



FACULTAT DE MEDICINA I ODONTOLOGIA

DEPARTAMENT D' ESTOMATOLOGIA

**ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DE DOS ANTISÉPTICOS A BASE DE CLORURO
DE CETILPIRIDINIO SOBRE LA DEGRADACIÓN DE LA FUERZA DE LAS
CADENAS ELASTOMÉRICAS DE ORTODONCIA**

PROGRAMA DE DOCTORADO EN ODONTOLOGÍA

(Cód.3143, RD 99/2011)

DOCTORANDA

CAROLINA ANDRÉS CASTELLÓ

DIRECTORAS TESIS DOCTORAL

Dra. NATALIA ZAMORA MARTÍNEZ

Dra. VANESSA PAREDES GALLARDO

Dra. MILAGROS ADOBES MARTÍN

TUTORA

Dra. BEATRIZ TARAZONA ÁLVAREZ

Valencia, septiembre 2023



FACULTAT DE MEDICINA I ODONTOLOGÍA

UNIDAD DOCENTE DE ORTODONCIA. DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA

Dña. Vanessa Paredes Gallardo, Profesora Titular del Departamento de Estomatología de la Facultad de Medicina y Odontología de la Universitat de València.

Dña. Natalia Zamora Martínez, Profesora Contratado Doctor del Departamento de Estomatología de la Facultad de Medicina y Odontología de la Universitat de València.

Dña. Milagros Adobes Martín, Profesora del Departamento de Ciencias de la Salud, Odontología, de la Universidad Europea de Valencia.

Dña. Beatriz Tarazona Álvarez, Profesora Contratado Doctor del Departamento de Estomatología de la Facultad de Medicina y Odontología de la Universitat de València.

CERTIFICAN QUE: Dña. Carolina Andrés Castelló, ha realizado bajo nuestra dirección el presente trabajo titulado: **“ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DE DOS ANTISÉPTICOS A BASE DE CLORURO DE CETILPIRIDINIO SOBRE LA DEGRADACIÓN DE LA FUERZA DE LAS CADENAS ELASTOMÉRICAS DE ORTODONCIA”**, y reúne, en nuestro criterio, los requisitos y méritos suficientes para optar, mediante el mismo, el Grado de Doctor en Odontología por la Universitat de València.

Fdo. Vanessa Paredes

Fdo. Natalia Zamora

Fdo. Milagros Adobes

Fdo. Beatriz Tarazona

AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto ha supuesto para mí una etapa de crecimiento personal y aprendizaje que sin duda va más allá de lo académico. La pérdida de mi padre, uno de los motores de mi vida, la pérdida del Dr. Agustín Pascual con quien iniciamos esta tesis, una pandemia que paralizó todo y nos obligó a vivir una etapa de gran incertidumbre, y a reinventarnos, el nacimiento de mis dos hijos, lo más bonito que me ha ocurrido en la vida, pero también lo más agotador; un camino de lleno de adversidades, pero al mismo tiempo enriquecedor que me ha hecho crecer y sobretodo luchar por conseguir uno de mis sueños.

Me gustaría dedicar unas palabras de agradecimiento a todas aquellas personas que han estado a mi lado, acompañándome durante esta etapa, en lo personal y en lo profesional, y que han hecho posible de cierta manera que haya podido finalizar esta tesis doctoral.

A la Dra. Milagros Adobes, directora de tesis y al Dr. Daniele Garcovich, por haberme animado a subirme a este barco, con las adversidades que ello ha supuesto y haberme apoyado hasta el final.

A la Dra. Vanessa Paredes, directora de tesis. Gracias por tenderme la mano, acogerme en el departamento para realizar esta tesis y haber hecho posible que hoy esté aquí. Te estaré eternamente agradecida.

A la Dra. Beatriz Tarazona, tutora de tesis y profesora de master. Por su apoyo y sus ánimos incondicionales, siempre con una sonrisa. Es muy fácil trabajar a su lado. Gracias Bea, eres maravillosa.

A la Dra. Natalia Zamora, sin duda a la persona que más tengo que agradecer. Sin ella, esta tesis no hubiera sido posible. La Universitat de València tiene suerte de tener una docente como ella. Por ser una grandísima ortodoncista, investigadora y saber acompañar y enseñar al doctorando durante el largo camino que supone una tesis doctoral. Es eficiente y resolutiva, y muy buena persona. Gracias por tu paciencia, tu confianza, tu bondad y generosidad hacia mí, y por haberme hecho creer en mí misma y no haberme soltado de la mano. Gracias de corazón.

