la máquina de ensayos.



Figura 9-10: Colocación de los elásticos intermaxilares en la máquina de ensayos

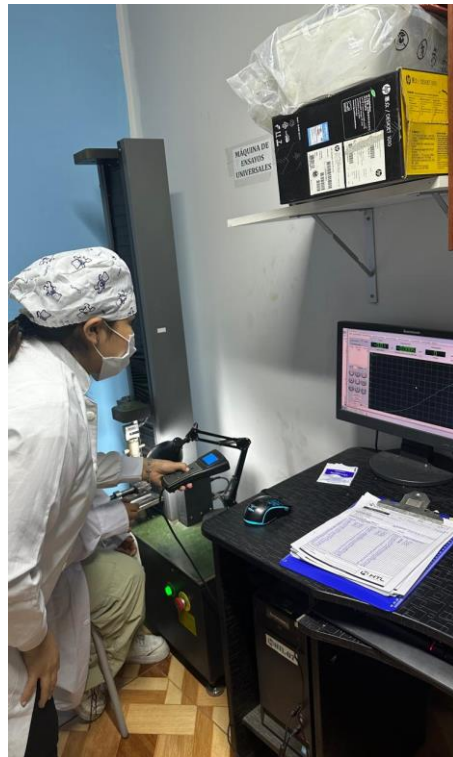


Figura 11-12: Medición de la fuerza de los elásticos intermaxilares.

ANEXO N°5: RESULTADOS DEL ENSAYO




Página 1 de 4

INFORME DE ENSAYO N°	IEO-0117-2024	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	11-09-2024
ENSAYO DE TRACCIÓN EN ELÁSTICOS AUXILIARES ORTODONCIA PARA USO ODONTOLÓGICO				
1. DATOS DE LOS TESTISTAS				
Nombre de tesis : "DEGRADACIÓN DE FUERZAS DE ELÁSTICOS INTERMAXILARES EXPUESTOS A COLUTORIOS CON CLORHEXIDINA AL 0,05% Y 0,12%."				
Nombres y Apellidos : Allison Kelly Aguilar Salca / Pierina Andrea Osorio Casanova / Andrea Daniela Rojas Parejas				
Dni : 71341944 / 74853618 / 76244614				
Dirección : Numa pompillo 449 urb trinidad cerrado de lima / Urua 208 Salamanca / Calle Herminio Madrid G 130 urb San Jadao Tanco Chorillos				
2. EQUIPOS UTILIZADOS				
Instrumento Máquina de Ensayos Mecánicos Vernier Digital	Marca L.G CMT- 5L Mínimo - 200 mm	Aproximación 0.001N 0.01mm	Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.	
3. IDENTIFICACION DE LA MUESTRA				
Muestras de elásticos intermaxilares de uso odontológico	Cantidad : Noventa (90) muestras Material : Elásticos auxiliares Orthometric® Grupo 1 : Clorhexidina al 0.12% Grupo 2 : Clorhexidina al 0.05% Grupo 3 : Agua Destilada (Grupo control)	HTL TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este documento, ni da una incorrecta interpretación de los resultados del informe aquí declarados.		
4. RECEPCIÓN DE MUESTRAS				
Fecha de recepción de muestras Fecha de Ensayo Lugar de Ensayo	10 de Setiembre del 2024 10 de Setiembre del 2024 al 11 de Setiembre del 2024 fr. Nepentis 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho, Lima.		El informe de ensayo sin firma y sello carece de validez.	
5. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO				
El ensayo se realizó bajo el siguiente procedimiento:				
PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN	CAPITULO/NUMERAL		
UNE-EN ISO 21606:2007	Odontología. Auxiliares elastoméricos utilizados en ortodoncia	Toda la norma		
Requerimiento según testista	Se realizó el ensayo de tracción en los elásticos intermaxilares de uso odontológico, antes y después de ser sumergidos en las soluciones y tiempos indicados en la tabla de resultados, los elásticos fueron deformados hasta 15 mm de longitud. Se realizó el acondicionamiento de las muestras en una mufa a 37°C	---		
6. CONDICIONES DE ENSAYO				
	Inicial	Final		
Temperatura	19.7 °C	19.6 °C		
Humedad Relativa	65 %HR	65 %HR		

QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HTL S.A.C.

