



Universidad
Norbert Wiener

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

Tesis

“Degradación de fuerzas de elásticos intermaxilares de látex en
distintos intervalos de tiempo”

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

Presentado por:


Autora: Villarreal Allca, Ana Jhoselyn

Asesor: Gomez Carrión, Christian

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9715-728X>

Lima – Perú

2023

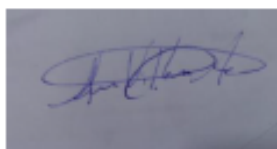
 Universidad Norbert Wiener	DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	
	CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033	VERSIÓN: 01 REVISIÓN: 01

FECHA: 08/11/2022

Yo, ANA JHOSELYN VILLARREAL ALLCA egresada de la Facultad de ciencias de la salud y ☒Escuela Académica Profesional de Odontología de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo académico titulado: "ESTABILIDAD DEL COLOR DE DOS RESINAS EMPLEADAS EN SECTOR ANTERIOR FRENTE A SOLUCIONES PIGMENTANTES. ESTUDIO IN VITRO. LIMA-PERÚ, 2021" Asesorado por el docente: Mg: CD. CHRISTIAN GOMEZ CARRION DNI 41540958 ORCID 0000-0001-9715-728X tiene un índice de similitud de 9 (nueve) % con código verificable ID: oid: 0000-0001-9698-3176 en el reporte de originalidad del software Turnitin.

Así mismo:

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



.....
 Firma de autor

Nombres y apellidos del Egresado: ANA JHOSELYN VILLARREAL ALLCA
 DNI: 74226593



 Dr. Christian E. Gómez Carrion
 REHABILITACIÓN ORAL
 C.O.P.: 21280
 F.....

Nombres y apellidos del Asesor: Mg.CD. CHRISTIAN GOMEZ CARRION
 DNI: 41540958

Lima, 16 de NOVIEMBRE del 2023

INDICE

	Pág.
Introducción	11
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	12
1.1. Planteamiento del problema	13
1.2. Formulación del problema	13
1.2.1 Problema general	13
1.2.2 Problemas específicos	14
1.3. Objetivos de la investigación	14
1.3.1 Objetivo general	14
1.3.2 Objetivos específicos	14
1.4. Justificación de la investigación	14
1.4.1 Teórica	14
1.4.2 Metodológica	15
1.4.3 Práctica	15
1.5. Limitaciones de la investigación	15
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	16
2.1. Antecedentes de la investigación	16
2.2. Bases teóricas	21
2.3. Formulación de hipótesis	25
2.3.1 Hipótesis general	25
2.3.2 Hipótesis específicas	26
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	26
3.1. Método de investigación	26
3.2. Enfoque investigativo	26
3.3. Tipo de investigación	26

3.4. Diseño de la investigación	26
3.5. Población, muestra y muestreo	27
3.6. Variables y operacionalización	28
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
3.7.1 Técnica	29
3.7.2 Descripción	29
3.7.3 Validación	30
3.8. Procesamiento y análisis de datos	30
3.9. Aspectos éticos	30
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	31
4.1. Resultados	31
4.1.1 Análisis descriptivo de resultados	31
4.1.2 Prueba de hipótesis	33
4.1.3 Discusión de resultados	51
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
5.1. Conclusiones	55
5.2. Recomendaciones	55
REFERENCIAS	56

DEDICATORIA

A mis padres, de quienes aprendí grandes lecciones de vida.

A mi abuela Lina, quien desde el Cielo me ayudó a llegar aquí.

Y a aquellos docentes y amigos que me apoyaron en cada etapa de mi carrera, porque ustedes forjaron al profesional que hoy les dedica este trabajo.

AGRADECIMIENTO

A Christian Gomez Carrion y a Miguel Angel Picasso Pozo, por su asesoramiento y apoyo para la realización de este estudio.

A mis maestros, por sus valiosas enseñanzas durante mi formación académica.

A mis padres, por su ejemplo y apoyo incondicional.

A Dios, por estar a mi lado y por haberlos puesto en mi vida.

JURADO

Presidente: Dr Vargas Corpancho, Francisco

Secretario: Dr Alvan Suasnabar, Pablo

Vocal: Dra Evaristo Quipas, Pamela

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Análisis descriptivo de los valores de la fuerza registrada por cada marca comercial de elástico, considerando cada medición: inicial, 12 y 24 horas.	31
Tabla 2. Análisis descriptivo de la variación en la de la fuerza registrada por cada marca comercial de elástico, considerando cada intervalo de mediciones: inicial – 12 horas, 12 horas – 24 horas, e inicial - 24 horas (global).	32
Tabla 3. Diferencia en las fuerzas registradas para cada medición, en los elásticos de marca “Morelli”.	33
Tabla 4: Diferencia en las fuerzas registradas para cada medición, en los elásticos de marca “Orthometric”.	36
Tabla 5. Diferencia en las fuerzas registradas para cada medición, en los elásticos de marca “GAC”.	39
Tabla 6. Variación de las fuerzas registradas por las tres marcas de elásticos, entre la medición inicial y al cabo de 12 horas.	42
Tabla 7. Variación de las fuerzas registradas por las tres marcas de elásticos, al cabo de 12 y 24 horas.	45
Tabla 8. Variación de las fuerzas registradas por las tres marcas de elásticos, entre la medición inicial y al cabo de 24 horas (global).	48

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diferencia en las fuerzas registradas para cada medición, en los elásticos de marca “Morelli”.	34
Figura 2. Diferencia en las fuerzas registradas para cada medición, en los elásticos de marca “Orthometric”.	37
Figura 3. Diferencia en las fuerzas registradas para cada medición, en los elásticos de marca “GAC”.	40
Figura 4. Variación de las fuerzas registradas por las tres marcas de elásticos, entre la medición inicial y al cabo de 12 horas.	43
Figura 5. Variación de las fuerzas registradas por las tres marcas de elásticos, al cabo de 12 y 24 horas.	46
Figura 6. Variación de las fuerzas registradas por las tres marcas de elásticos, entre la medición inicial y al cabo de 24 horas (global).	49

RESUMEN

OBJETIVO. Comparar la degradación de fuerzas in vitro de distintas marcas de elásticos intermaxilares de látex. **MATERIALES Y MÉTODOS.** El estudio fue de tipo experimental *in vitro*. La muestra estuvo conformada por 90 elásticos intermaxilares de látex de 6.0 oz y 5/16 pulgadas, de las marcas *Morelli*, *Orthometric* y *GAC* (30 de cada marca comercial). Se elaboraron bases acrílicas en las cuales se insertaron pines metálicos, que tuvieron como finalidad mantener los elásticos traccionados a una distancia de 15 mm. Seguidamente los pines sometieron a los elásticos a un estiramiento constante a una distancia de 24 mm. La fuerza de los elásticos se determinó mediante una máquina digital de ensayos universales. Las mediciones de las fuerzas se realizaron al inicio, y al cabo de 12 y 24 horas. La relación entre variables se determinó mediante las pruebas t de Student, prueba de rango con signos de Wilcoxon, ANOVA y Kruskal Wallis. **RESULTADOS.** Se encontró que las tres marcas comerciales manifestaron una disminución significativa de sus fuerzas, en todos los intervalos de tiempo (P:0,000). Al compararse los grupos, se encontró que los elásticos *Orthometric* presentaron la menor disminución de fuerza en todos los intervalos de tiempo (P:0,000), mientras que *Morelli* y *GAC* no mostraron diferencias significativas (P>0,05). **CONCLUSIONES.** Las tres marcas comerciales manifestaron una disminución significativa de sus fuerzas con el transcurso del

tiempo. La degradación de fuerzas fue menor con la marca *Orthometric*, mientras que *Morelli* y *GAC* no mostraron diferencias significativas.

Palabras clave: Elásticos intermaxilares, elástico de látex, degradación de fuerzas (Fuente: DeCS BIREME).

ABSTRACT

OBJETIVE. To compare the in vitro force degradation of different brands of latex intermaxillary elastics. **MATERIALS AND METHODS.** The study was in vitro experimental. The sample consisted of 90 intermaxillary latex elastics of 6.0 oz and 5/16 inches, of *Morelli*, *Orthometric* and *GAC* brands (30 of each trademark). Acrylic bases were prepared, in which metal pins were inserted that had the objective to keep the samples permanently drivable at a distance of 15 mm. The pins then subjected the elastics to a constant stretch at a distance of 24 mm. The strength of the elastics was determined using a digital universal testing machine. Force measurements were made at baseline, and after 12 and 24 hours. The relationship between variables was determined by Student's t-test, Wilcoxon signed-rank test, ANOVA and Kruskal Wallis test. **RESULTS.** All three brands showed a significant decrease in their strength, at all time intervals (P:0.000). When comparing the groups, it was found that the *Orthometric* elastics showed the lowest decrease in force in all time intervals (P:0,000), while *Morelli* and *GAC* did not show significant differences (P>0.05). **CONCLUSIONS.** The three brands showed a significant decrease in strength over time. The degradation of forces was lower with the *Orthometric* brand, while *Morelli* and *GAC* showed no significant differences.

Key words: Intermaxillary elastics, latex elastic, force degradation (Source: MesSH NLM).

INTRODUCCIÓN

El elástico ortodóntico es uno de los principales aditamentos empleados para el tratamiento de maloclusiones, debido a su capacidad para aplicar fuerzas constantes de menor magnitud, las cuales originan un rápido desplazamiento dentario con menores efectos adversos para el paciente.

Sin embargo, una limitación de estos aditamentos es que no pueden mantener una fuerza constante por períodos prolongados. A este proceso se denomina “degradación de fuerzas”, y puede traer como consecuencia el fracaso del tratamiento o la necesidad de prolongarlo.

A pesar de su importancia, existen pocos estudios que hayan evaluado la degradación de fuerzas de los elásticos comercializados en nuestro país. Teniendo en cuenta que en nuestro medio se comercializan principalmente los elásticos de látex, se decidió seleccionar tres de las marcas más empleadas: *Morelli*, *Orthometric* y *GAC*.

El estudio fue de tipo experimental *in vitro*. La muestra estuvo conformada por 90 elásticos intermaxilares de látex de 6.0 oz y 5/16 pulgadas (30 de cada marca comercial). La fuerza de tracción de los elásticos se determinó mediante una máquina digital de ensayos universales. En el primer capítulo se describe la realidad problemática, objetivos, justificación y limitaciones de la investigación. El segundo capítulo describe los fundamentos teóricos y antecedentes relacionados. El tercer capítulo analiza los aspectos metodológicos de la investigación: preparación de la muestra, instrumento y técnica de recolección de datos, y el análisis estadísticos que aplicó. El cuarto capítulo presenta los resultados, así como su análisis y discusión. El quinto capítulo presenta las conclusiones del estudio y las recomendaciones.

El objetivo del presente estudio fue comparar la degradación de fuerzas *in vitro* de distintas marcas de elásticos intermaxilares de látex, considerando los siguientes intervalos de tiempo: inicial, 12 y 24 horas. El tema es importante pues permitirá al profesional seleccionar la

alternativa de tratamiento más efectiva con el menor riesgo de daño a los tejidos adyacentes, a la vez que permitirá estimar el tiempo de recambio de estos aditamentos. Además, el método aplicado podrá ser aplicado a estudios posteriores.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

El elástico ortodóntico es uno de los principales aditamentos empleados para el tratamiento de malposiciones dentarias y maloclusiones (1-3). El tratamiento ortodóntico correctivo se basa en la aplicación de fuerzas mecánicas a los dientes con la finalidad de desplazarlos hacia una posición adecuada (4). Para cumplir este objetivo, los elásticos ortodónticos permiten aplicar fuerzas constantes de menor magnitud, las cuales originan un rápido desplazamiento dentario con menor discomfort para el paciente y una mínima movilidad durante el tratamiento (4,5); asimismo, pueden ser empleados para complementar las fuerzas ejercidas por los arcos de alambre (5).

Considerando el procedimiento de fabricación, los elásticos intermaxilares pueden ser de látex o sintéticos. Los primeros se fabrican empleando como materia prima la savia vegetal, mientras que los segundos se obtienen por procesamiento químico del carbón, petróleo o de alcoholes vegetales (1). En nuestro medio se comercializan principalmente los elásticos de látex, razón por la cual trabajaremos con este tipo de elástico.

Una limitación de ambos tipos de elásticos es que no pueden mantener una fuerza constante por períodos prolongados (6). La principal causa de esta disminución de fuerza radica en la

elongación de las cadenas moleculares del material. Cuando el elástico se estira, las cadenas de polímeros se desenrollan, alargando su estructura. Si la fuerza es excesiva (sobreestiramiento), las cadenas se desplazarán una sobre otra, lo que conducirá a una deformación permanente del material y a la degradación de la fuerza que generaba (7). La degradación de fuerzas del material puede traer como consecuencia el fracaso del tratamiento o la necesidad de prolongarlo (8,9).

Los elásticos ortodónticos han alcanzado una amplia difusión en el campo ortodóntico debido su alta resiliencia, fácil manipulación y bajo costo (10). A pesar de ello, existen pocos estudios que hayan comparado la disminución de fuerzas de estos aditamentos.

El tema es importante pues permitirá al profesional seleccionar la alternativa de tratamiento más efectiva con el menor riesgo de daño a los tejidos adyacentes, a la vez que permitirá estimar el tiempo de recambio de estos aditamentos. Además, el método aplicado en este estudio podrá ser aplicado a estudios posteriores.

Por lo expuesto, el objetivo de la investigación fue comparar la degradación de fuerzas *in vitro* de distintas marcas de elásticos intermaxilares de látex, considerando los siguientes intervalos de tiempo: inicial, 12 y 24 horas.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cuál es la diferencia en la degradación de fuerzas *in vitro* de distintas marcas de elásticos intermaxilares de látex, considerando los siguientes intervalos: inicial, 12 y 24 horas?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la fuerza *in vitro* de distintas marcas de elásticos intermaxilares de látex, considerando los siguientes intervalos: inicial, 12 y 24?
- ¿Existirá diferencia en la degradación de fuerzas entre los intervalos de tiempo, para cada marca de elástico?
- ¿Existirá diferencia en la degradación de fuerzas entre las marcas de elástico, para cada intervalo de tiempo?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general:

- Comparar la degradación de fuerzas *in vitro* de distintas marcas de elásticos intermaxilares de látex, considerando los siguientes intervalos de tiempo: inicial, 12 y 24 horas.

1.3.2 Objetivos específicos:

- Determinar la fuerza *in vitro* de distintas marcas de elásticos intermaxilares de látex, considerando los siguientes intervalos de tiempo: inicial, 12 y 24 horas.
- Comparar la degradación de fuerzas entre los intervalos de tiempo, para cada marca de elástico.
- Comparar la degradación de fuerzas entre las marcas de elástico, para cada intervalo de tiempo.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1 Teórica

- El elástico ortodóntico es uno de los principales aditamentos empleados para el tratamiento de maloclusiones. Sin embargo, su principal limitación es que no pueden mantener una fuerza constante por períodos prolongados. Actualmente se comercializan diversas marcas de elásticos, aunque no estén claramente definidas sus propiedades.