Al departamento de Prótesis de la Universitat de València, por ayudarme en la parte experimental del estudio de manera desinteresada. En especial a la Dra. Eva González, por su ayuda, su cariño y atenderme siempre.

A mis profesores de master y universidad, por ser un ejemplo y una motivación para seguir formándome, siempre con la inquietud de querer parecerme a ellos.

A mis amigos, mi familia y mis compañeros, gracias por vuestro apoyo incondicional, vuestras palabras de ánimo y por confiar en mí, más incluso que yo misma.

A mis amigos y socios, Enrique Pérez Ivars y Javier Lliso. Por ser mi otra mitad profesional y quererme tanto. Kike, te conocí siendo mi profe de master y ahora eres, además de mi socio, uno de mis mejores amigos. Te admiro tanto en lo profesional como en lo personal, eres un referente para mí. Tan crack en el trabajo y un corazón enorme. Me siento muy afortunada de tenerte en mi vida. Y Javi, eres esa persona vitamina que todos necesitamos a nuestro lado, te quiero mucho.

A mi marido y compañero de vida, Dani. Por quererme tal y como soy, admirarme y darme alas en el camino hacia mis sueños. Por formar juntos una familia y ser la otra mitad en el proyecto más bonito que nos ha podido regalar la vida, nuestros hijos Pepe y Valentina.

A vosotros, mis hijos, Pepe y Valentina. Los dos nacidos durante mi etapa de doctoranda, me habéis enseñado que el amor no tiene límites. Aunque no seáis conscientes por vuestra corta edad, habéis sido en muchos momentos el motivo para seguir adelante y no desfallecer. Quisiera poder transmitirlos los valores de ilusión, esfuerzo y constancia, tan importantes para alcanzar las metas y sueños de la vida.

A mis padres. Esta tesis doctoral se la dedico sin duda a ellos. Todo lo que soy os lo debo a vosotros papá y mamá. Gracias por todo vuestro esfuerzo y por todo el amor que me habéis dado, es el eterno tesoro que siempre me acompañará. Por estar siempre a mi lado, por enseñarme a creer en mí, pero siempre con humildad. Por darme siempre ese impulso para alcanzar todos los retos que me propongo. Sois mi ejemplo a seguir. Ojalá mis hijos me admiren algún día como yo os admiro a vosotros. Os quiero.

Y a ti, Mare Dels Desamparats, que siempre me acompañas.

ÍNDICE

I.INTRODUCCIÓN	19
-----------------------	-----------

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA	22
--------------------------------------	-----------

1.COLUTORIOS EN ORTODONCIA

1.1. Características de los agentes antiplaca

1.2. Tipos de agentes antiplaca

1.2.1 Fenoles y aceites esenciales

1.2.2 Antisépticos bisguanídicos

1.2.3 Aminoalcoholes

1.2.4 Derivados del amonio cuaternario

1.2.5 Fluoruros

1.2.6 Productos naturales

1.3. Cloruro de cetilpiridinio

1.3.1 Mecanismo de acción

1.3.2 Efectividad antiplaca

1.3.3 Efectividad contra el SARS CoV-2

1.3.4 Seguridad y efectos secundarios

2.CADENAS ELASTOMÉRICAS EN ORTODONCIA

3.1. Fabricación de las cadenas elastoméricas

3.2. Tipos de cadenas elastoméricas

3.3. Características de las cadenas elastoméricas

3.4. Ventajas y desventajas

3.5. Factores que influyen en la pérdida de fuerza

- 3.5.1 Agua y tiempo
- 3.5.2 Extensión
- 3.5.3 Exposición a colutorios y alcohol
- 3.5.4 pH salival
- 3.5.5 Dieta
- 3.5.6 Temperatura
- 3.5.7 Preestiramiento