Jr. Nepentis 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima
 +51 997 123 584 // 949 059 602
 ventas@ensayoshl.pe // ingenieria@ensayoshl.pe
 www.ensayoshl.pe

INFORME DE ENSAYO N°		IEO-0117-2024		VERSIÓN N° 01		Fecha de emisión:		11-09-2024	
7. RESULTADOS DE ENSAYOS									
Grupo 1: Elásticos intermaxilares Corhexidina al 0.12%									
Especímenes	Inicial		12 horas		24 horas				
	Fuerza (N)	Fuerza (gf)	Fuerza (N)	Fuerza (gf)	Fuerza (N)	Fuerza (gf)			
1	0.90	91.77	0.76	77.50	0.73	74.44			
2	0.80	81.58	0.63	64.24	0.60	61.18			
3	0.90	91.77	0.72	73.42	0.69	70.36			
4	1.03	105.03	0.89	90.75	0.80	81.58			
5	0.92	93.81	0.69	70.36	0.65	66.28			
6	0.95	96.87	0.74	75.46	0.92	93.81			
7	1.20	122.37	0.98	99.93	0.70	71.38			
8	0.98	99.93	0.81	82.60	0.72	73.42			
9	1.04	106.05	0.85	86.68	0.79	80.56			
10	1.01	102.99	0.79	80.56	0.74	75.46			
11	0.96	97.89	0.79	80.56	0.73	74.44			
12	0.89	90.75	0.78	79.64	0.75	74.44			
13	1.12	114.21	0.85	86.68	0.71	72.40			
14	0.96	97.89	0.71	72.40	0.88	89.74			
15	1.01	102.99	0.90	91.77	0.84	85.66			
16	0.78	79.54	0.68	69.34	0.63	64.24			
17	0.95	96.87	0.74	75.46	0.69	70.36			
18	0.94	95.85	0.75	76.48	0.72	73.42			
19	1.01	102.99	0.81	82.60	0.77	78.52			
20	1.04	106.05	0.84	85.66	0.78	79.54			
21	0.91	92.79	0.73	74.44	0.67	68.32			
22	0.85	86.68	0.68	69.34	0.64	65.26			
23	0.99	100.95	0.78	79.54	0.72	73.42			
24	0.94	95.85	0.78	79.54	0.68	69.34			
25	1.15	117.27	0.92	93.81	0.87	88.72			
26	0.96	97.89	0.75	76.48	0.69	70.36			
27	0.92	93.81	0.69	70.36	0.63	64.24			
28	0.97	98.91	0.80	81.58	0.71	72.40			
29	1.08	110.13	0.88	89.74	0.80	81.58			
30	0.87	88.72	0.72	73.42	0.64	65.26			



QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HTL S.A.C.