El estudio se justifica porque existen pocos estudios realizados en el Perú que comparen la degradación de fuerzas de las distintas marcas de elásticos de látex. Asimismo, los resultados del estudio servirán de fundamento para otros estudios.

1.4.2 Metodológica

- El diseño experimental empleado para el estudio es de fácil aplicación y permitirá el desarrollo de posteriores investigaciones. Asimismo, existe el acceso al equipo requerido (Máquina digital para ensayos universales – CMT-SL).

1.4.3 Práctica

- El estudio brindará información que le permita al profesional seleccionar la marca de elástico que mejor se adecúe a su plan de tratamiento, así como el momento en que sea necesario un recambio.

1.5. Delimitaciones de la investigación

1.5.1 Temporal

- Solo se considera tres intervalos de tiempo, por lo que no se podrán evaluar los cambios ocurridos fuera de ellos.

1.5.2 Espacial

- La investigación requiere del acceso a un laboratorio que permita evaluar la resistencia de los elásticos intermaxilares.

1.5.3 Recursos

- El investigador cuenta con los recursos necesarios para ejecutar el proyecto.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

- **Gurdán, et al. (2022)** compararon las características de elásticos de látex y sintéticos al ser sometidos a cargas. El estudio se realizó en Hungría, y su diseño fue experimental *in vitro*. Con esta finalidad se utilizaron 350 elastómeros (10 marcas de látex y 4 sintéticos). Para determinar las características mecánicas se realizaron ensayos de fatiga cíclica por tracción y relajación, durante 24 horas. Para determinar las características morfológicas se empleó microscopía electrónica de barrido y espectroscopía Raman. Se encontró que, independientemente de la marca, los elastómeros que contienen látex no mostraron diferencias significativas en la resistencia a la tensión; solo una marca de látex no se desgarró durante la prueba de fatiga cíclica de 24 horas. La fatiga se evaluó mediante la microscopía electrónica, y se observó que la fuerza de tracción se redujo significativamente. Durante la prueba de relajación de la fuerza, solo se rompió una ligadura sintética; la degradación de la fuerza estuvo entre el 7,8 % y el 20,3 % para las ligaduras de látex, y entre el 29,6% y el 40,1% para los elastómeros sintéticos. El estudio concluye que los elastómeros de látex fueron más resistentes que los elásticos sintéticos. También se observó que la carga dinámica fue más dañina para las ligaduras que la carga estática (11).

- **Pacheco (2022)** compararon los cambios en la fuerza de distintos tipos de elásticos. El estudio se realizó en Lima (Perú), y su diseño fue experimental *in vitro*. Se emplearon 60 elásticos intermaxilares de 5/16 pulgadas y 6 oz, divididos en 2 grupos de 30 de acuerdo al tipo de elástico (látex o sintéticos). Se encontró que el promedio de la fuerza de los elásticos intermaxilares de látex al inicio del estudio fue de 1.73 gr. disminuyendo progresivamente a 1.58 gr. a las 6 horas, a 1.44 gr. a las 12 horas y 1.40 gr. a las 24 horas. Asimismo, el promedio de la fuerza de los elásticos intermaxilares sintéticos al inicio del estudio fue de 1.93 gr. disminuyendo progresivamente a 1.73 gr. a las 6 horas, a 1.52 gr. a las 12 horas y 1.44 gr. a las 24 horas. Se encontraron diferencias en la degradación de fuerzas de ambos tipos de elásticos, observándose que los sintéticos presentaron la mayor degradación en todas las mediciones, exceptuando a las 24 horas. El estudio concluye que los elásticos sintéticos experimentaron una mayor pérdida de fuerzas a lo largo del tiempo, en comparación con los elásticos de látex (12).

- **Martínez, et al. (2021)** compararon los cambios en la fuerza de distintos tipos de cadenas elastoméricas. El estudio se realizó en Veracruz (México), y su diseño fue experimental *in vitro*. Se emplearon 180 cadenas ortodónticas de las marcas *TP*, *ORMCO* y *3C*. Las muestras se conservaron a una temperatura de 37°C, simulando el entorno oral. Se encontró que la cadena *TP* mostró mayor fuerza y estabilidad dimensional que las otras marcas en la mayoría de los periodos evaluados, aunque la diferencia no fue estadísticamente significativa ($P > 0,05$). Se concluye que todas las cadenas presentaron un rango similar de degradación de fuerzas en el periodo de treinta días (8).

- **López y Delgado (2019)** compararon *in vitro* los cambios en la fuerza de distintos tipos de distintas bandas intermaxilares, expuestos a alimentos de consumo frecuente. El estudio se realizó en Lima (Perú), y su diseño fue experimental *in vitro*. Se emplearon 136 elásticos divididos en 4 grupos de acuerdo al tipo de elástico y la exposición a alimentos: Grupo 1: Látex - agua destilada; Grupo 2: Sintético - agua destilada, Grupo 3: Látex - comida diaria; Grupo 4:

Sintético - comida diaria). Los grupos 1 y 2 se almacenaron a 37°C en agua destilada, mientras que los grupos 3 y 4 fueron expuestos a una dieta consistente en alimentos de consumo diario, en cuatro intervalos (0, 3, 6 y 12 horas). En cada grupo se registró la fuerza en los siguientes intervalos de tiempo: 0 (inicio) y 24 horas. Se encontraron diferencias en la pérdida de fuerzas entre ambos tipos de elásticos. La degradación de los elásticos de látex fue 28,65%, mientras que la de los elásticos sintéticos fue de 38,47%. Sin embargo, al evaluar la disminución de fuerzas de los elásticos en relación a la exposición a alimentos no se evidenciaron diferencias significativas entre los grupos ($P > 0,05$). Se concluye que la mayor degradación de fuerzas se dio con los elásticos sintéticos, independientemente de la exposición a alimentos (13).

- **Santos, et al. (2018)** compararon los cambios en la fuerza de distintos tipos de elásticos. El estudio se realizó en Brasil, y su diseño fue experimental *in vitro*. Se emplearon 120 elásticos (60 de látex y 60 sintéticos, se almacenaron en saliva artificial a 37°C. la fuerza se registró en los momentos 1 día ,2 días 3 días después de su almacenamiento. Se encontró que la fuerza promedio de los elásticos sintéticos fue de 146,8, 131,5, 126,3, 118,7 y 118,67 gr. al cabo de 24,48,72 y 120 horas respectivamente; para los elásticos de látex las fuerzas promedio fueron de 164,3, 144,8, 134,7, 129,2 gr. al cabo de 24,48,72 y 120 horas respectivamente. Al compararse, se encontró que los valores de ambos grupos fueron similares. La pérdida de fuerzas fue mayor en el 1 día (aprox. 11% en ambos elásticos). Después de 48 horas, este porcentaje no cambió significativamente. El estudio concluye que los elásticos deben ser cambiados cada 48 horas, para que su fuerza se conserve en niveles terapéuticos (14).

- **Ardani, et al. (2018)**. compararon los cambios en la fuerza de distintos tipos de elásticos. El estudio se realizó en Indonesia, y su diseño fue experimental *in vitro*. Se emplearon 110 elásticos de 2 marcas distintas los cuales fueron almacenados en saliva artificial por 2 días. A continuación se les aplicó una fuerza de estiramiento moderada (30 mm) en intervalos de 1 hora, 1 día y 2 días. Todas las muestras fueron analizadas mediante espectroscopia infrarroja

de Fourier y rayos X de energía dispersa, para conocer la estructura y los elementos de enlace químico. Al comparar la degradación de las fuerzas entre ambos tipos de elástico, se encontraron diferencias al 1 día con mayor pérdida de fuerzas en los elásticos de látex, mientras que en el intervalo de 24-48 horas no se observaron diferencias significativas. Se concluye que ambos tipos de elásticos evidenciaron una disminución de fuerzas con el transcurso del tiempo, observándose que el efecto fue mayor con los de látex (15).

- **Notaroberto, et al. (2018)**. compararon los cambios en la fuerza de distintos tipos de elásticos. El estudio se realizó en Brasil, y su diseño fue experimental *in vitro*. Se trataron a 15 pacientes con bandas elásticas de ambos tipos de la marca *American Orthodontics*, y se registró las fuerzas al inicio del estudio y al cabo de 1, 3, 12 y 24 horas. Las bandas se estiraron hasta una longitud de 25 mm. Se encontró que la fuerza promedio de los elásticos de látex fue de 224,5, 191,7, 186,2, 179,1 y 179,8 gf. al inicio, y al cabo de 1,3,12 y 24 horas respectivamente; asimismo, la fuerza promedio de los elásticos sintéticos fue de 228,03, 165,7, 162,4, 146,4 y 138,6 gf. al inicio, y al cabo de 1,3,12 y 24 horas respectivamente. Al inicio la fuerza fue ligeramente mayor con los elásticos sintéticos; posteriormente los valores fueron mayores con los de látex. Después de 24 horas, la mayor pérdida de fuerzas se registró con las bandas sintéticas. Se concluye que la fuerza de los elásticos de látex fue más estable a través del tiempo, en comparación con los sintéticos (16).

- **Montenegro, et al. (2018)** compararon los cambios en la fuerza de distintos tipos de elásticos. El estudio se realizó en Colombia, y su diseño fue experimental *in vitro*. Se emplearon 20 elásticos intermaxilares de látex y 20 sintéticos, los cuales fueron estirados a 18 mm y sumergidos en saliva artificial por 1 día. Se encontró que la fuerza promedio de los elásticos de látex fue de 215,5, 204,1, 198,4, 191,9 y 195,6 g. al inicio, y al cabo de 6,12,18 y 24 horas respectivamente; asimismo, la fuerza promedio de los elásticos sintéticos fue de 187,1, 175,7, 172,9, 170,6 y 169,8 g. al inicio, y al cabo de 6,12,18 y 24 horas respectivamente. Los elásticos

de látex evidenciaron mayor fuerza que los sintéticos en todos los tiempos evaluados. También se observó que la mayor pérdida de fuerza se observó en las primeras 6 horas, para ambos tipos de elástico. Se concluye que los elásticos de látex reportaron mayor fuerza que los sintéticos (17).

- **Oliveira, et al. (2017)** compararon los cambios en la fuerza de distintos tipos de elásticos. El estudio se realizó en Brasil, y su diseño fue experimental *in vitro*. Se emplearon 88 elásticos intermaxilares de 3/16 pulgadas, divididos en 2 grupos de acuerdo al tipo de elástico (látex y sintéticos). La tensión se registró en los siguientes intervalos: 0 (inicio), 24, 72 y 504 horas. Las muestras se almacenaron en saliva artificial a temperatura ambiente durante todo el período experimental. Se encontró que los elásticos de látex mostraron una menor y más uniforme deformación que los elásticos sintéticos. Los elásticos sintéticos mostraron mayor pérdida de fuerzas en todos los tiempos evaluados. La marca *Morelli* presentó mayor fuerza que las demás marcas, tanto para los elásticos de látex como para los sintéticos en todos los intervalos de tiempo; por el contrario, los elásticos de látex *G&H* mostraron la mayor degradación de la fuerza en comparación con las otras marcas. Entre los elásticos sintéticos, *Dentaurum* y *Orthopli* presentaron la mayor degradación de fuerzas. Se finaliza que los elásticos sintéticos registraron una mayor pérdida de fuerzas que los de látex (10).

- **Farfán, et al. (2017)** compararon los cambios en la fuerza de distintos tipos de elásticos. El estudio se realizó en Lima (Perú), y su diseño fue experimental *in vitro*. Se utilizaron 30 bandas de 3/16" y 6 oz por grupo e intervalo de tiempo, haciendo un total de 360 bandas elásticas (una mitad de látex y la otra de sintéticos, de marca *Ortho Classic*). Se encontró que los elásticos de látex presentaron una degradación media de la fuerza de 13,8 %, 17,4 %, 18,2 %, 21 % y 23,4 % al cabo de 1, 3, 6, 12 y 24 horas respectivamente; los elásticos sintéticos presentaron una degradación promedio de fuerza de 32,5 %, 39,6 %, 44,4 %, 51,1 % y 56% a las 1, 3, 6, 12 y 24 horas, respectivamente. Cuando se compararon los dos tipos de elásticos se encontraron

diferencias significativas en todos los momentos evaluados ($P < 0,001$). Se encontró que la degradación de fuerzas de las bandas sintéticas fue mayor que la de látex, en todos los tiempos (18).

2.2. Bases teóricas

ELÁSTICOS INTERMAXILARES

El elástico ortodóntico es uno de los principales aditamentos diseñados para la corrección de la línea media, cierre de espacios, movimiento de dientes impactados, así como para la corrección de malposiciones dentarias y maloclusiones ánteroposteriores (1,2,19). El uso de los elásticos en el campo odontológico fue introducido hacia fines del siglo XIX por los ortodoncistas Calvin Case y Henry Baker (11,20,21). En la actualidad se han convertido en aditamentos de uso común en el campo de la ortodoncia debido su alta resiliencia, versatilidad, y bajo costo (10,22).

De acuerdo a su naturaleza, los elásticos pueden ser sintéticos o látex. Los elásticos de látex (“elásticos naturales”) se elaboran a tomando como materia prima la savia vegetal que luego será procesada (1). El látex es un líquido de aspecto lechoso que mana de incisiones hechas en el tronco de ciertos árboles como las euforbias, la celidonia, etc; al coagular produce caucho, gutapercha, laca y otras materias primas (23). Una de los principales fuentes de látex es el *Hevea brasiliensis*, árbol nativo de regiones selváticas. El su proceso de su fabricación se combina con más de 200 agentes químicos y aditivos, que le brindan sus propiedades. (24-26). Químicamente, constituye un polímero isopreno constituido por moléculas de alto peso molecular y pequeñas cantidades de proteínas y ácidos grasos (27).

Los elásticos de látex son ampliamente usados debido a su biocompatibilidad, fácil manipulación, durabilidad y bajo costo (1,11,28). Entre sus aplicaciones en el campo médico

tenemos la elaboración de guantes, diques de goma, cartuchos de anestesia, envases de adhesivos, y equipos de resucitación, entre otros (25).

Sin embargo, en algunos casos pueden producir reacciones alérgicas, cuyas manifestaciones clínicas incluyen desde urticaria por contacto, conjuntivitis y rinitis, hasta reacciones sistémicas severas, como asma, angioedemas o anafilaxis (28-33). Las reacciones incluyen irritaciones locales o reacciones de hipersensibilidad de tipo I o IV (26,31,33).

Los primeros reportes estuvieron asociados a irritaciones leves o dermatitis por contacto. Sin embargo, en la década de 1980 se dio un notable aumento de reportes de reacciones más graves, particularmente asociados al uso de enemas de bario, o en procedimientos realizados a niños con espina bífida u otras anomalías congénitas (34). En esta década también aparecieron los primeros reportes de reacciones anafilácticas asociadas al uso de guantes de látex por profesionales de salud (26,33,34). Una de las razones que explicarían este incremento de reportes sería la prevención de enfermedades infecciosas como la hepatitis o el VIH (28,32,33,35).