II.HIPÓTESIS Y OBJETIVOS_____ 53

III. MATERIAL Y MÉTODO _____ 57

3.1. PRIMERA PARTE: REVISIÓN SISTEMÁTICA Y META-ANÁLISIS

- 3.1.1. Revisión de la literatura. Protocolo de búsqueda
- 3.1.2. Selección de los estudios. Criterios de inclusión
- 3.1.3. Estrategia de búsqueda y fuentes de información
- 3.1.4. Selección de los estudios primarios y recopilación de datos
- 3.1.5. Riesgo de sesgo y análisis de calidad
- 3.1.6. Análisis estadístico y cuantitativo

3.2. SEGUNDA PARTE: ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DE DOS COLUTORIOS A BASE DE CLORURO DE CETILPIRIDINIO EN LA DEGRADACIÓN DE LA FUERZA DE LAS CADENAS ELASTOMÉRICAS DE ORTODONCIA. ESTUDIO IN VITRO.

- 3.2.1. Preparación de las muestras
- 3.2.2. Grupos de estudio

3.2.3. Condiciones del estudio

3.2.4. Prueba de tracción

3.2.5. Análisis estadístico

IV. RESULTADOS _____ 91

4.1. PRIMERA PARTE: REVISIÓN SISTEMÁTICA Y META-ANÁLISIS

4.2. SEGUNDA PARTE: ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DE DOS COLUTORIOS A BASE DE CLORURO DE CETILPIRIDINIO EN LA DEGRADACIÓN DE LA FUERZA DE LAS CADENAS ELASTOMÉRICAS DE ORTODONCIA. ESTUDIO IN VITRO

V. DISCUSIÓN _____ 141

VI. CONCLUSIONES _____ 159

VII. BIBLIOGRAFÍA _____ 163

VIII. ANEXOS _____ 181

ANEXO I. FIGURAS

ANEXO II. TABLAS

ANEXO III. APORTACIÓN AL CONGRESO

ANEXO IV. PUBLICACIONES

ANEXO V. ARTÍCULOS PENDIENTES DE PUBLICAR

I.INTRODUCCIÓN

I.INTRODUCCIÓN

Las cadenas elastoméricas son aparatos auxiliares comúnmente utilizados en tratamientos de ortodoncia con múltiples propósitos debido a su gran versatilidad. (Mirhashemi y cols., 2012; Pithon y cols., 2013) Sin embargo, su eficacia sigue siendo un tema controvertido y cuestionable debido a la rápida disminución de sus propiedades mecánicas y la pérdida de resistencia con el tiempo influenciada por diferentes factores externos. (Larrabee y cols., 2012; Menon y cols., 2019; Al-Ani., 2019; Sadeghian y cols., 2017; Ramachandraiah y cols., 2017; Evans y cols., 2017)

El uso de enjuagues bucales en pacientes de ortodoncia es un método complementario al cepillado que ayuda en la reducción y eliminación de la placa dental. Además de corregir la oclusión y la estética, mantener una buena higiene bucal también forma parte de los objetivos terapéuticos de la ortodoncia y conducirá al éxito del tratamiento. (Pithon y cols., 2013; Larrabee y cols., 2012; Ramachandraiah y cols., 2017) Sin embargo, el uso repetido de enjuagues bucales y ciertos agentes que se encuentran en ellos, como refuerzo en la higiene bucal durante los tratamientos de ortodoncia, puede influir en el patrón de resistencia de las cadenas elastoméricas y, por tanto, podría promover la pérdida de su eficacia. (Menon y cols., 2019; Al Ani., 2019; Sadeghian y cols., 2017; Ramachandraiah y cols., 2017; Evans y cols., 2017; Wong., 1976; Javanmardi y Salehi., 2016; Natrass y cols., 1998; Kumar y cols., 2014; Castelló y cols., 2023)

Por otro lado, la aparición del SARS-CoV-2 en 2019 afectó a 200.000.000 de personas y provocó más de 4.000.000 de muertes en todo el mundo entre 2020 y 2021 (Cheng y Chang., 2021). La evidencia clínica demostró que el virus era detectable en hisopos del tracto respiratorio superior y en saliva de pacientes infectados. (Liu y cols., 2020)