Jr. Nepentas 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima

+51 997 123 584 // 949 059 602

ventas@ensayoshtl.pe // ingenieria@ensayoshtl.pe

www.ensayoshtl.pe

INFORME DE ENSAYO N°		IEO-0117-2024		VERSIÓN N° 01		Fecha de emisión:		11-09-2024	
Grupo 2: Elásticos intermaxilares Corbestidina al 0.05%									
Especímenes	Inicial		12 horas		24 horas				
	Fuerza (N)	Fuerza (gf)	Fuerza (N)	Fuerza (gf)	Fuerza (N)	Fuerza (gf)			
1	1.01	102.99	0.74	75.46	0.65	66.28			
2	0.96	97.89	0.70	71.38	0.65	66.28			
3	0.91	92.79	0.70	71.38	0.65	66.28			
4	0.99	100.95	0.76	77.50	0.69	70.36			
5	1.11	113.19	0.82	83.62	0.74	75.46			
6	1.03	107.07	0.79	80.56	0.74	75.46			
7	0.99	100.95	0.69	70.36	0.66	67.30			
8	0.97	98.91	0.74	75.46	0.68	69.34			
9	0.88	89.74	0.66	67.30	0.58	59.14			
10	0.99	100.95	0.76	77.50	0.69	70.36			
11	0.95	96.87	0.70	71.38	0.63	64.24			
12	0.88	89.74	0.66	67.30	0.61	62.20			
13	0.89	90.75	0.65	66.28	0.60	61.18			
14	1.08	110.13	0.81	82.60	0.77	78.52			
15	0.93	94.83	0.70	71.38	0.67	68.32			
16	0.96	97.89	0.73	74.44	0.65	66.28			
17	0.94	95.85	0.68	69.34	0.65	66.28			
18	1.03	105.03	0.76	77.50	0.72	73.42			
19	0.77	78.52	0.55	56.08	0.52	53.03			
20	1.06	108.09	0.81	82.60	0.76	77.50			
21	0.76	77.50	0.57	58.12	0.52	53.03			
22	0.95	96.87	0.72	73.42	0.68	69.34			
23	0.99	100.95	0.74	75.46	0.67	68.32			
24	0.91	92.79	0.70	71.38	0.63	64.24			
25	0.85	86.68	0.62	63.22	0.56	57.10			
26	0.92	93.81	0.68	69.34	0.63	64.24			
27	1.09	111.15	0.80	81.58	0.76	77.50			
28	0.87	88.72	0.63	64.24	0.63	64.24			
29	0.98	99.93	0.72	73.42	0.71	72.40			
30	0.87	88.72	0.62	63.22	0.60	61.18			



QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HTL S.A.C.

Jr. Nopentas 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima



+51 997 123 584 // 949 059 602


ventas@ensayoshti.pe // ingenieria@ensayoshti.pe


www.ensayoshti.pe

INFORME DE ENSAYO N°		IEO-0117-2024		VERSIÓN N° 01		Fecha de emisión:		11-09-2024	
Grupo 3: Agua Destilada (Grupo control)									
Espécimen	Inicial		12 horas		24 horas				
	Fuerza (N)	Fuerza (gf)	Fuerza (N)	Fuerza (gf)	Fuerza (N)	Fuerza (gf)			
1	0.94	95.85	0.86	87.70	0.81	82.60			
2	1.03	105.03	0.84	85.66	0.84	85.66			
3	0.96	97.89	0.82	83.62	0.79	80.56			
4	0.95	96.87	0.88	89.74	0.83	84.64			
5	0.91	92.79	0.84	85.66	0.79	80.56			
6	0.98	99.93	0.83	84.64	0.79	80.56			
7	0.85	86.68	0.74	75.46	0.73	74.44			
8	0.91	92.79	0.78	79.54	0.71	72.40			
9	0.89	90.75	0.79	80.56	0.73	74.44			
10	0.93	94.83	0.78	79.54	0.73	74.44			
11	0.98	99.93	0.81	82.60	0.80	81.58			
12	0.77	78.52	0.64	65.26	0.62	63.22			
13	0.93	94.83	0.83	84.64	0.81	82.60			
14	0.90	91.77	0.78	79.54	0.73	74.44			
15	0.99	100.95	0.81	82.60	0.80	81.58			
16	1.00	101.97	0.85	86.68	0.81	82.60			
17	1.00	101.97	0.85	86.68	0.83	84.64			
18	0.95	96.87	0.78	79.54	0.77	78.52			
19	0.86	87.70	0.73	74.44	0.74	75.46			
20	1.00	101.97	0.83	84.64	0.88	89.74			
21	0.91	92.79	0.76	77.50	0.76	77.50			
22	1.01	102.99	0.84	85.66	0.82	83.62			
23	0.93	94.83	0.81	82.60	0.79	80.56			
24	0.81	82.60	0.70	71.38	0.69	70.36			
25	1.04	106.05	0.88	89.74	0.80	81.58			
26	0.91	92.79	0.79	80.56	0.74	75.46			
27	0.79	80.56	0.70	71.38	0.69	70.36			
28	1.01	102.99	0.84	85.66	0.81	82.60			
29	0.82	83.62	0.68	69.34	0.62	63.22			
30	1.02	104.01	0.91	92.79	0.88	89.74			

*Se realizó una elongación total de 15 mm



ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN
 CIP: 193364
 INGENIERO MECÁNICO
 Jefe de Laboratorio


 HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE



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 PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HTL S.A.C.