Aunque las cifras varían según los reportes, se estima que la hipersensibilidad al látex en los trabajadores de salud puede llegar al 17%, mientras que para la población general puede llegar al 1% (11,25,28,31). La reacción alérgica estaría asociada a la adición de antioxidantes y amonio durante el proceso de vulcanización (17,27).

Los grupos de riesgo son los trabajadores de salud, los trabajadores que usen guantes de látex como medida de protección, y los niños con espina bífida u otras malformaciones congénitas. Se han identificado diversos alérgenos, siendo los más frecuentes el Hev 5 y Hev 6 en adultos (principalmente trabajadores de salud), y el Hev 1 y Hev 3 en niños con espina bífida (29). También se sabe que el Hev 1 y Hev 3 necesitan del contacto directo con mucosa para producir estas reacciones, mientras que el Hev 5 y Hev 6 – presentes en los guantes con talco – pueden

producirlas por contacto directo o por inhalación (28). Por ello se considera que la piel, mucosa, y las vías aéreas son las formas de exposición (28,35). Los pacientes con alergia al látex suelen también presentar alergia a distintos alimentos (P.ej. plátano, palta, castañas o kiwi), debido a reacciones cruzadas con los alérgenos (29,30,32,35).

Los elásticos sintéticos surgieron como una respuesta a las reacciones alérgicas producidas por el látex. Los elásticos sintéticos (o plásticos) se obtienen por transformación química del carbón, petróleo o de alcoholes vegetales (1). En comparación con los sintéticos, los elásticos de látex presentan mayor elasticidad y fuerza, siendo a la vez más económicos (11).

La principal característica de estos aditamentos es la elasticidad, capacidad de una sustancia sólida para recobrar su forma original después de haber experimentado una deformación como consecuencia de la aplicación de una fuerza, al cesar la acción de ésta (23,36). El indicador para medir esta cualidad se denomina módulo de elasticidad, definido por la relación existente entre el valor de las fuerzas externas que determinan el alargamiento elástico de un sólido, y la magnitud que alcanza ese alargamiento (23). La elasticidad de estos materiales se debe a su estructura: largas cadenas moleculares dispuestas de manera irregular, y unidas entre sí con enlaces covalentes en ciertos puntos (37).

DEGRADACIÓN DE FUERZAS DE LOS ELÁSTICOS INTERMAXILARES

Una limitación de los elásticos ortodónticos es que no pueden mantener una fuerza constante por períodos prolongados, lo que provoca un proceso denominado “degradación de fuerzas” (6). La disminución de la fuerza de un elástico ocurre por la elongación de sus cadenas moleculares y poliméricas. Además, la aplicación de fuerzas excesivas (sobreestiramiento) origina que las cadenas puedan deslizarse una sobre otra, lo que conduce a una deformación permanente (11).

Por su naturaleza, los elásticos tienden a volver a su longitud original una vez que cesa la aplicación de una fuerza. El problema surge cuando una fuerza excesiva modifica su composición molecular, impidiendo que retornen a su forma original (8). La degradación de fuerzas del material puede disminuir su eficacia, lo que retarda o detiene el movimiento dentario, pudiendo aumentar el tiempo del tratamiento (8,9,14,38,39).

Hay que tener en cuenta que existen factores externos que pueden influir sobre la eficiencia de los elásticos ortodónticos, tales como la temperatura intrabucal, humedad, dieta, pH, el tipo de dieta del paciente, así como la composición y el diseño del aditamento (8,22,24,39-41).

Los elásticos generalmente experimentan una mayor pérdida de fuerzas en ambientes húmedos que en secos. En el mismo medio, los elásticos sintéticos suelen experimentar una mayor pérdida de fuerza que los de látex (10,17). La degradación de fuerzas de ambos tipos de elásticos sería similar cuando se efectúan pruebas estáticas (17).

Sin embargo, al revisar los artículos previamente citados como antecedentes podemos comprobar que los resultados son discrepantes: Oliveira PLE, *et al.* (10) , Gurdán Z, *et al.* (11), Pacheco RA. (12), López y Delgado (13), Notaroberto DFC, *et al.* (16), Montenegro OA, *et al.* (17) y Farfán ML, *et al.* (18) encontraron que los elásticos de látex presentaron una menor degradación de fuerzas; por el contrario, Ardani IGAW, *et al.* (15) y Shailaja AM, *et al.* (24) reportaron que la mayor degradación de fuerzas se dio con los de látex; asimismo, Santos JLS, *et al.* (14) encontraron que la degradación de fuerzas fue similar para ambos tipos de elásticos.

2.3. Formulación de hipótesis

2.3.1 Hipótesis general:

- Existe diferencia en la degradación de fuerzas *in vitro* de distintas marcas de elásticos intermaxilares de látex, considerando los siguientes intervalos de tiempo: inicial, 12 y 24 horas.

2.3.2 Hipótesis específicas:

- Existe diferencia en la degradación de fuerzas entre los intervalos de tiempo, para cada marca de elástico.

- Existe diferencia en la degradación de fuerzas entre las marcas de elástico, para cada intervalo de tiempo.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Método de la investigación

- Hipotético-deductivo: Plantea una conjetura de la realidad que será sometida a verificación por medio de un experimentos.

3.2. Enfoque de la investigación

- Cuantitativo: Emplea variables medibles.

3.3. Tipo de investigación

- Aplicada: Genera conocimientos innovadores con aplicaciones prácticas.

3.4. Diseño de la investigación

- Experimental: El investigador modifica a voluntad una o más variables.

- Longitudinal: El investigador evalúa la muestra en dos o más ocasiones.

- Prospectivo: La información se recogerá después de su planificación, mientras se ejecute el estudio.

3.5. Población, muestra y muestreo

Muestra: Se emplearon 90 elásticos intermaxilares de 6.0 oz y 5/16 pulgadas, distribuidos en 3 grupos de acuerdo a la marca comercial: *Morelli*, *Orthometric* y *GAC* (30 elásticos en cada grupo).

Muestreo : El tamaño muestral se estimó basándonos en el estudio de Mendoza y Díaz (42), que reportaron un tamaño mínimo muestral de 25 por grupo. Para ello aplicó la fórmula de comparación de medias mediante el Programa STATA, considerando un alfa de 0,05 y un poder de 0,80; los datos del promedio y desviación estándar fueron tomados de la investigación de Kumar (43). Este tamaño muestral es mayor del empleado en los estudios de Pacheco RA (12), Montenegro OA, *et al.* (17), Morales EC, *et al.* (21) y Ajami S, *et al.* (37).

Criterios de inclusión

- Los elásticos procederán del mismo lote.
- Los elásticos tendrán la misma fecha de expiración.
- El empaque deberá estar sellado.

Criterios de exclusión

- Defectos de fabricación.
- Deficiente sellado del empaque.

3.6. Variables y operacionalización

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	ESCALA VALORATIVA (NIVELES O RANGOS)
Marca del elástico intermaxilar (V. independiente)	Dispositivos que almacenan fuerzas destinadas a producir movimientos ortodóntico	Marca comercial que elaboró el elástico ortodóntico.	Unidimensional	Información registrada en el empaque	Nominal	- Morelli - Orthometric - GAC
Degradación de fuerza del elástico intermaxilar (V. dependiente)	Disminución o pérdida de fuerza experimentada por el elástico a través del tiempo.	Pérdida de fuerzas a través del tiempo, medido con una máquina universal de ensayos.	Unidimensional	Máquina universal de ensayos	Razón	gf
Tiempo (Interviniente)	Período que transcurre entre cada toma de datos.	Períodos en que se registrarán la fuerza los elásticos intermaxilares, medido con un reloj digital.	Unidimensional	Reloj digital	Ordinal	- Inicial - 12 horas - 24 horas

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para el estudio se empleó el método aplicado por Pacheco R (12) y Montenegro OA, *et al.* (17).

Se prepararon seis bases acrílicas de 4 mm de espesor, 45 mm de ancho y 50 mm de largo. Se realizaron perforaciones en las bases acrílicas mediante una fresa de carburo redonda; las perforaciones tendrán 24 mm de separación y 4 mm de profundidad. En estas perforaciones se colocaron pines de 15 mm, fijándolos mediante acrílico. Los pines sometieron a los elásticos a una tensión continua, a 24 mm de distancia, para medir las fuerzas en los distintos intervalos de tiempo.

Para estimar las fuerzas se empleó una máquina universal de ensayos digitales (LG CMT – 5L; Mitutoyo - 200 mm). Las mediciones fueron realizadas por un solo investigador; la manipulación del elástico se realizó mediante pinzas de algodón. Después de registrarse las fuerzas iniciales, los elásticos fueron colocados en los pines de acero. A continuación las muestras fueron almacenadas en saliva artificial (*Salival*; Laboratorios Unidos, S.A. - LUSA). Las siguientes mediciones se tomaron luego de 12 y 24 horas.

Luego de realizarse la medición, el elástico respectivo fue retirado del dispositivo y descartado. Los valores de las fuerzas fueron procesados por el sistema computarizado incluido en la máquina de tracción.

3.8. Procesamiento y análisis de datos

El procesamiento descriptivo se realizó mediante medidas de tendencia central y dispersión. El análisis inferencial se realizó aplicando las pruebas t de Student, ANOVA, prueba de rango con signos de Wilcoxon y prueba de Kruskal Wallis, con un nivel de significancia de 5%. El procesamiento de la información se realizó con el Programa SPSS.

3.9. Aspectos éticos

- Se contó con la aprobación de la Comisión de Ética.
- Las unidades de análisis fueron elásticos intermaxilares, por lo que el estudio no comprometió la salud de seres vivos.

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Resultados

4.1.1. Análisis descriptivo de resultados

En la tabla 1 se presenta el análisis descriptivo de la fuerza registrada por cada marca comercial de elástico, considerando cada medición: inicial (medición 1), 12 horas (medición 2) y 24 horas (medición 3). En cada grupo se detalla la media, desviación estándar, mediana, valor mínimo, valor máximo y los intervalos de confianza.

Tabla 1. Análisis descriptivo de los valores de la fuerza registrada por cada marca comercial de elástico, considerando cada medición: inicial, 12 y 24 horas.

	Media	SD	Mediana	V. min	V. max.	Intervalo de confianza		Error
						L. inf.	L. sup.	
Morelli								
Medición: Inicial	2,23	0,085	2,27	2,06	2,31	2,20	2,26	0,16
Medición: 12 horas	2,06	0,10	2,09	1,87	2,20	2,02	2,10	0,02
Medición :24 horas	1,87	0,89	1,90	1,70	2,01	1,84	1,90	0,02
Orthometric								
Medición: Inicial	1,30	0,09	1,30	1,03	1,43	1,26	1,33	0,02
Medición: 12 horas	1,20	0,88	1,20	0,98	1,35	1,17	1,24	0,02
Medición :24 horas	1,12	0,92	1,12	0,86	1,25	1,08	1,15	0,02
GAC								
Medición: Inicial	1,79	0,06	1,79	1,64	1,91	1,77	1,81	0,11
Medición: 12 horas	1,64	0,06	1,62	1,52	1,75	1,61	1,66	0,01
Medición :24 horas	1,44	0,06	1,43	1,34	1,56	1,41	1,46	0,01

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2 se presenta el análisis descriptivo de la variación en la de la fuerza registrada por cada marca comercial de elástico, considerando cada intervalo de mediciones: inicial – 12 horas, 12 horas – 24 horas, e inicial - 24 horas (global). En cada grupo se detalla la media, desviación estándar, mediana, valor mínimo, valor máximo y los intervalos de confianza.

Tabla 2. Análisis descriptivo de la variación en la de la fuerza registrada por cada marca comercial de elástico, considerando cada intervalo de mediciones: inicial – 12 horas, 12 horas – 24 horas, e inicial - 24 horas (global).

	Media	SD	Mediana	V. min	V. max.	Intervalo de confianza		Error
						L. inf.	L. sup.	
Morelli								
Variación: Inicial – 12 horas	0,17	0,04	0,18	0,09	0,24	0,15	0,18	0,01
Variación: 12 horas – 24 horas	0,19	0,06	0,18	0,07	0,35	0,17	0,21	0,01
Variación: Inicial – 24 horas	0,36	0,06	0,37	0,20	0,53	0,34	0,38	0,01
Orthometric								
Variación: Inicial – 12 horas	0,09	0,29	0,09	0,03	0,16	0,08	0,10	0,01
Variación: 12 horas – 24 horas	0,09	0,05	0,75	0,00	0,23	0,07	0,10	0,01
Variación: Inicial – 24 horas	0,18	0,04	0,17	0,12	0,35	0,16	0,19	0,01
GAC								
Variación: Inicial – 12 horas	0,16	0,04	0,16	0,06	0,23	0,14	0,17	0,01
Variación: 12 horas – 24 horas	0,20	0,06	0,19	0,10	0,37	1,78	0,22	0,01
Variación: Inicial – 24 horas	0,36	0,06	0,35	0,25	0,55	0,34	0,38	0,01

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Prueba de hipótesis

Hipótesis específica 1

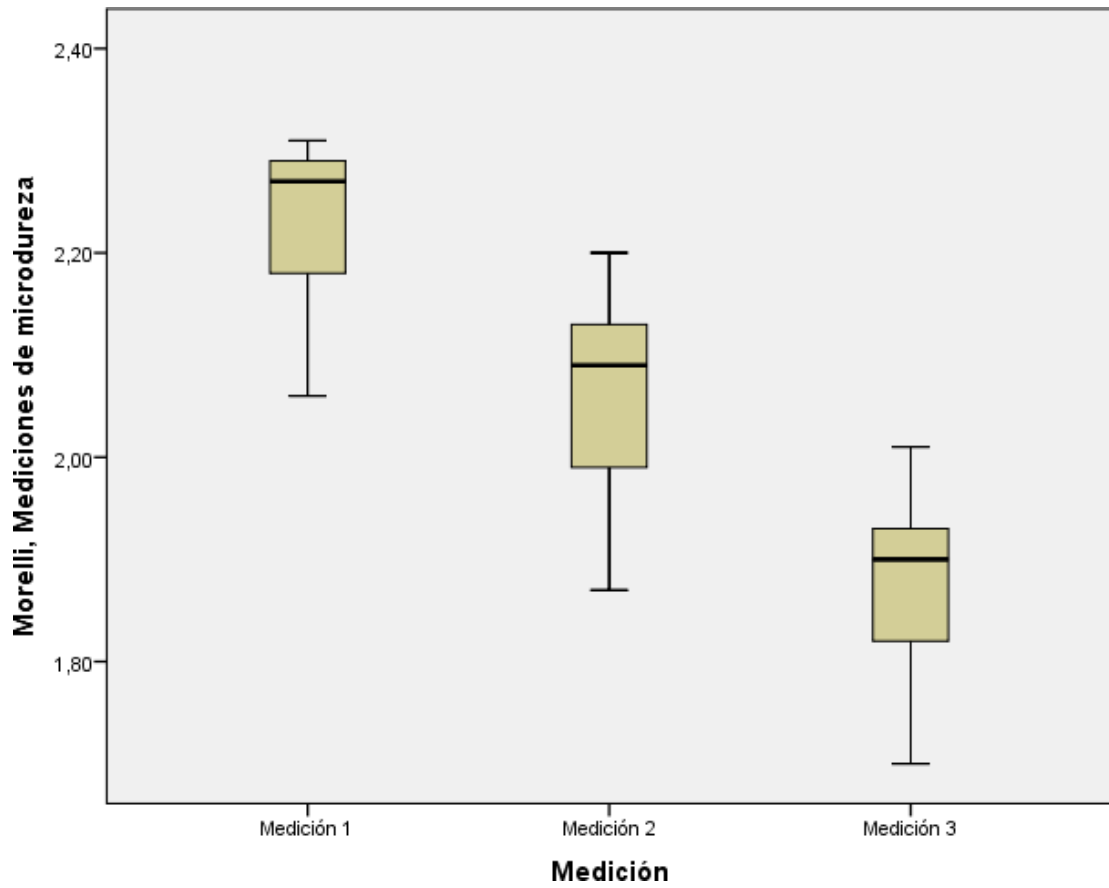
- Existe diferencia en las fuerzas registradas para cada medición, en los elásticos de marca “Morelli”.