Debido a que una reducción de la carga viral en la cavidad bucal puede reducir la gravedad de la enfermedad, los enjuagues bucales han sido una estrategia de bajo costo y fácil de implementar como medida contra el SARS-CoV-2, reduciendo así el riesgo de transmisión viral. (Mateos- Moreno y cols., 2021) Muchos estudios han demostrado que el potencial antiviral de los enjuagues bucales disminuye la eficacia de virus como la gripe y varios coronavirus como el SARS CoV-2. De hecho, el uso de moléculas de cloruro de cetilpiridinio (CPC), comúnmente presentes en enjuagues bucales, se ha postulado como una estrategia para combatir la transmisión. (Cheng y Chang., 2021; Mateos- Moreno., 2021; Bañó- Polo y cols., 2022; Mezarina Mendoza y cols., 2022; Muñoz Basagoiti y cols., 2021; Eduardo y cols. 2021; Komine y cols., 2021) En concreto, el estudio de Okamoto y cols., en 2022 (Okamoto y cols., 2022), demostró que el CPC reduce la infectividad del SARS CoV-2 en una concentración superior al 0,05% durante 60 segundos.

En este sentido, varias organizaciones médicas han emitido protocolos y recomendaciones clínicas, entre ellas el uso de cloruro de cetilpiridinio (CPC) como medida profiláctica para disminuir la carga viral en la cavidad bucal y prevenir la transmisión viral. (Muñoz Basagoiti y cols., 2021; Eduardo y cols., 2021; Komine y cols., 2021) Los enjuagues bucales a base de CPC no solo producen una reducción significativa de la placa y la inflamación gingival cuando se combinan con el cepillado de dientes, sino que también se ha demostrado que reducen significativamente la duración y la gravedad de los principales síntomas del SARS-CoV-2, como la tos y el dolor de garganta. Además, cuando el CPC se combina con clorhexidina, aumenta la actividad antimicrobiana de la clorhexidina y reduce sus efectos adversos. (Rajediran y cols., 2021)

Por todas las razones mencionadas anteriormente, en los últimos años, se planteó la hipótesis de que hacer gárgaras antes de un procedimiento dental con un enjuague bucal a base de CPC o gluconato de clorhexidina actuaría como una medida protectora adicional, reduciendo la carga oral microbiana de SARSCoV-2 antes de cualquier intervención a nivel bucal, (Mateos- Moreno y cols., 2021; Bañó- Polo y cols., 2022; Mezarina Mendoza y cols., 2022) pero al mismo tiempo también podría ser un factor clave que contribuyó a la disminución de las propiedades mecánicas de las cadenas elastoméricas utilizadas en ortodoncia.

Dado que agentes específicos que están presentes en algunos enjuagues bucales participan de manera muy activa, alterando las propiedades físicas de estos aditamentos, el objetivo principal de este trabajo fue evaluar en el tiempo el efecto de dos enjuagues bucales a base de cloruro de cetilpiridinio sobre la caída de fuerza de diferentes tipos de cadenas elastoméricas de cuatro fabricantes diferentes.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

1. COLUTORIOS EN ORTODONCIA

Un adecuado control de la placa bacteriana previene la aparición de enfermedades como la periodontitis o la gingivitis. Este puede conseguirse gracias a las diferentes técnicas de higiene oral y del uso de antisépticos orales como coadyuvantes de dichas técnicas, para prevenir la formación de placa. (Socransky y Haffaje., 1992; Bascones y cols., 2006; Corbet y Davies., 1993; Zubizarreta y cols., 2019)

La alta prevalencia de gingivitis podemos encontrarla de forma común en pacientes portadores de ortodoncia. La presencia de brackets, bandas y otros accesorios como cadenas elastoméricas, así como las restauraciones y los cementos utilizados para adherirlas, facilitan la acumulación de biofilm y dificultan su remoción por parte de los pacientes, favoreciendo la desmineralización del esmalte y la gingivitis, promoviendo cambios cuantitativos y cualitativos en la microbiota oral. Varios estudios han demostrado una asociación entre la colocación de aparatos de ortodoncia y un aumento del biofilm. (Haas y cols., 2014)

1.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS AGENTES ANTIPLACA

Entre las principales características de los agentes antiplaca se encuentran (Bascones y Morante., 2006):

1. Eficacia de amplio espectro contra bacterias y levaduras. Dado que se acepta la naturaleza no específica de la placa dental, los antisépticos bucales se convierten en las sustancias antiplaca de elección.

2. Eficacia intrínseca. Porcentaje de efecto máximo que puede conseguirse con las limitaciones de solubilidad del agente ya que no todos los agentes utilizados son capaces de conseguir mediante enjuagues una supresión completa del crecimiento bacteriano.