ANEXO N°6: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Laboratorio de Fuerza, Torque y Presión

Certificado de Calibración

LFP - C - 044 - 2024

Consistente con las capacidades de medida y
Calibración (CMC – MRA)

Página 1 de 4

Expediente	1052961	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>Este certificado es consistente con las capacidades que se incluyen en el Apéndice C del MRA elaborado por el CIPM. En el marco del MRA, todos los Institutos participantes reconocen entre sí la validez de sus certificados de calibración y medición para las magnitudes, alcances e incertidumbres de medición especificados en el Apéndice C (para más detalles ver http://www.bipm.org).</p> <p><i>This certificate is consistent with the capabilities that are included in Appendix C of the MRA drawn up by the CIPM. Under the MRA, all participating Institutes recognize the validity of each other's calibration and measurement certificates for the quantities, ranges and measurement uncertainties specified in Appendix C (for details see http://www.bipm.org).</i></p>
Solicitante	HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.	
Dirección	Jirón Napentas 364 urb. san silvestre San Juan de Lurigancho	
Instrumento de Medición	MAGUINA DE ENSAYO UNIAIXIAL	
Intervalo de Indicaciones	0 N a 5 000 N	
Resolución	0,01 N	
Marca	NO INDICA	
Modelo	CMT-SL	
Número de Serie	7419	
Procedencia	NO INDICA	
Clase de Exactitud	NO INDICA	
Fecha de Calibración	2024-04-25	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL.
Certificados sin firma digital y sello carecen de validez.

 Responsable del área	 Firmado digitalmente por DE LA CRUZ SANDA LUCY de PAU PEREZ SANCHEZ Responsable del laboratorio	 Firmado digitalmente por SANCHEZ AVILES Ricardo Alfonso FAU 20800283015 soft Fecha: 2024-04-26 17:38:27 Dirección de Metrología
Dirección de Metrología	Dirección de Metrología	Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú
Tel: (01) 646-8820 Anexo 1501
Email: metrologia@inacal.gob.pe
Web: www.inacal.gob.pe



Certificado de Calibración

LFP - C – 044 – 2024

Consistente con las capacidades de medida y
Calibración (CMC – MRA)

Laboratorio de Fuerza, Torque y Presión

Página 2 de 4

Método de Calibración

Método de comparación tomando como referencia la Norma ISO 7500-1 "Metallic materials- Verification of static uniaxial testing machines

Lugar de Calibración

ÁREA DE MATERIA Y CALIBRACIÓN II
CALLE NEPENTAS 364 URB. SAN SILVESTRE, SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	24,2°C	24,9°C

Patrones de referencia

Trazabilidad metrológica	Patrón de medición	Documento de calibración
Patrón de referencia del Centro Nacional de Metrología de México (CENAM)	Transductor de Fuerza LFP 02 015 Clase 0,5	CNM-CC-720-383/2022 DE :2022-11-04

Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL-DM.



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LFP - C - 044 - 2024

Consistente con las capacidades de medida y
Calibración (CMC - MRA)

Laboratorio de Fuerza, Torque y Presión

Página 3 de 4

Resultados de Medición

Dirección de Carga : Tracción

Indicaciones de Fuerza de la Máquina de Ensayo		Indicaciones en el momento de la fuerza aplicada						Error de medición
		1ª Carga Aplicada	2ª Carga Aplicada	3ª Carga Aplicada	2ª Carga Desaplicada	1ª Carga Desaplicada	Fuerza real	
(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)
10	500,00	498,86	498,86	498,15	---	---	497,30	2,70
20	1 000,00	997,59	998,25	990,73	---	---	994,52	5,48
30	1 500,00	1 496,98	1 495,15	1 494,81	---	---	1 495,98	4,02
40	2 000,00	1 995,48	1 998,15	1 990,30	---	---	1 994,98	5,02
50	2 500,00	2 494,54	2 490,59	2 494,38	---	---	2 495,94	4,06
60	3 000,00	2 994,12	2 998,54	2 992,45	---	---	2 995,07	4,93
70	3 500,00	3 494,67	3 498,68	3 492,83	---	---	3 495,73	4,27
80	4 000,00	3 993,96	3 998,31	3 993,30	---	---	3 994,52	5,48
90	4 500,00	4 491,47	4 498,31	4 494,14	---	---	4 494,64	5,36
95	4 800,00	4 790,20	4 798,04	4 799,70	---	---	4 792,85	7,15