Tabla 3. Diferencia en las fuerzas registradas para cada medición, en los elásticos de marca “Morelli”.

	Normalidad (Prueba de Kolmogorov - Smirnov)		Homogeneidad de varianzas (Prueba de Levene)		Prueba inferencial		Prueba inferencial aplicada
	Estadístico	P	Estadístico	P	Estadístico	P	
Medición: Inicial 1	1,531	0,018	0,391	0,534	-4,792	0,000	Rango con signos de Wilcoxon
Medición: 12 horas	1,028	0,241					
Medición: 12 horas	1,028	0,241	0,382	0,539	-4,787	0,000	Rango con signos de Wilcoxon
Medición: 24 horas	1,384	0,043					
Medición: Inicial	1,531	0,018	0,002	0,969	-4,787	0,000	Rango con signos de Wilcoxon
Medición: 24 horas	1,384	0,043					

Fuente: Elaboración propia

Figura 1. Diferencia en las fuerzas registradas para cada medición, en los elásticos de marca “Morelli”.



Fuente: Elaboración propia

Según la prueba de Rango con signos de Wilcoxon.

Considerando:

Si: $p < 0,05$, entonces H_0 se rechaza

Hipótesis estadísticas:

H_0 : No existe diferencia en las fuerzas registradas para cada medición, en los elásticos de marca "Morelli".

H_1 : Existe diferencia en las fuerzas registradas para cada medición, en los elásticos de marca "Morelli".

$P = 0,000 < 0,05$

Decisión:

Se rechaza la H_0

Conclusión estadística:

Existe diferencia en las fuerzas registradas para cada medición, en los elásticos de marca "Morelli". Esta diferencia se manifiesta tanto entre las mediciones 1 y 2; entre las mediciones 2 y 3; y entre las mediciones 1 y 3 (global).

Hipótesis específica 2

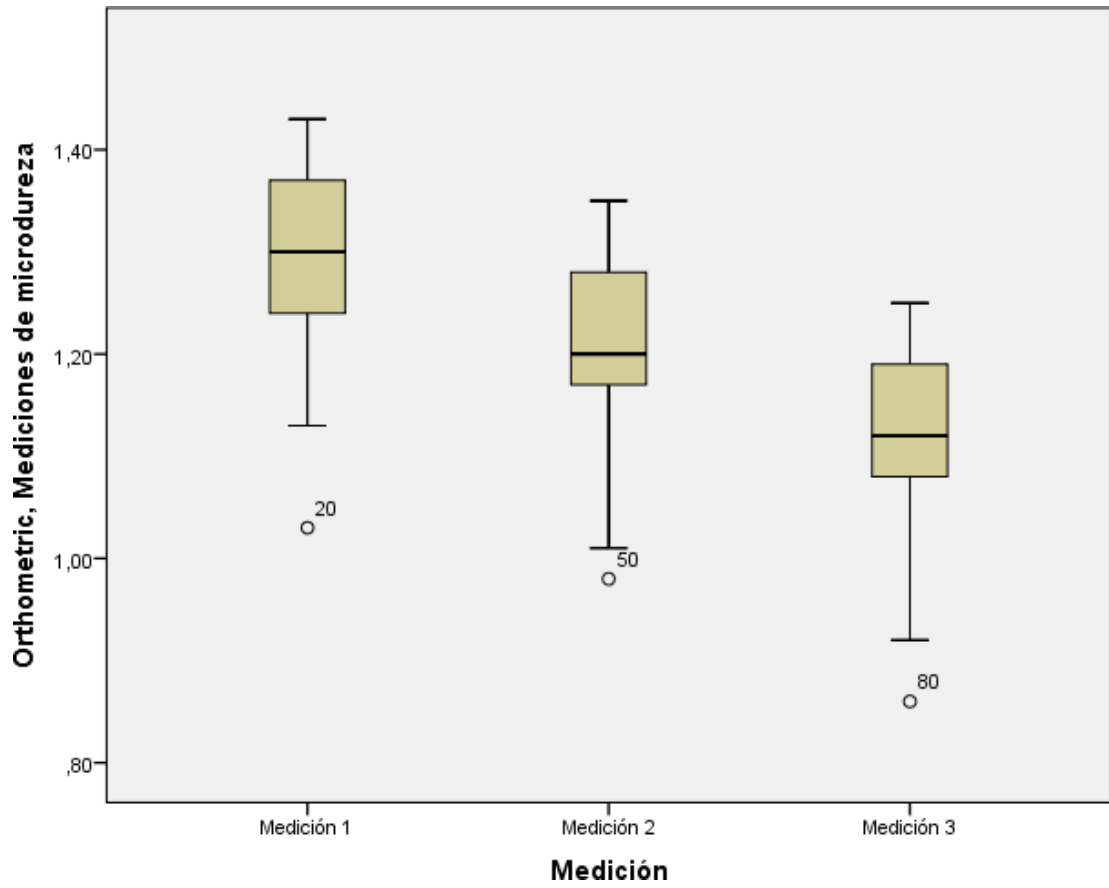
- Existe diferencia en las fuerzas registradas para cada medición, en los elásticos de marca “Orthometric”.

Tabla 4. Diferencia en las fuerzas registradas para cada medición, en los elásticos de marca “Orthometric”.

	Normalidad (Prueba de Kolmogorov - Smirnov)		Homogeneidad de varianzas (Prueba de Levene)		Prueba inferencial		Prueba inferencial aplicada
	Estadístico	P	Estadístico	P	Estadístico	P	
Medición: Inicial 1	0,704	0,704	0,018	0,895	17,409	0,000	T de Student para muestras relacionadas
Medición: 12 horas	0,619	0,839					
Medición: 12 horas	0,619	0,839	0,001	0,978	10,408	0,000	T de Student para muestras relacionadas
Medición: 24 horas	0,647	0,797					
Medición: Inicial	0,704	0,704	0,010	0,992	23,578	0,000	T de Student para muestras relacionadas
Medición: 24 horas	0,647	0,797					

Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Diferencia en las fuerzas registradas para cada medición, en los elásticos de marca “Orthometric”.



Fuente: Elaboración propia

Según la prueba T de Student para muestras relacionadas.

Considerando:

Si: $p < 0,05$, entonces H_0 se rechaza

Hipótesis estadísticas:

H_0 : No existe diferencia en las fuerzas registradas para cada medición, en los elásticos de marca "Orthometric".

H_1 : Existe diferencia en las fuerzas registradas para cada medición, en los elásticos de marca "Orthometric".

$P = 0,000 < 0,05$

Decisión:

Se rechaza la H_0

Conclusión estadística:

Existe diferencia en las fuerzas registradas para cada medición, en los elásticos de marca "Orthometric". Esta diferencia se manifiesta tanto entre las mediciones 1 y 2; entre las mediciones 2 y 3; y entre las mediciones 1 y 3 (global).

Hipótesis específica 3

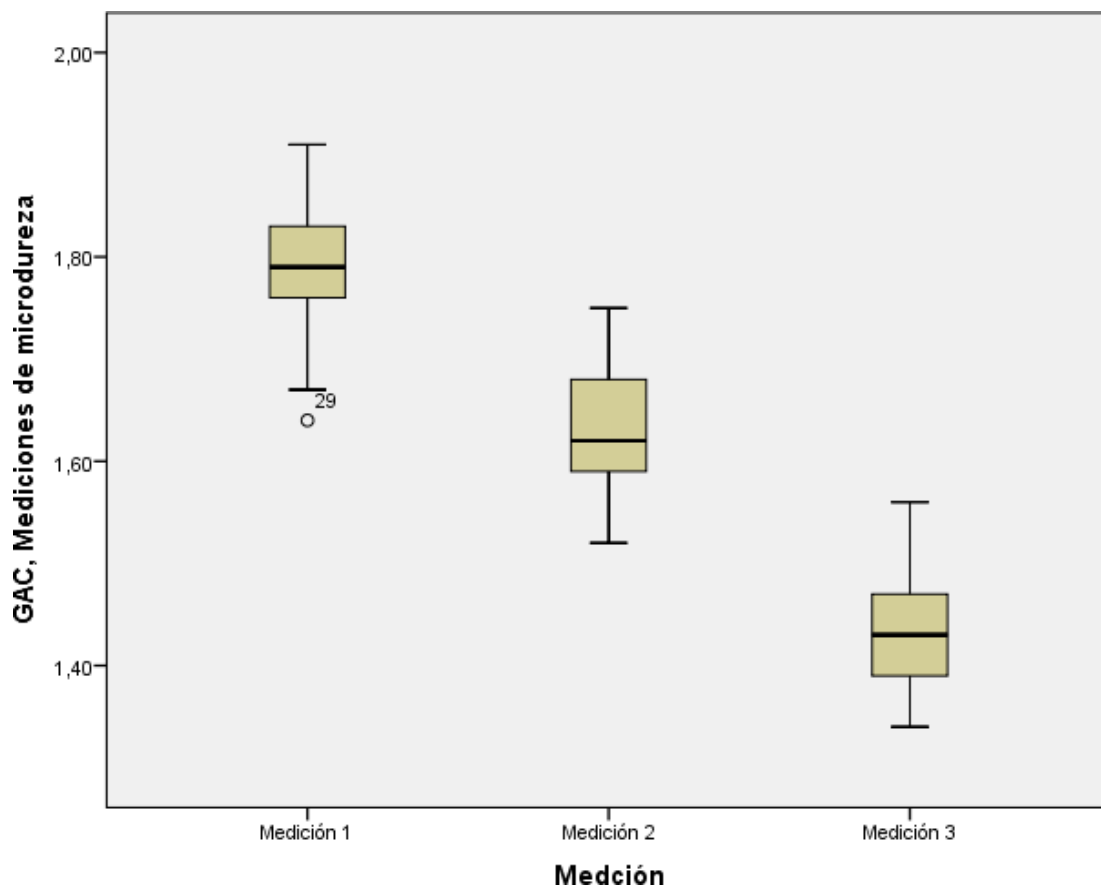
- Existe diferencia en las fuerzas registradas para cada medición, en los elásticos de marca “GAC”.

Tabla 5. Diferencia en las fuerzas registradas para cada medición, en los elásticos de marca “GAC”.

	Normalidad (Prueba de Kolmogorov-Smirnov)		Homogeneidad de varianzas (Prueba de Levene)		Prueba inferencial		Prueba inferencial aplicada
	Estadístico	P	Estadístico	P	Estadístico	P	
Medición: Inicial 1	0,464	0,982	0,539	0,466	19,899	0,000	T de Student para muestras relacionadas
Medición: 12 horas	0,743	0,639					
Medición: 12 horas	0,743	0,639	0,332	0,567	18,292	0,000	T de Student para muestras relacionadas
Medición: 24 horas	0,751	0,626					
Medición: Inicial	0,464	0,982	0,026	0,873	33,101	0,000	T de Student para muestras relacionadas
Medición: 24 horas	0,751	0,626					

Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Diferencia en las fuerzas registradas para cada medición, en los elásticos de marca “GAC”.



Fuente: Elaboración propia

Según la prueba T de Student para muestras relacionadas.

Considerando:

Si: $p < 0,05$, entonces H_0 se rechaza

Hipótesis estadísticas:

H_0 : No existe diferencia en las fuerzas registradas para cada medición, en los elásticos de marca "GAC".

H_1 : Existe diferencia en las fuerzas registradas para cada medición, en los elásticos de marca "GAC".

$P = 0,000 < 0,05$

Decisión:

Se rechaza la H_0

Conclusión estadística:

Existe diferencia en las fuerzas registradas para cada medición, en los elásticos de marca "GAC". Esta diferencia se manifiesta tanto entre las mediciones 1 y 2; entre las mediciones 2 y 3; y entre las mediciones 1 y 3 (global).

Hipótesis específica 4

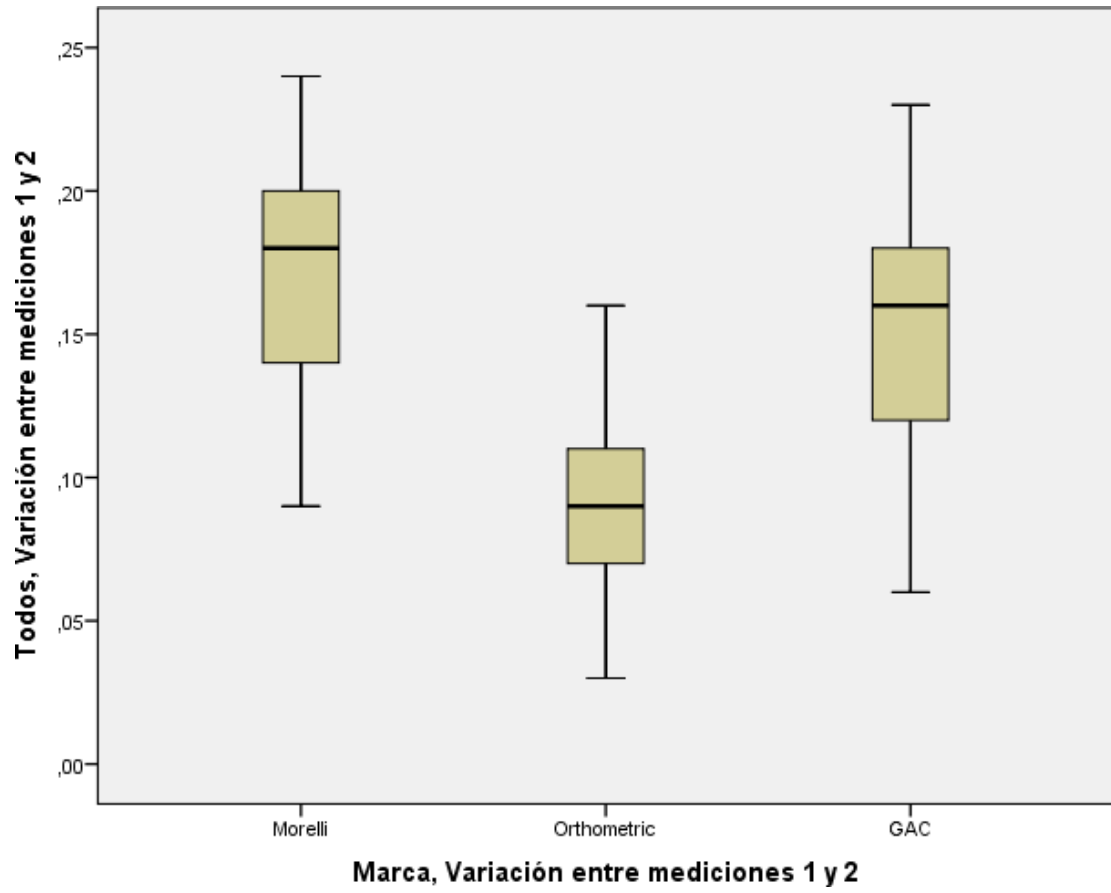
- Existe diferencia en la variación de las fuerzas registradas por las tres marcas de elásticos, entre la medición inicial y al cabo de 12 horas.