3. Sustantividad. Propiedad que mide el tiempo de contacto entre una sustancia y un sustrato de la cavidad oral una vez ha sido expulsado de la misma, algo de suma importancia, ya que el agente antiplaca necesita cierto tiempo de contacto con el microorganismo para inhibirlo o eliminarlo, a diferencia de las infecciones bacterianas sistémicas en las que dicho tiempo de contacto se obtiene tras la administración del antimicrobiano con una periodicidad establecida. Los agentes antiplaca se clasifican por tanto como agentes de primera generación con baja sustantividad (algunos antibióticos, compuestos de amonio cuaternario, compuestos fenólicos, y agentes oxidantes y fluoruros), y agentes de segunda generación con alta sustantividad (biguanidas). Existen agentes considerados de tercera generación en vías de estudio que inhiben o interfieren la adhesión bacteriana.

4. Potencial de toxicidad bajo. Los compuestos más tóxicos son las soluciones de fluoruros en concentraciones de 0,2 a 2%, siendo los menos tóxicos tanto los antibióticos como las tetraciclinas.

5. Permeabilidad: se deben absorber en el tracto intestinal, y pasar después al torrente sanguíneo.

6. Ausencia de reacciones adversas. Es necesario conocer si se presentan efectos adversos en el microbiota oral; si estos efectos se presentan en los tejidos duros o blandos y si existe alguna complicación.

7. Compatibilidad con la formulación. La presencia de otros componentes químicos de la formulación puede inactivar la acción del agente antiplaca.

1.2. TIPOS DE AGENTES ANTIPLACA

1.2.1 FENOLES Y ACEITES ESENCIALES

Han demostrado una reducción de la placa y la gingivitis del 35%. El colutorio más conocido con aceites esenciales es el Listerine®, con una mezcla de timol, mentol y eucalipto, asociado con metilsalicilato y un 26% de alcohol. (Alshehri., 2018)

Se debe usar en un enjuague de 20ml durante 60 segundos dos veces al día. (Ross y cols., 1993)

Entre sus efectos adversos podemos destacar la sensación de quemazón, y un ligero efecto de erosión sobre el esmalte dentario. (Pontefract y cols., 2001)

Tufekci y cols., en 2008, demostraron la capacidad de reducir la cantidad de placa y gingivitis de los aceites esenciales en pacientes con aparatología fija multibrackets. (Tufekci y cols., 2008)

TRICLOSAN

Es un antiséptico bisfenol clorado. (Martindale., 1993) Ha sido utilizado en jabones y pastas de dientes. Solo como colutorio al 0,2% tiene un efecto inhibitorio moderado de la placa y una sustantividad antimicrobiana de aproximadamente 5 horas. Su acción se

ve potenciada por el agregado de citrato de zinc o por el copolímero éter polivinilmetacrílico del ácido maleico. (Bascones y Morante., 2006) Es un agente antiplaca que puede ser utilizado en tratamientos largos ya que no tiene efectos secundarios. (Shaeken y cols., 1996) Sin embargo, tiene un efecto menos eficaz contra la placa que otros agentes activos como la clorhexidina al 0,12%. (Addy y cols., 1990)

1.2.1 ANTISÉPTICOS BISGUANÍDICOS

La clorhexidina es un compuesto catiónico clorofenil biguanida, perteneciente al grupo químico de las biguanidas. Se trata de una base fuerte, poco soluble en agua, por lo que se utiliza en forma de sal (diacetato, diclorhidrato y digluconato). De las tres, la más soluble en agua y alcoholes es el digluconato de clorhexidina. La clorhexidina es incolora, inodora y estable a temperatura ambiente y a un pH entre 5 y 8. Debe ser protegida de la luz. La absorción a través de la piel de la clorhexidina es mínima y tiene un inicio de acción rápido. La presencia de materia orgánica no neutraliza su acción. A concentraciones más elevadas provoca la precipitación de proteínas y ácidos nucleicos. Sus principales ventajas son su rápida acción germicida y su efecto residual prolongado (entre 6 y 48 h). Es un antiséptico muy seguro, cuya absorción a través de la piel es mínima, además, si se absorbe, la eliminación es renal o a través de la bilis, sin metabolitos intermedios. (Del Rio Carbajo y Vidal Cortes., 2018)