Errores Encontrados del Sistema de Medición de Fuerza

Valor nominal		Errores de medición relativos expresados en %					Incertidumbre del sistema de medición U(N) (rel)	
		Indicación a	Repetibilidad b	Reproducibilidad c	Resolución d	Errores de lectura e		
(N)	(N)							
10	500,00	0,54	0,54	---	0,20	---	0,42	
20	1 000,00	0,56	0,59	---	0,10	---	0,47	
30	1 500,00	0,27	0,15	---	0,07	---	0,24	
40	2 000,00	0,25	0,45	---	0,05	---	0,34	
50	2 500,00	0,15	0,18	---	0,04	---	0,25	
60	3 000,00	0,15	0,21	---	0,03	---	0,25	
70	3 500,00	0,12	0,20	---	0,03	---	0,25	
80	4 000,00	0,14	0,21	---	0,03	---	0,25	
90	4 500,00	0,12	0,15	---	0,02	---	0,23	
95	4 800,00	0,15	0,17	---	0,02	---	0,24	
Error relativo de cero f_0		0,09						

Clase de la escala de la máquina	Valores mínimos permitidos según la Tabla 6 de la Norma ISO 7500-1				
	Indicación a	Repetibilidad b	Reproducibilidad c	Resolución d	Error f_0
1,2	0,2	1,2	0,21	0,2	0,21
1	0,2	1,2	0,2	0,2	0,2
1	0,2	1,2	0,2	0,2	0,2
1	0,2	1,2	0,2	0,2	0,2

N = newton

La estimación de la incertidumbre fue realizada según el anexo C de la ISO 7500-1.

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB: www.inacal.gob.pe





INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LFP - C – 044 – 2024

Consistente con las capacidades de medida y
Calibración (CMC – MRA)

Laboratorio de Fuerza, Torque y Presión

Página 4 de 4

Incertidumbre

La Incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. La Incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

La Incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de Incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Recalibración

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 29580 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPi mediante Decreto Supremo DS-024-03 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y es responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metroológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad que cumple con las siguientes Normas Internacionales vigentes ISO/IEC 17025; ISO 17034; ISO/IEC 17043; ISO 27001 e ISO 37001; con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metroológico para la industria, la ciencia y el comercio brindando trazabilidad metroológicamente válida al Sistema Internacional de Unidades SI y al Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metroológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

LABORATORIO DE FUERZA Y PRESIÓN - LFP

Diversos servicios del Laboratorio de Fuerza y Presión cuentan con el reconocimiento internacional ya que están incluidos en el Apéndice C, dentro del marco del Acuerdo de Reconocimiento Mútuo Internacional (MRA) del Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM) conforme puede verse en la base de datos internacional del Bureau International des Poids et Mesures BIPM ingresando a este enlace:

http://www.bipm.org/cipm/mra/search?form=main&f=SI&area=def&view=table&specif=Part.bravo&_lang=es&specif=Part.bravo&_lang=es&specif=Part.alpha&_lang=es&specif=Part.individual&_lang=es

[_lang=es&specif=Part.alpha&_lang=es&specif=Part.individual&_lang=es](http://www.bipm.org/cipm/mra/search?form=main&f=SI&area=def&view=table&specif=Part.bravo&_lang=es&specif=Part.alpha&_lang=es&specif=Part.individual&_lang=es)

Concordantemente todos estos servicios tienen su Sistema de Calidad aprobado por el Quality System Task Force (QSTF) que es el grupo encargado de evaluar los Sistemas de Calidad de los Institutos Nacionales de Metrología INMs del Sistema Interamericano de Metrología (SIM).

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1301
email: metrologia@inacal.gob.pe
Web: www.inacal.gob.pe