Tabla 6. Variación de las fuerzas registradas por las tres marcas de elásticos, entre la medición inicial y al cabo de 12 horas.

	Normalidad (Prueba de Kolmogorov - Smirnov)		Homogeneidad de varianzas (Prueba de Levene)		Prueba inferencial		Análisis post hoc	P	Prueba aplicada
	<u>Estadístico</u>	<u>P</u>	<u>Estadístico</u>	<u>P</u>	<u>Estadístico</u>	<u>P</u>			
Morelli	1,011	0,258	3,190	0,046	43,916	0,000	Orthometric - GAC	0,000	Kruskall - Wallis
Orthometric	0,649	0,793					Orthometric - Morelli	0,000	
GAC	0,563	0,910					GAC - Morelli	1,000	

Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Variación de las fuerzas registradas por las tres marcas de elásticos, entre la medición inicial y al cabo de 12 horas.



Fuente: Elaboración propia

Según la prueba Kruskal - Wallis.

Considerando:

Si: $p < 0,05$, entonces H_0 se rechaza

Hipótesis estadísticas:

H_0 : No existe diferencia en la variación de las fuerzas registradas por las tres marcas de elásticos, entre la medición inicial y al cabo de 12 horas.

H_1 : Existe diferencia en la variación de las fuerzas registradas por las tres marcas de elásticos, entre la medición inicial y al cabo de 12 horas.

$P = 0,000 < 0,05$

Decisión:

Se rechaza la H_0

Conclusión estadística:

Existe diferencia en la variación de las fuerzas registradas entre la medición inicial y al cabo de 12 horas, por las marcas "Orthometric" y "Morelli", así como por "Orthometric" y "GAC" ($P:0,000$ en ambos casos). No se encontró diferencias significativas entre las fuerzas registradas por las marcas "Morelli" y "GAC" ($P:1,000$).

Hipótesis específica 5

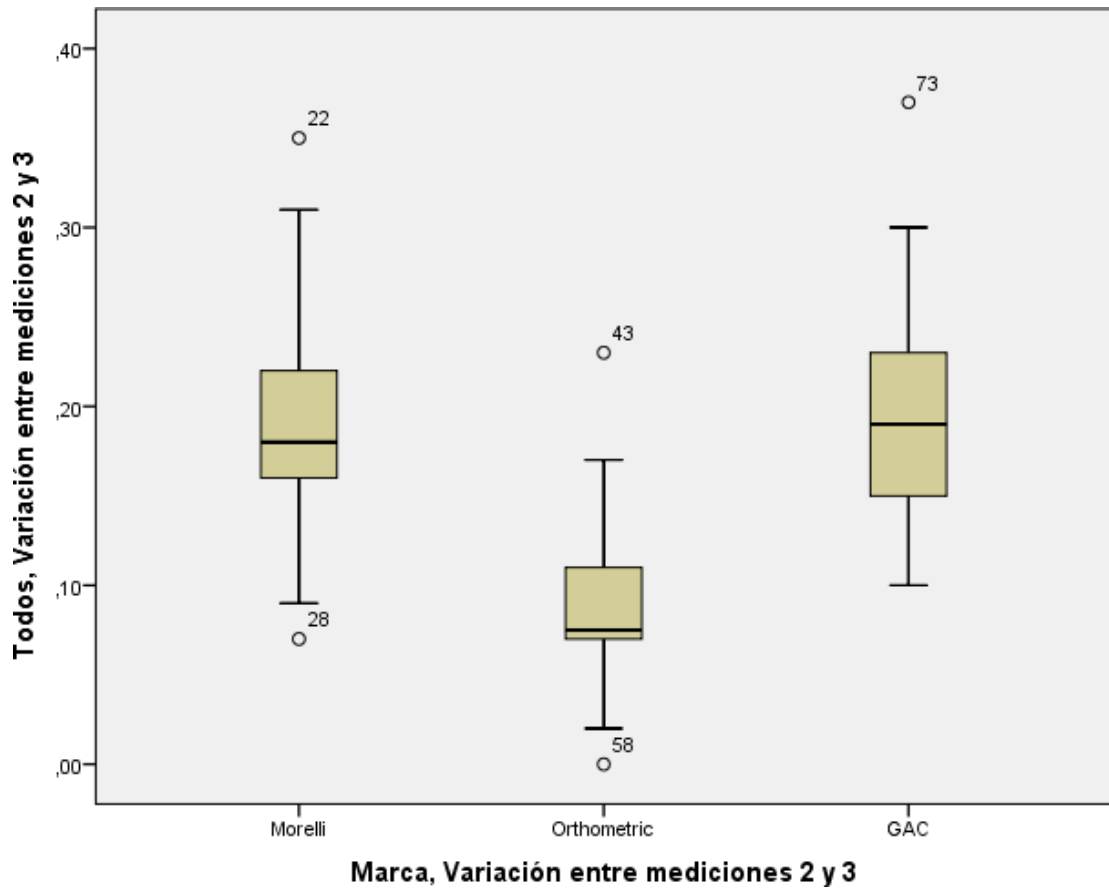
- Existe diferencia en la variación de las fuerzas registradas por las tres marcas de elásticos, al cabo de 12 y 24 horas.

Tabla 7. Variación de las fuerzas registradas por las tres marcas de elásticos, al cabo de 12 y 24 horas.

	Normalidad (Prueba de Kolmogorov - Smirnov)		Homogeneidad de varianzas (Prueba de Levene)		Prueba inferencial		Análisis post hoc	P	Prueba aplicada
	<u>Estadístico</u>	<u>P</u>	<u>Estadístico</u>	<u>P</u>	<u>Estadístico</u>	<u>P</u>			
Morelli	0,792	0,557	1,514	0,226	37,941	0,000	Orthometric - GAC	0,000	ANOVA
Orthometric	0,886	0,413					Orthometric - Morelli	0,000	
GAC	0,728	0,664					GAC - Morelli	0,811	

Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Variación de las fuerzas registradas por las tres marcas de elásticos, al cabo de 12 y 24 horas.



Fuente: Elaboración propia

Según la prueba ANOVA.

Considerando:

Si: $p < 0,05$, entonces H_0 se rechaza

Hipótesis estadísticas:

H_0 : No existe diferencia en la variación de las fuerzas registradas por las tres marcas de elásticos, al cabo de 12 y 24 horas.

H_1 : Existe diferencia en la variación de las fuerzas registradas por las tres marcas de elásticos, al cabo de 12 y 24 horas.

$P = 0,000 < 0,05$

Decisión:

Se rechaza la H_0

Conclusión estadística:

Existe diferencia en la variación de las fuerzas registradas al cabo de 12 y 24 horas, por las marcas "Orthometric" y "Morelli", así como por "Orthometric" y "GAC" ($P:0,000$ en ambos casos). No se encontró diferencias significativas entre las fuerzas registradas por las marcas "Morelli" y "GAC" ($P:0,811$).

Hipótesis específica 6

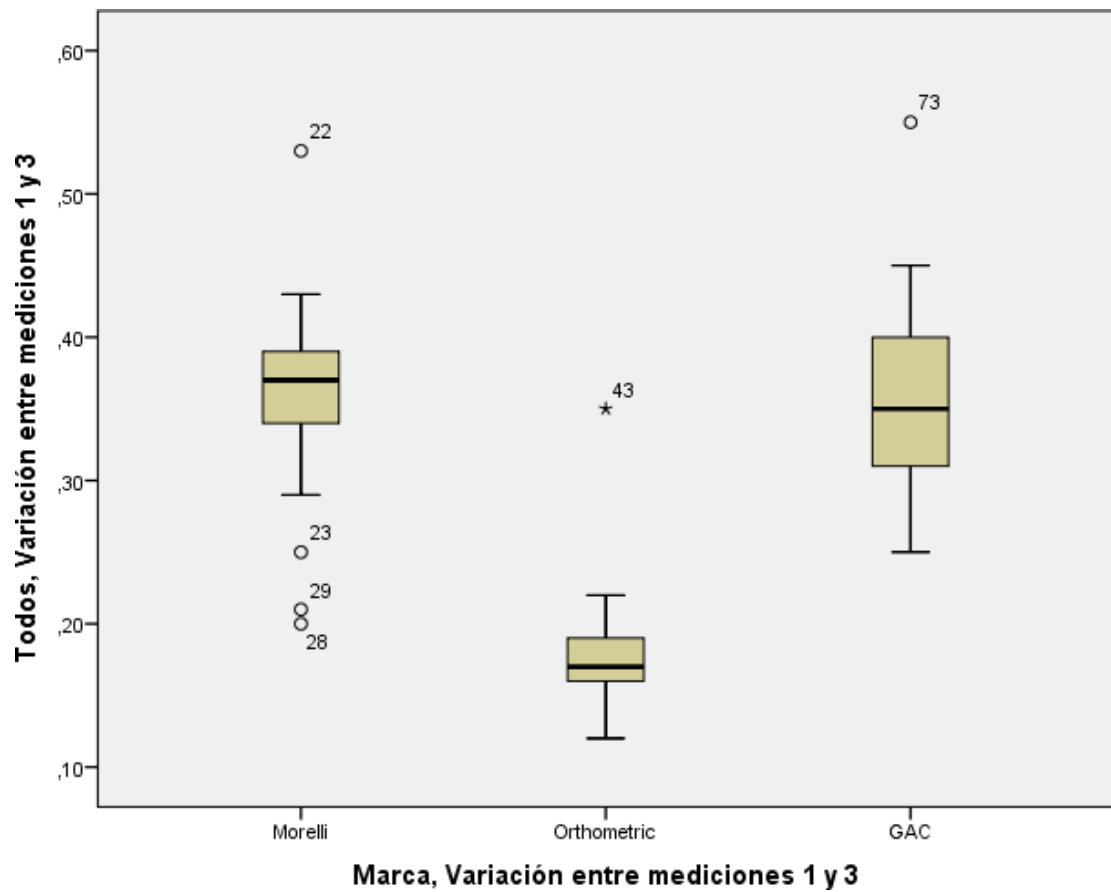
- Existe diferencia en la variación de las fuerzas registradas por las tres marcas de elásticos, entre la medición inicial y al cabo de 24 horas (global).

Tabla 8. Variación de las fuerzas registradas por las tres marcas de elásticos, entre la medición inicial y al cabo de 24 horas.

	Normalidad (Prueba de Kolmogorov - Smirnov)		Homogeneidad de varianzas (Prueba de Levene)		Prueba inferencial		Análisis post hoc	P	Prueba aplicada
	<u>Estadístico</u>	<u>P</u>	<u>Estadístico</u>	<u>P</u>	<u>Estadístico</u>	<u>P</u>			
Morelli	1,152	0,140	2,111	0,127	108,281	0,000	Orthometric - GAC	0,000	
Orthometric	1,119	0,164					Orthometric - Morelli	0,000	ANOVA
GAC	0,746	0,635					GAC - Morelli	0,985	

Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Variación de las fuerzas registradas por las tres marcas de elásticos, entre la medición inicial y al cabo de 24 horas.



Fuente: Elaboración propia

Según la prueba ANOVA.

Considerando:

Si: $p < 0,05$, entonces H_0 se rechaza

Hipótesis estadísticas:

H_0 : No existe diferencia en la variación de las fuerzas registradas por las tres marcas de elásticos, entre la medición inicial y al cabo de 24 horas (global).

H_1 : Existe diferencia en la variación de las fuerzas registradas por las tres marcas de elásticos, entre la medición inicial y al cabo de 24 horas (global).

$P = 0,000 < 0,05$

Decisión:

Se rechaza la H_0

Conclusión estadística:

Existe diferencia en la variación de las fuerzas registradas entre la medición inicial y al cabo de 24 horas (global), por las marcas “Orthometric” y “Morelli”, así como por “Orthometric” y “GAC” ($P:0,000$ en ambos casos). No se encontró diferencias significativas entre las fuerzas registradas por las marcas “Morelli” y “GAC” ($P:0,985$).

4.1.3 Discusión de resultados

Para el presente estudio se emplearon elásticos de látex de 6.0 oz y 5/16 pulgadas, encontrándose que las tres marcas evaluadas evidenciaron una disminución de su fuerza con el transcurso del tiempo. Al compararse los grupos, se encontró que la marca *Orthometric* presentó una disminución de fuerzas menor que *Morelli* y *GAC*.

Comparando estos resultados con los de otros estudios realizados en Perú con elásticos de látex, podemos apreciar discrepancias. Al respecto, Morales EC, *et al.* compararon la degradación de fuerzas en cadenas elastoméricas de las marcas *American Orthodontics* y *GAC*, de cuatro eslabones cada una, transparentes y de tipo short. Las mediciones de fuerza se realizaron al inicio, y al cabo de 1, 7, 14 y 21 días. Se encontró que la marca *GAC* mostró una mayor fuerza remanente al final del estudio (21). Mendoza CC. comparó la degradación de fuerzas de elásticos intermaxilares de látex de 3/16” de fuerza media al cabo de 5 y 10 horas, encontrando que la mayor pérdida se dio con la marca *GAC*, seguida de *ORMCO* y *G&H*, mientras que la menor pérdida se dio con *AZDENT* (44). Fernández MT. comparó la degradación de fuerzas de elásticos intermaxilares de látex de la marca *GAC* (1/4 pulgada – 4 oz, 4/16 pulgada – 6 oz, y 1/6 pulgada – 4 oz), al cabo de 5, 11 y 23 horas, encontrando que la mayor pérdida se dio con los de 1/8 pulgada – 4 oz, seguidos por los de 3/16 pulgada – 6 oz, mientras que la menor pérdida se dio con los de 1/4 pulgada – 4 oz) (45).