Su acción antiplaca y contra la gingivitis es mayor que con los aceites esenciales. Estudios como el de Demir y cols. en 2005, recomendaron el uso de los enjuagues con clorhexidina al 0,2% antes de grabar el esmalte en los tratamientos de ortodoncia con aparatología fija, ofreciendo así protección frente a las bacterias sin alterar la fuerza de adhesión entre el bracket y la resina de unión. (Demir y cols., 2005)

Su efecto adverso más común es la pigmentación marrón de los dientes, de algunos materiales de restauración y de las mucosas, sobretodo del dorso de la lengua. (Sheen y cols., 2003; Addy y Moran., 2000).

Otro efecto secundario descrito frecuentemente es la alteración del gusto. Un estudio de Straub y cols., en 2001, determinó que el alcohol de los colutorios de clorhexidina produce una mayor alteración del gusto que los colutorios en solución no alcohólica. (Bascones y Morante., 2006)

Quirynen y cols., en 2005, compararon clorhexidina con alcohol al 0,2% vs clorhexidina al 0,5% sin alcohol + cloruro de cetilpiridinio (CPC) en pacientes tras realizarles raspados, durante un periodo de 6 meses y no encontraron diferencias en los índices de placa y gingival. El colutorio al 0,5% sin alcohol + CPC produjo menos tinción y alteración del gusto que la clorhexidina al 0,2% con alcohol. (Quirynen y cols., 2005)

Se han descrito también lesiones descamativas en la mucosa alveolar después de utilizar enjuagues de clorhexidina al 0,2%. (Flötra., 1971)

1.2.3 AMINOALCOHOLES

El más destacado es el delmopinol. Derivado del morfolinetanol, se comercializa en colutorios a concentraciones del 0,1% y 0,2%. Ha demostrado ser eficaz como inhibidor de placa y agente antigingivitis en estudios sobre uso doméstico a corto plazo en ausencia de higiene bucal, y en estudios a largo plazo. Su modo de acción puede ser controvertido por la inhibición en la formación o a la disrupción de la matriz de bacterias formadoras de placa inicial. (Addy y cols., 2007)

Los efectos adversos incluyen coloración dental, adormecimiento transitorio de la mucosa, en concreto de la lengua y sensación de ardor bucal. No se han realizado estudios en pacientes de ortodoncia. (Lindhe y cols., 2000)

1.2.4 DERIVADOS DEL AMONIO CUATERNARIO

Los derivados del amonio cuaternario reducen la placa en un 35%. Su mecanismo de acción parece deberse al aumento de la permeabilidad de la pared bacteriana favoreciendo la lisis y disminuyendo la capacidad de la bacteria para adherirse a la superficie dentaria. Estos compuestos son de eficacia moderada y se eliminan rápidamente de las superficies bucales. Entre los derivados del amonio cuaternario se encuentra el cloruro de cetilpiridinio (CPC). (Bascones y Morante., 2006)

1.2.5 FLUORUROS

Los fluoruros se utilizan principalmente para reducir la prevalencia de caries y mejorar la remineralización del esmalte. Los efectos antibacterianos y cariostáticos de los fluoruros han sido ampliamente aceptados y el uso generalizado de fluoruros se ha atribuido a la disminución de la caries dental en los países occidentales desde hace años. Los fluoruros actúan principalmente mediante la formación de cristales de fluorohidroxiapatita que tienen una mayor resistencia a los ácidos orgánicos que los cristales de hidroxiapatita del esmalte dental. También se ha demostrado que reducen la producción de ácidos orgánicos en bacterias cariogénicas como *Streptococcus Mutans*. (Rajendiran y cols., 2021)

Los más utilizados son el fluoruro de estaño, el fluoruro de sodio y el fluoruro fosfato acidulado. Especialmente indicados en el control de la caries, en pasta dentífrica generalmente. Su efecto como colutorio es similar al triclosán.