Estudios realizados en el extranjero también presentan discrepancias. Gangurde PV, *et al.* compararon la degradación de fuerzas de elásticos de 5/16 y 1/4 pulgada, de 4 marcas comerciales (*HP* company-Calicut, Kerala India; *JJ* company-Chalaky, Kerala India; *AO* company-Sheboygan USA; *TP* company-Laporte, USA), al cabo de 24 y 48 horas. Se encontró que las marcas *JJ* y *AO* presentaron valores distintos a los descritos por el

fabricante, mientras que *HP* y *TP* se mantuvieron en los rangos descritos por la casa comercial. Sin embargo, la degradación de fuerzas experimentadas para estas marcas no fue suficiente para justificar el cambio diario de elásticos (46).

Fernandes DJ, *et al.* compararon la degradación de fuerzas de elásticos de látex de las marcas *American Orthodontics*, *TP*, y *Morelli Orthodontics* (3/16, 1/4 y 5/16 pulgadas), al cabo de 1, 3, 6, 12 y 24 horas. Se encontró que la marca *Morelli* conservó la mayor fuerza, mientras que la mayor disminución se dio con *TP* (47). En otro estudio, Fernandes DJ, *et al.* compararon la degradación de fuerzas de elásticos de látex de las marcas *American Orthodontics*, *TP* y *Morelli Orthodontics* (3/16, 1/4 y 5/16 pulgadas). Se encontró que, para los elásticos de 3/16 y 1/4, la mayor degradación de fuerzas se dio con *American Orthodontics*, mientras que para los elásticos de 5/16, la mayor disminución de fuerzas se dio con *TP* (48).

Asimismo, Moris A, *et al.* compararon la degradación de fuerzas de elásticos de látex de las marcas *Morelli*, *3M Unitek Corporation* y *American Orthodontics* (1/8, 3/16 y 5/16 pulgadas). El estudio se realizó en condiciones dinámicas, considerando períodos diarios de estiramiento y reposo. Se encontró que la menor disminución de fuerzas se dio con los elásticos *Morelli*. También se reportó que los elásticos de 1/8" se deben cambiar por lo menos cada 24 horas y los elásticos de 3/16" y 5/16" se pueden cambiar cada 72 horas, si se desean niveles de fuerza similares a los iniciales (49).

La elasticidad de los elásticos también ha sido evaluada clínicamente. Al respecto, Wang T, *et al.* compararon la degradación de fuerzas de elásticos de látex de 3/16 pulgadas. Para el estudio se seleccionaron 12 estudiantes entre 12 y 15 años de edad, que requerían la colocación de elásticos intermaxilares e intramaxilares. Los elásticos de los grupos de control se colocaron en condiciones de saliva artificial y ambiente seco, y se estiraron 20

mm. Se encontró que la degradación de fuerzas fue mayor en la tracción intermaxilar que en la intramaxilar. También se observó que el grupo almacenado en ambiente seco presentó la menor pérdida de fuerza (50).

Rahpeyma y Khajehahmadi evaluaron la relajación de la fuerza de elásticos de ortodoncia de látex pesado (*American Orthodontist*, diámetro interno de 4/8 mm y 3/16 pulgadas), en condiciones simuladas de tratamiento de fractura de mandíbula. Se encontró una disminución significativa de la fuerza al cabo de 24 horas y 14 días, en comparación con los valores iniciales (aunque los valores obtenidos al cabo de 24 horas y 14 días no presentaron diferencias significativas entre sí) (51).

Para el presente estudio se aplicó una distancia de 24 mm, teniendo en cuenta que el rango de extensiones elásticas en uso clínico común (habla y masticación) va de 20 a 50 mm. (50). Asimismo, se decidió no realizar mediciones de fuerzas después de 24 horas, teniendo en cuenta que la degradación de fuerzas ya no suele ser significativa, y que los pacientes suelen desechar dichos elásticos transcurrido ese tiempo (14,50). Al respecto, Morales EC, *et al.* (21).y Gangurde PV, *et al.* (46).encontraron que la mayor pérdida de fuerzas se dio durante el primer día; posteriormente, la degradación de fuerzas tiende a disminuir y a ser más estable. Mendoza CC. (44) reportó que la mayor degradación de fuerzas se dio durante las primeras 5 horas, mientras que según Moris A, *et al.* (49), la mayor degradación de fuerzas ocurrió en las primeras 2 horas. Fernandes DJ, *et al.* (47) y Fernandes DJ, *et al.* (48) coinciden en señalar que la mayor degradación de fuerzas se da durante las primeras 3 horas, seguidas de un ligero aumento en el período de 3 a 6 horas, y un patrón más homogéneo en el período de 6 a 24 horas.

Un punto de discusión es la magnitud que debe ser considerada “significativa” cuando se trata de la degradación de fuerzas de los elásticos. Aunque ello depende de la fuerza y

precisión deseada por el profesional, se estima que el 10% es un límite razonable para tener una idea del efecto clínico de estos estudios realizados in vitro (52). Este dato es de particular interés, pues algunos estudios expresan sus resultados en porcentajes.

Como limitaciones del estudio tenemos que solo considera tres marcas comerciales y tres momentos para realizar las mediciones, por lo que no podrá evaluar los cambios ocurridos fuera de estos parámetros. También hay que considerar algunos aspectos que dificultan la comparación con otros estudios. Por ejemplo, es importante tener en cuenta el año en que se realizaron publicaron los artículos, pues las casas comerciales suelen ofrecer nuevos productos variando la composición de las cadenas elastoméricas, y la adición de plastificantes o aditivos influye en la flexibilidad del material. También hay que tener en cuenta que se han empleado distintas marcas, intervalos de tiempo, distancia de estiramiento y condiciones ambientales (medio húmedo o seco), lo que impide realizar comparaciones directas de los resultados.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Al evaluarse por separado, las tres marcas comerciales (*Morelli*, *Orthometric* y *GAC*) experimentaron una disminución de sus fuerzas con el transcurso del tiempo. Esta diferencia se manifestó tanto entre las mediciones 1 y 2; entre las mediciones 2 y 3; y entre las mediciones 1 y 3 (global).
- Al compararse la variación de fuerzas de ambas marcas comerciales en los distintos intervalos de tiempo (inicial – 12 horas, 12 – 24 horas, inicial – 24 horas), se encontró que la degradación de fuerzas fue menor con la marca *Orthometric*, mientras que *Morelli* y *GAC* no mostraron diferencias significativas.

5.2. Recomendaciones

- Realizar estudios similares con elásticos sintéticos, teniendo en cuenta que su uso se está difundiendo debido a los reportes de alergia al látex.
- Comparar la degradación de fuerzas con distintas marcas, tipos (látex y sintéticos) e intervalos de tiempo, para conocer de manera objetiva el comportamiento físico de los elásticos intermaxilares.
- Realizar estudios mediante simulación de movimientos dentarios, para controlar las distancias de estiramiento y fuerzas.
- Realizar estudios que consideren las condiciones presentes en la cavidad bucal (P.ej. saliva, pH, temperatura, influencia de la dieta y de enjuagues bucales).

REFERENCIAS

- 1.- Nitrini ATL, Chagas AS, Freitas KMS, Valarelli FP, Cançado RH, de Oliveira RCG, *et al.* Comparison of the force released by intermaxillary elastics used for different time periods. *Turk J Orthod.* 2019; 32(4):190-194.
- 2.- Kardach H, Biedziak B, Olszewska A, Golusińska-Kardach E, Sokalski J. The mechanical strength of orthodontic elastomeric memory chains and plastic chains: An *in vitro* study. *Adv Clin Exp Med.* 2017;26(3):373–378.
- 3.- Nahidh M, Abdullah NN, Hassan AFA, Ghaib NH. The effect of herbal mouthwashes on the force decay of elastomeric chains: An *in-vitro* study. *Int J Med Res Health Sci.* 2017, 6(10): 45-53.
- 4.- 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.
- 5.- Beattie S, Monaghan P. An *in vitro* study simulating effects of daily diet and patient elastic band change compliance on orthodontic latex elastics. *Angle Orthodontist.* 2004;74(2):234-239.
- 6.- Loriato LB, Machado AW, Pacheco W. Considerações clínicas e biomecânicas de elásticos em orthodontia. *R Clin Ortodon Dental Press.* 2006;5(1):42-55.
- 7.- Leao Filho JCB, Gallo DB, Santana RM, Guariza-Filho O, Camargo ES, Tanaka OM. Influence of different beverages on the force degradation of intermaxillary elastics: an *in vitro* study. *J Appl Oral Sci.* 2013;21(2):145-149.

- 8.- Martínez S, Torres EG, Durán JA, Roesch L, Capetillo GR, Mata C, *et al.* Degradación de la fuerza de cadenas elastoméricas utilizadas en ortodoncia: evaluación *in vitro*. *Ciencia en la Frontera*. 2021;Supl 1:175-180.
- 9.- Moris A, Sato K, Facholli A, Nascimento JE, Sato FRL. Estudo *in vitro* da degradação da força de elásticos ortodônticos de látex sob condições dinâmicas. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial*. 2009;14(2):95-1008.
- 10.- Oliveira PLE, Matsumoto MAN, Faria G, Romano FL. Degradation and deformation of latex and non-latex orthodontic elastics. *Australasian Orthodontic Journal*. 2017;33(1):64-72.
- 11.- Gurdán Z, Turzó K, Lőrinc L, Szabó P, Karádi K, Lukács A, *et al.* Mechanical Characterization and structural analysis of latex-containing and latex-free intermaxillary orthodontic elastics. *Polymers*. 2022; 14(21):4488.
- 12.- Pacheco RA. Degradación de fuerzas de elásticos intermaxilares de tipo látex y sintéticos (Tesis de Bachiller). Lima: Universidad de San Martín de Porres; 2022.
- 13.- López EH, Delgado EA. Comparación *in vitro* de la degradación de las fuerzas de tensión de los elásticos intermaxilares de látex y no látex expuestos a alimentos de consumo (Tesis Bachiller). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas; 2019.
- 14.- 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.

- 15.- 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.
- 16.- Notaroberto DFC, Martins e Martins M, Goldner MTA. Force decay evaluation of latex and non-latex orthodontic intraoral elastics: *in vivo* study. Dental Press J Orthod. 2018;23(6):42-47.
- 17.- 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.
- 18.- Farfán ML, Mattos MA, Soldevilla LC. Degradación de la fuerza de los elásticos intermaxilares de látex y no látex. Int J Odontostomat. 2017;11(3):363-368.
- 19.- Silva Chaves-Filho ACD, Costa AR, Borges LPS, Santos ECA, Crepaldi MV, Vedovello SAS, *et al.* Force Degradation of elastomeric chains after storage time and mechanical brushing. Braz Dent J. 2021;32(4):55-61.
- 20.- Maltagliati LA. Utilização dos elásticos intermaxilares nos estágios iniciais do tratamento ortodôntico. Ortho Science. Orthod Sci Pract. 2017; 10(39)146-160.
- 21.- Morales EC, Lavado A, Quea E. Degradación de fuerzas en cadenas elastoméricas de dos marcas diferentes. Estudio *in vitro*. KIRU. 2014;11(2):110-114
- 22.- Behnaz M, Dalaie K, Hosseinpour S, Namvar F, Kazemi L. The effect of toothpastes with bleaching agents on the force decay of elastomeric orthodontic chains. Eur J Dent. 2017;11:427-431.

- 23.- Friedenthal M. Diccionario de Oodontología. 2ª ed. Buenos aires: Editorial Médica Panamericana; 1996.
- 24.- Shailaja AM, Santosh R, Vedhavathi HK, Keerthi NV, Shashank P. Assessment of the force decay and the influence of PH levels on three different brands of latex and non-latex orthodontic elastics: An in vitro study. *Int J Appl Dent Sci.* 2016; 2(2):28-34
- 25.- Critchley E, Pemberton MN. Latex and synthetic rubber glove usage in UK general dental practice: changing trends. *Heliyon* 2020;6:03889
- 26.- Nucera E, Aruanno A, Rizzi A, Centrone M. Latex Allergy: Current Status and Future Perspectives. *Journal of Asthma and Allergy* 2020;13:385–398.
- 27.- Alavi S, Rahnama A, Hajizadeh F, Ardekani H. An *in-vitro* comparison of force loss of orthodontic non-latex elastics. *J Dent.* 2014;11(1):10-16.
- 28.- Laurino EF, Lynch FC, Labanca VD, Capurro DM, López CM, Lavrut AJ, et al. Prevalence of latex sensitivity and allergy among physicians of a residency program in a children's hospital of Buenos Aires. *Arch Argent Pediatr* 2020;118(5):337-342
- 29.- Alenius H, Turjanmaa K, Palosuo T. Natural rubber latex allergy. *Occup Environ Med.* 2002;59:419–424
- 30.- Turjanmaa K, Alenius H, Makinen-Kiljunen S, Reunala T. Palosuo T. Natural rubber latex allergy. *Allergy.* 1996;51:593-602.
- 31.- Baiardini I, Di Leo E, Molinengo G, Braido F, Canonica GW, Netti E. Latex Allergy and Occupational Exposure: The Patient's Perspective. *J Investig Allergol Clin Immunol* 2018;28(4):253-286.
- 32.- Kawai M, Kondo Y, Nakajima Y, Tsuge I, Yoshikawa T, Yagami A, et al. Changes in the characteristics of patients with latex allergy from 1999 to 2014. *Fujita Medical Journal.* 2020;6(3):67-72.

- 33.- Parisia CAS, Kelly KJ, Ansotegui IJ, Gonzalez-Díaz SN, Bilòe MB, Cardona V, et al. Update on latex allergy: New insights into an old problem. World Allergy Organization Journal. 2021;14:100569.
- 34.- American Dental Association (ADA). The dental team and latex hypersensitivity. ADA Council on Scientific Affairs. JADA. 1999;130(2):257-264.
- 35.- Meneses V, Parenti S, Burns H, Adams R. Latex allergy guidelines for people with spina bifida. Journal of Pediatric Rehabilitation Medicine: An Interdisciplinary Approach. 2020;601–609.
- 36.- The glossary of prosthodontic terms 9^a ed. J Prosthet Dent. 2017;117(5S). [Acceso 15 enero 2023] Disponible en: https://www.academyofprosthodontics.org/lib_ap_articles_download/GPT9.pdf
- 37.- Ajami S, Farjood A, Zare M. Synergic effect of salivary pH baselines and low pH intakes on the force relaxation of orthodontic latex elastics. Dent Res J. 2017;14:68-72.
- 38.- Khaleghi A, Ahmadvand A, Sadeghian S. Effect of citric acid on force decay of orthodontic elastomeric chains. Dent Res J (Isfahan). 2021;24;18:31.
- 39.- Torres P, Manuel GA, Cavazos E, Aguilera I, Arellano Z. Evaluación de la degradación de la fuerza de cadenas elastoméricas de cuatro marcas diferentes. Journal Odontológico Colegial. 2019; 12 (23):42-50.
- 40.- Issa AR, Kadhum AS, Mohammed SA. The effects of zinc-containing mouthwashes on the force degradation of orthodontic elastomeric chains: An *in vitro* study. Int J Dent. 2022; 29:3557317.
- 41.- Behnaz M, Namvar F, Sohrabi S, Parishanian M. Effect of bleaching mouthwash on force decay of orthodontic elastomeric chains. J Contemp Dent Pract. 2018;19(2):221-225

- 42.- Mendoza HR, Díaz PV. Comparación in vitro de la fuerza tensional residual de una cadena elastomérica expuesta a colutorios dentales con y sin alcohol (Tesis de Bachiller). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas; 2018.
- 43.-. Kumar K, Shetty S, Krithika M, Cyriac B. Effect of commonly used beverage, soft drink, and mouthwash on force delivered by elastomeric chain: a comparative in vitro study. *J Int Oral health*. 2014; 6(3): 7-10.
- 44.- Mendoza CC. Degradación de la magnitud de fuerza de elásticos intermaxilares de diferentes marcas, evaluados según el tiempo de uso en ortodoncia: estudio in vitro (Tesis de Bachiller). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2018.
- 45.- Fernández MT. Degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex según el tiempo de uso empleado en ortodoncia. Estudio in vitro (Tesis de Bachiller). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2014.
- 46.- Gangurde PV, Hazarey PV, Vadgaonkar VD. A study of force extension and force degradation of orthodontic latex elastics: An in vitro study. *APOS Trends Orthod* 2013;3:184-189.
- 47.- Fernandes DJ, Abrahão GM, Elias CN, Mendes AM. Force Relaxation characteristics of medium force orthodontic latex elastics: A pilot study. *ISRN Dentistry*. 2011:536089.
- 48.- Fernandes DJ, Fernandes GM, Artese F, Elias CN, Mendes AM. Force extension relaxation of medium force orthodontic latex elastics. *Angle Orthod*. 2011;81:812–819.
- 49.- Moris A, Sato K, Facholli AFL, Nascimento JE, Sato FRL. Estudo in vitro da degradação da força de elásticos ortodônticos de látex sob condições dinâmicas. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial*. 2009;14(2):95-108.

- 50.- Wang, Zhou, Tan, Dong. Evaluation of force degradation characteristics of orthodontic latex elastics in Vitro and In Vivo. *Angle Orthod.* 2007;77(4):688-693.
- 51.- Rahpeyma A, Khajehahmadi S. Force relaxation of 3/16 inch heavy orthodontic latex elastics used in maxillofacial trauma in simulated jaw fracture situation. *Dent Hypotheses.* 2014;5(4):146-149.
- 52.- Kersey ML, Glover KE, Heo G, Raboud D, Major PW. A Comparison of dynamic and static testing of latex and nonlatex orthodontic elastics. *Angle Orthod.* 2003;73(2):181-186.

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: Degradación de fuerzas de elásticos intermaxilares de látex en distintos intervalos de tiempo					
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA	RESULTADOS	CONCLUSIONES
<p>PROBLEMA GENERAL - ¿Cuál es la diferencia en la degradación de fuerzas in vitro de distintas marcas de elásticos intermaxilares de látex, considerando los siguientes intervalos: inicial, 12 y 24 horas?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS - ¿Cuál es la fuerza in vitro de distintas marcas de elásticos intermaxilares de látex, considerando los siguientes intervalos: inicial, 12 y 24 horas? - ¿Existirá diferencia en la degradación de fuerzas entre los intervalos de tiempo, para cada marca de elástico? - ¿Existirá diferencia en la degradación de fuerzas entre las marcas de elástico, para cada intervalo de tiempo?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL - Comparar la degradación de fuerzas in vitro de distintas marcas de elásticos intermaxilares de látex, considerando los siguientes intervalos de tiempo: inicial, 12 y 24 horas.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS - Determinar la fuerza in vitro de distintas marcas de elásticos intermaxilares de látex, considerando los siguientes intervalos de tiempo: inicial, 12 y 24 horas. - Comparar la degradación de fuerzas entre los intervalos de tiempo, para cada marca de elástico. - Comparar la degradación de fuerzas entre las marcas de elástico, para cada intervalo de tiempo.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL - Existe diferencia en la degradación de fuerzas in vitro de distintas marcas de elásticos intermaxilares de látex, considerando los siguientes intervalos de tiempo: inicial, 12 y 24 horas.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS - Existe diferencia en la degradación de fuerzas entre los intervalos de tiempo, para cada marca de elástico. - Existe diferencia en la degradación de fuerzas entre las marcas de elástico, para cada intervalo de tiempo.</p>	<p>DISEÑO - Método de la investigación: Hipotético-deductivo. - Enfoque de la investigación: Cuantitativo. - Tipo de investigación: Aplicada. - Diseño de la investigación: Experimental, longitudinal y prospectivo.</p> <p>POBLACIÓN Y MUESTRA La muestra estuvo conformada por 90 elásticos intermaxilares de 6.0 oz y 5/16 pulgadas, distribuidos en 3 grupos de acuerdo a la marca comercial: Morelli, Orthometric y GAC (30 elásticos en cada grupo).</p> <p>TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS Se prepararon seis bases de acrílico, y en cada base se realizaron perforaciones con una fresa redonda de carburo, con 24 mm de separación entre ellas y una profundidad de 4 mm. En estas perforaciones se colocaron pines de 15 mm fijados con acrílico de autocurado. Los pines sometieron a los elásticos a un estiramiento constante a una distancia de 24 mm, con el fin de analizar las fuerzas en los distintos intervalos de tiempo. Para determinar la fuerza de tracción inicial se utilizó una máquina digital de ensayos universales. Las mediciones de las fuerzas se realizaron al inicio, y al cabo de 12 y 24 horas.</p> <p>ANÁLISIS DE DATOS Análisis descriptivo; medidas de tendencia central y dispersión. Análisis inferencial: pruebas t de Student, ANOVA, prueba de rango con signos de Wilcoxon y prueba de Kruskal Wallis.</p> <p>VARIABLES - Degradación de fuerza del elástico intermaxilar - Marca del elástico intermaxilar - Tiempo</p>	<p>- Existe diferencia en las fuerzas registradas para cada medición, en los elásticos de marca "Morelli". Esta diferencia se manifiesta tanto entre las mediciones 1 y 2; entre las mediciones 2 y 3; y entre las mediciones 1 y 3 (global). - Existe diferencia en las fuerzas registradas para cada medición, en los elásticos de marca "Orthometric". Esta diferencia se manifiesta tanto entre las mediciones 1 y 2; entre las mediciones 2 y 3; y entre las mediciones 1 y 3 (global). - Existe diferencia en las fuerzas registradas para cada medición, en los elásticos de marca "GAC". Esta diferencia se manifiesta tanto entre las mediciones 1 y 2; entre las mediciones 2 y 3; y entre las mediciones 1 y 3 (global). - Existe diferencia en la variación de las fuerzas registradas entre la medición inicial y al cabo de 12 horas, por las marcas "Orthometric" y "Morelli", así como por "Orthometric" y "GAC" (P:0,000 en ambos casos). No se encontró diferencias significativas entre las fuerzas registradas por las marcas "Morelli" y "GAC" (P:1,000). - Existe diferencia en la variación de las fuerzas registradas al cabo de 12 y 24 horas, por las marcas "Orthometric" y "Morelli", así como por "Orthometric" y "GAC" (P:0,000 en ambos casos). No se encontró diferencias significativas entre las fuerzas registradas por las marcas "Morelli" y "GAC" (P:0,811). - Existe diferencia en la variación de las fuerzas registradas entre la medición inicial y al cabo de 24 horas (global), por las marcas "Orthometric" y "Morelli", así como por "Orthometric" y "GAC" (P:0,000 en ambos casos). No se encontró diferencias significativas entre las fuerzas registradas por las marcas "Morelli" y "GAC" (P:0,985).</p>	<p>- Al evaluarse por separado, las tres marcas comerciales (Morelli, Orthometric y GAC) experimentaron una disminución de sus fuerzas con el transcurso del tiempo. Esta diferencia se manifestó tanto entre las mediciones 1 y 2; entre las mediciones 2 y 3; y entre las mediciones 1 y 3 (global). - Al compararse la variación de fuerzas de ambas marcas comerciales en los distintos intervalos de tiempo (inicial – 12 horas, 12 – 24 horas, inicial – 24 horas), se encontró que la degradación de fuerzas fue menor con la marca Orthometric, mientras que Morelli y GAC no mostraron diferencias significativas.</p>

ANEXO 3: REGISTRO FOTOGRÁFICO



Figura 1: Kits de elásticos intermaxilares de las marcas *Morelli*, *Orthometric* y *GAC*

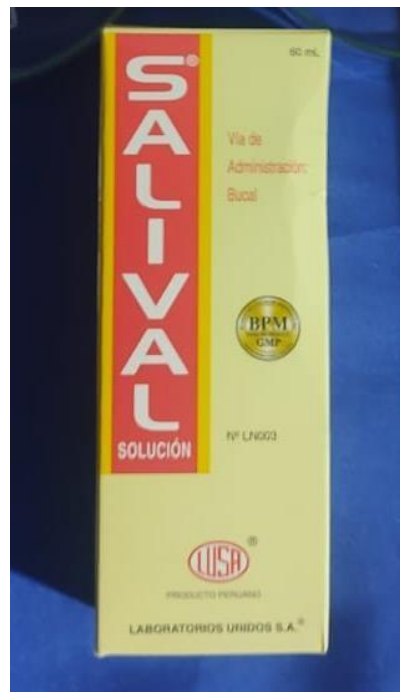


Figura 2: Saliva artificial (*LUSA – Laboratorios Unidos S.A.*)



Figura 3: Vista de los empaques de los elásticos intermaxilares

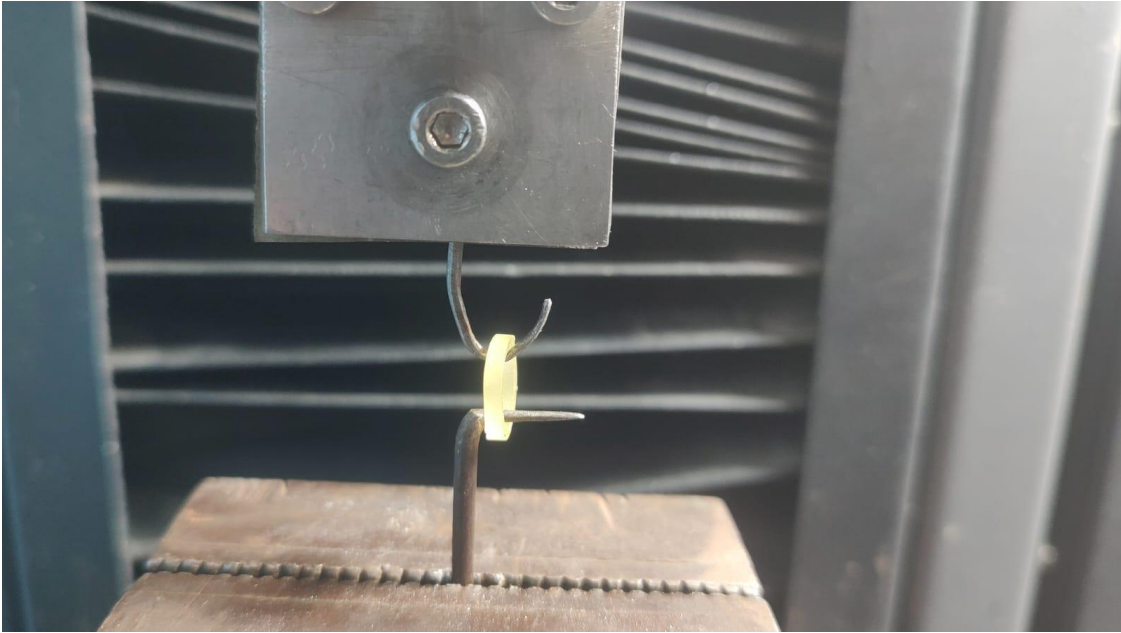



Figura 4: Vista del elásticos intermaxilar en la máquina de ensayos, previo al estiramiento



Figura 5: Vista del elásticos intermaxilar en la máquina de ensayos, durante el estiramiento

ANEXO N 4: RESULTADOS DEL ENSAYO DE MICRODUREZA



HTL

HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 1 de 4

INFORME DE ENSAYO N°	IE-0310-2023	EDICIÓN N° 3	Fecha de emisión:	04-07-2023
ENSAYO DE TRACCIÓN EN ELÁSTICOS ODONTOLÓGICOS				
I. DATOS DE LOS TESTISTAS				
Nombre de tesis	"Degradación de fuerzas de elásticos intermaxilares de látex en distintos intervalos de tiempo"			
Nombre y Apellidos	Ana Rosselyn Villarreal Alica			
IRN	IRL10593			
Dirección	Jr Uchusuma MZ A lote 22 - Cercado de Lima			
2. EQUIPOS UTILIZADOS				
Instrumento	Marca	Aproximación	Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.	
Máquina de Ensayos Mecánicos	EG CMT- SL	0.001N		
Vernier Digital	Mitoyo - 200 mm	0.01mm		
3. IDENTIFICACION DE LA MUESTRA				
Muestras de elásticos odontológicos	Cantidad : Noventa (90) muestras Material : Elásticos Grupo 1 : Elásticos Morselli Grupo 2 : Elásticos Odontometric Grupo 3 : GAC	HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este documento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del informe aquí declarados.		
4. RECEPCION DE MUESTRAS				
Fecha de recepción de muestras	01 de Julio del 2023			El informe de ensayo sin firma y sello carece de validez.
Fecha de Ensayo	05 de Julio del 2023 al 04 de Julio del 2023			
Lugar de Ensayo	Jr. Nepentas 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho, Lima.			
5. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO				
El ensayo se realizó bajo el siguiente procedimiento:				
PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN	CAPITULO/NUMERAL		
UNE-EN ISO 21606:2007	Odontología. Auxilios elásticos utilizados en ortodoncia	Toda la norma		
Requerimiento según testista	Se realizó el ensayo de tracción en los distintos elásticos odontológicos, tomando una medida inicial. Se sumergió en saliva artificial y se tomó una segunda medición a las 12 horas y 24 horas con respecto a la medición inicial.	---		
6. CONDICIONES DE ENSAYO				
	Inicial	Final		
Temperatura	22.2 °C	22.1 °C		
Humedad Relativa	58 %RH	58 %RH		



Jr. Nepentas 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima +51 097 123 584 // 949 059 602

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

INFORME DE ENSAYO N°	IE-0310-2023	EDICION N° 3	Fecha de emisión:	04-07-2023
----------------------	--------------	--------------	-------------------	------------

7. RESULTADOS DE ENSAYOS DE CIZALLAMIENTO

Grupo 1: Elásticos Morell						
Espécimen	Medición Inicial		Medición 12 horas		Medición 24 horas	
	Fuerza (N)	Fuerza (gf)	Fuerza (N)	Fuerza (gf)	Fuerza (N)	Fuerza (gf)
1	2.08	212.10	1.88	191.71	1.73	176.41
2	2.27	231.48	2.18	222.30	1.90	193.75
3	2.31	235.55	2.20	224.34	1.89	192.73
4	2.28	232.50	2.05	209.04	1.89	192.73
5	2.11	215.16	1.87	190.69	1.78	181.51
6	2.09	213.12	1.93	196.81	1.72	175.39
7	2.27	231.48	2.07	211.08	1.89	192.73
8	2.25	229.44	2.10	214.14	1.84	187.63
9	2.23	227.40	2.05	209.04	1.89	192.73
10	2.27	231.48	2.13	217.20	1.92	195.79
11	2.09	213.12	1.88	191.71	1.70	173.35
12	2.08	212.10	1.88	191.71	1.71	174.37
13	2.31	235.55	2.19	223.32	1.96	199.86
14	2.06	210.06	1.89	192.73	1.72	175.39
15	2.28	232.50	2.07	211.08	1.90	193.75
16	2.28	232.50	2.10	214.14	1.85	188.65
17	2.31	235.55	2.13	217.20	1.92	195.79
18	2.29	233.52	2.09	213.12	1.90	193.75
19	2.31	235.55	2.15	217.20	1.96	199.86
20	2.29	233.52	2.10	214.14	1.92	195.79
21	2.30	234.53	2.17	221.28	1.90	193.75
22	2.28	232.50	2.10	214.14	1.75	178.45
23	2.15	219.24	1.99	202.92	1.90	193.75
24	2.31	235.55	2.13	217.20	1.93	196.81
25	2.29	233.52	2.15	219.24	1.93	196.81
26	2.27	231.48	2.09	213.12	1.93	196.81
27	2.18	222.30	1.99	202.92	1.82	185.59
28	2.18	222.30	2.05	209.04	1.98	201.90
29	2.19	223.32	2.09	213.12	1.98	201.90
30	2.30	234.53	2.17	221.28	2.01	204.96

*Se realizó una elongación total de 24,0 mm





HTL

LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

Página 3 de 4

INFORME DE ENSAYOS		IE-0510-2023		EDICIÓN N° 3		Fecha de emisión: 04-07-2023	
Grupo 2: Elásticos Ortodometría							
Especímen	Medición Inicial		Medición 12 horas		Medición 24 horas		
	Fuerza (N)	Fuerza (gf)	Fuerza (N)	Fuerza (gf)	Fuerza (N)	Fuerza (gf)	
1	1.39	141.74	1.28	130.52	1.22	124.41	
2	1.39	141.74	1.30	132.56	1.17	119.31	
3	1.82	184.80	1.30	132.56	1.23	125.43	
4	1.13	115.23	1.01	102.49	0.92	93.81	
5	1.24	126.44	1.16	118.29	1.08	110.13	
6	1.26	128.48	1.17	119.31	1.10	112.17	
7	1.30	132.56	1.19	121.35	1.11	113.19	
8	1.43	145.82	1.35	137.66	1.22	124.41	
9	1.25	124.41	1.18	120.33	1.01	102.49	
10	1.20	122.37	1.17	119.31	1.06	108.09	
11	1.18	140.72	1.30	132.56	1.25	127.46	
12	1.25	124.41	1.10	112.17	1.06	108.09	
13	1.37	139.70	1.25	127.46	1.02	103.81	
14	1.30	132.56	1.19	121.35	1.12	114.21	
15	1.25	127.46	1.13	115.23	1.08	110.13	
16	1.22	124.41	1.17	119.31	1.04	106.05	
17	1.30	132.56	1.21	123.39	1.14	116.25	
18	1.37	139.70	1.30	132.56	1.19	121.35	
19	1.40	142.76	1.21	123.39	1.20	122.37	
20	1.03	105.03	0.98	99.93	0.86	87.70	
21	1.38	140.72	1.30	132.56	1.23	125.43	
22	1.34	136.64	1.27	129.50	1.18	120.33	
23	1.31	133.58	1.21	123.39	1.14	116.25	
24	1.26	128.48	1.19	121.35	1.10	112.17	
25	1.32	134.60	1.21	123.39	1.14	116.25	
26	1.24	126.44	1.17	119.31	1.10	112.17	
27	1.31	133.58	1.22	124.41	1.13	115.23	
28	1.25	127.46	1.12	114.21	1.12	114.21	
29	1.37	139.70	1.28	130.52	1.25	127.46	
30	1.28	130.52	1.12	114.21	1.10	112.17	

*Se realizó una elongación total de 24.0 mm



INFORME DE ENSAYO N°		IE-0310-2023		EDICIÓN N° 3		Fecha de emisión:		04-07-2023	
Grupo 3: GAC									
Especímenes	Medición Inicial		Medición 12 horas		Medición 24 horas				
	Fuerza (N)	Fuerza (gf)	Fuerza (N)	Fuerza (gf)	Fuerza (N)	Fuerza (gf)			
1	1.73	176.41	1.61	164.17	1.48	150.92			
2	1.67	170.29	1.55	156.02	1.39	141.74			
3	1.74	177.43	1.61	164.17	1.39	141.74			
4	1.79	182.53	1.57	160.10	1.42	144.80			
5	1.83	186.61	1.73	176.41	1.44	146.84			
6	1.76	179.47	1.58	161.13	1.42	144.80			
7	1.75	178.45	1.62	165.19	1.43	145.82			
8	1.79	182.53	1.68	171.31	1.40	142.76			
9	1.82	185.59	1.60	163.15	1.50	152.96			
10	1.83	186.61	1.61	164.17	1.38	140.72			
11	1.82	185.59	1.65	168.25	1.42	144.80			
12	1.81	184.57	1.65	168.25	1.45	147.86			
13	1.91	194.77	1.73	176.41	1.36	138.68			
14	1.76	179.47	1.59	162.13	1.45	147.86			
15	1.78	181.51	1.60	163.15	1.47	149.90			
16	1.84	187.65	1.75	178.45	1.52	155.00			
17	1.85	188.65	1.73	176.41	1.54	157.04			
18	1.87	190.69	1.69	172.33	1.56	159.08			
19	1.87	190.69	1.70	173.35	1.55	158.06			
20	1.80	183.55	1.68	171.31	1.50	152.96			
21	1.81	184.57	1.59	162.13	1.40	142.76			
22	1.85	188.65	1.62	165.19	1.44	146.84			
23	1.77	180.49	1.58	161.13	1.37	139.70			
24	1.85	188.65	1.71	174.37	1.44	146.84			
25	1.76	179.47	1.60	163.15	1.36	138.68			
26	1.79	182.53	1.59	162.13	1.41	143.78			
27	1.78	181.51	1.65	168.25	1.43	145.82			
28	1.79	182.53	1.63	166.21	1.44	146.84			
29	1.64	167.23	1.52	155.00	1.34	136.64			
30	1.73	176.41	1.67	170.29	1.37	139.70			

*Se realizó una elongación total de 24,0 mm



HTL
 HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE


HTL
 HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

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

El resultado solo es válido para las muestras proporcionadas por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe de ensayo.

FIN DEL DOCUMENTO

ANEXO N 5: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LA MÁQUINA DIGITAL PARA ENSAYOS UNIVERSALES



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF - 2022 - 018

Página 1 de 1

Fecha de emisión: 2022-08-16
Fecha de expiración: 2023-08-16
Esquema: LMC-2022-0698

1. SOLICITANTE : HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.
Dirección : No. 1319 Int. 116 Urb. Los Jardines de San Juan, Etapa II, San Juan de Lurigancho - Lima - Lima.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MAQUINA DIGITAL DE ENSAYOS UNIVERSALES

Marca :	LO	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que miden las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
Modelo :	CMT-5L	
Serie :	7419	
Identificación :	No Indica	
Rango de indicación :	5000,00 N	
División mínima :	0,01 N	
Tipo de Ensayo :	Trazación	
Tipo de indicación :	Digital	
Procedencia :	Korea	
Ubicación :	No Indica	
Fecha de Calibración :	2022-08-15	Los resultados del certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

3. METODO DE CALIBRACIÓN:
La calibración se realizó por medición directa y comparativa con patrones calibrados con trazabilidad nacional. Se tomó como referencia la norma ISO 7500-1: 2004 Materiales Metálicos. Verificación de máquinas de ensayos universales parte 1. Máquinas de ensayo tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza.

LABORATORIOS MECALAB S.A.C. no es responsable de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarada.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN:
LABORATORIOS MECALAB S.A.C.
Av. Lurigancho No. 1003, San Juan de Lurigancho - Lima.

5. CONDICIONES AMBIENTALES:

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	28,3 °C	28,4 °C
Humedad Relativa (%HR)	39 %HR	37 %HR

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

6. PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrones	Identificación	Certificado de Calibración
DM-DACAL	Termohipótesis	PT-114-02	LH-089-2021 Cal. Septiembre
DMELAB	Juego de pesas 1 g a 2 kg / M2	PM-0M2-02	LMM-2022-018 Cal. Febrero 2022
DMELAB	Juego de pesas 5 kg, 10 kg, 20 kg / M2	PM-0M2-01	LMM-2022-024 Cal. Marzo 2022



Centro de Metrología



Firmado digitalmente
por Jorge Padilla Dueñas
Fecha: 2022.08.16
10:05:52 -05'00'

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE "LABORATORIOS MECALAB S.A.C."

7. RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN:
MEDICIÓN DE TRACCIÓN

Indicación del Patrón (N)	Indicación del Equipo (N)	Corrección (N)	Incertidumbre (N)
500,00	501,15	-1,15	2,69
1 000,00	1002,35	-2,35	3,91
1 500,00	1501,94	-1,94	6,46
2 000,00	2003,05	-3,05	9,01
2 500,00	2504,22	-4,22	14,02
3 000,00	3005,86	-5,86	18,94
3 500,00	3507,46	-7,46	17,19
4 000,00	4009,69	-9,69	15,64
4 500,00	4515,35	-15,35	18,96
5 000,00	5020,01	-20,01	21,59

Indicación del Equipo (N)	Errores Relativos				Incertidumbre Expandida U (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resolución Relativa z (%)	
501,15	-0,23	0,28	—	—	0,33
1 002,35	-0,23	0,25	—	—	0,39
1 501,94	-0,13	0,34	—	—	0,43
2 003,05	-0,15	0,33	—	—	0,45
2 504,22	-0,17	0,40	—	—	0,56
3 005,86	-0,19	0,32	—	—	0,63
3 507,46	-0,21	0,32	—	—	0,49
4 009,69	-0,24	0,34	—	—	0,39
4 515,35	-0,34	0,23	—	—	0,42
5 020,01	-0,40	0,29	—	—	0,43

Retorno a cero f_c = 0,00%

Error relativo máximo permitido según la clase de la escala de la máquina de ensayo (ISO 7500-

Clase de la escala de la máquina	Errores Relativos				
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resolución Relativa z (%)	Cero f_c (%)
0,50	± 0,5	0,50	± 0,75	0,25	± 0,05
1	± 1,0	1,00	± 1,5	0,50	± 0,1
2	± 2,0	2,00	± 3,0	1,00	± 0,2
3	± 3,0	3,00	± 4,5	1,50	± 0,3

8. OBSERVACIONES:

- El valor indicado del equipo que se muestra en la tabla, es el promedio de 5 valores medidos.
- La incertidumbre de la medición que se presenta está basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.
- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".

9. CONCLUSIONES:

- De las mediciones realizadas se concluye que el equipo se encuentra calibrado debido a que los valores medidos están dentro del rango normal de operación.
- Se recomienda realizar la próxima calibración en un plazo no mayor a un año desde la emisión de la misma.

FIN DEL DOCUMENTO

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE "LABORATORIOS MECALAS S.A.C."

Fecha de emisión: 2022-06-16
 Fecha de expiración: 2023-06-16
 Expediente: LMC-2022-0789

1. SOLICITANTE : HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.
 Dirección : Nro. 1319 Int. 116 Urb. Los Jardines De San Juan El Elapa Lima - Lima - San Juan De Lurigancho.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PIE DE REY

 Marca : MITUTOYO
 Modelo : CD-8"CSX-B
 Serie : 12902617
 Identificación : LML-090 (*)
 Alcance de indicación : 0 mm a 200 mm
 División de escala : 0,01 mm
 Tipo de indicación : Digital
 Procedencia : Brasil
 Ubicación : No Indica
 Fecha de Calibración : 2022-06-16

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que miden las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados del certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

El usuario está en la obligación de mantener el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado y el tiempo de uso del instrumento.

3. METODO DE CALIBRACIÓN:

* La calibración se realizó según el método directo usando el procedimiento PC-012 "Procedimiento de calibración de pie de rey", 5ta. Edición, Agosto 2012, SNM-INDECOPI.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN:

 LABORATORIOS MECALAB S.A.C.
 Av. Lurigancho Nro. 1063, San Juan de Lurigancho - Lima.

LABORATORIOS MECALAB S.A.C. no es responsable de los perjuicios que puede ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. CONDICIONES AMBIENTALES:

	Inicial	Final
Temperatura	18,5 °C	18,4 °C
Humedad Relativa	54 %HR	72 %HR

6. PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón	Identificación	Certificado de Calibración
DM-DIACAL	Blanco plano paralelo	PL-400-01	LLA-C-094-2022 Cal. Enero 2022
DM-DIACAL	Termoeléctricos	No Indica	LR-888-2021 Cal. Septiembre 2021

Gerente de Metrología

NMELAB
 Ingeniería & metrología

 Firmado digitalmente
 por Jorge Padilla Dueñas
 Fecha: 2022.06.05
 13:22:37 -05'00'

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE "LABORATORIOS MECALAB S.A.C."

7. RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN:

ERROR DE REFERENCIA INICIAL (I)	0 μm
--	-----------------

ERROR DE INDICACIÓN DEL PIE DE REY PARA MEDICIÓN DE EXTERIORES		
Valor Patrón	Indicación del Instrumento	Error
50,00 mm	50,01 mm	10 μm
100,00 mm	100,01 mm	10 μm
150,00 mm	150,01 mm	10 μm
200,00 mm	200,01 mm	10 μm

ERROR DE CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL (E)		
Valor Patrón	Indicación del Instrumento	Error
200,00 mm	200,01 mm	-10 μm

ERROR DE REPETIBILIDAD (R)		
Valor Patrón	Indicación del Instrumento	Error
200,00 mm	200,00 mm	0 μm

ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A INTERIORES (S_{ext})		
Valor Patrón	Error	
10,00 mm	-10 μm	

ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A INTERIORES (S_{ext})		
Valor Patrón	Error	
10,00 mm	-10 μm	

ERROR DE CONTACTO LINEAL (L)		
Valor Patrón	Indicación del Instrumento	Error
10,00 mm	10,01 mm	10 μm

ERROR DE CONTACTO SUPERFICIE COMPLETA (J)		
Valor Patrón	Indicación del Instrumento	Error
10,00 mm	10,01 mm	10 μm



PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE "LABORATORIOS MECANIAS S.A.C."

Turnitin

● 9% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 1% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

FUENTES PRINCIPALES

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

1	repositorio.uwiener.edu.pe Internet	4%
2	upc.aws.openrepository.com Internet	1%
3	core.ac.uk Internet	<1%
4	elsevier.es Internet	<1%
5	repositorio.unfv.edu.pe Internet	<1%
6	apospublications.com Internet	<1%
7	jove.com Internet	<1%
8	Universidad Wiener on 2022-09-25 Submitted works	<1%