Estudios a corto plazo han indicado que el fluoruro de estaño es un agente antiplaca más eficaz que el fluoruro de sodio. (Bascones y Morante., 2006)

Los enjuagues y pastas dentales que contienen fluoruros de estaño pueden manchar los dientes, aunque son manchas que se pueden eliminar fácilmente con una limpieza con ultrasonidos, debido a las manchas, el uso de fluoruro de estaño se ha eliminado de las pastas dentales. Tienen propiedades antiplaca. El mecanismo de acción del fluoruro de estaño se basa en una acción inhibitoria a nivel enzimático de la adhesión del Mutans responsable de la formación de la placa primaria consiguiendo entre un 18-29% de reducción de placa. (Nehme y cols., 2013)

1.2.6 PRODUCTOS NATURALES

Otros agentes activos como el aloe vera o la alantoína, actuaron favoreciendo la reparación de la mucosa ante lesiones ocasionadas por aparatos de ortodoncia. (Pradeep y cols., 2012)

En los estudios de Baricevic y cols. en 2010, la inflamación gingival, la erosión, la ulceración y la contusión fueron los hallazgos más comunes en los pacientes ortodóncicos, sobretodo en la zona de la mucosa bucal, vestibular y labial inferior. La gravedad de la inflamación gingival se correlacionó con el estado de higiene oral; a peor higiene oral, más severa era la inflamación gingival. (Baricevic y cols., 2010)

1.3 CLORURO DE CETILPIRIDINIO

El cloruro de cetilpiridinio (CPC) es un compuesto del amonio cuaternario catiónico con una actividad antimicrobiana de amplio espectro. (Witt y cols., 2006) Se ha empleado como agente antiséptico en productos de higiene bucal durante los últimos 50 años. Es tanto bactericida como bacteriostático y mata de forma rápida las bacterias grampositivas y las levaduras en particular. (Haps y cols., 2008)

1.3.1 MECANISMO DE ACCIÓN

Tiene efectos antivirales sustanciales contra ciertos virus. El efecto antiplaca del CPC se atribuye a que el componente catiónico se une fácilmente a las superficies bacterianas cargadas negativamente y a las proteínas del tejido intraoral. Inhibe el crecimiento celular y provoca la muerte celular al interactuar con la membrana y provocar la fuga de componentes celulares. (Rajendiran y cols., 2021)

El CPC es fácilmente soluble en alcohol, pero también en soluciones acuosas a base de surfactantes, pudiendo por tanto formularse en colutorios libres de alcohol. Generalmente se usa en pastas dentífricas y colutorios al 0,05%, encontrándose también al 0,07%. Es un principio activo que también se utiliza en la desinfección de aparatos de ortodoncia ya que demuestra la reducción de colonias de *S. Mutans*. (Pérez Martín., 2015)

1.3.2 EFECTIVIDAD ANTIPLACA

Diversos estudios muestran una reducción de entre un 15% y un 27% de los índices de placa, y una reducción de entre un 15,7% y 41% en los índices gingivales. (Renton Harper y cols., 1996)

Los enjuagues bucales de CPC producen una reducción significativa de la placa y la inflamación gingival cuando se combinan con el cepillado de dientes. Aunque es considerado menos eficaz que la clorhexidina (CHX) en la reducción de la placa y la inflamación gingival, proporciona un efecto aditivo cuando se combina con la CHX, aumentando la actividad antimicrobiana de la CHX y reduciendo sus efectos adversos. (Rajendiran y cols., 2021)

En los estudios de Haraszthya y cols., en 2017, se obtuvieron resultados similares como en las investigaciones de Allen y cols., en 1998, en las que los sujetos que usaban enjuagues bucales con CPC al 0,05% tuvieron reducciones más significativas de placa supragingival que los sujetos que usaron fluoruros, tras 14 días. (Haraszthya y cols., 2017)

Lee y cols., en 2017, demostraron que el colutorio con CPC redujo los niveles de placa dental supragingival y alivió los signos y síntomas del sangrado gingival, encontrando similitud con lo estudiado por Shim y cols., que demostraron que se podían lograr resultados similares con un enjuague bucal con CPC, triclosán y glicirricinato dipotásico. (Lee y cols., 2017)

Podemos encontrar en el mercado los colutorios a base de CPC en combinación con clorhexidina (CHX), demostrando efectividad en el control de la placa. Van Strydonck y

cols., en 2005, demostraron que no existen diferencias estadísticamente significativas en el control de la placa entre los colutorios de CPC al 0,05% + CHX al 0,12%, frente a uno de CHX al 0,2%. (Pérez Martín., 2015)

Estudios como los de Gómez y Valeron., en 2021, además concluyeron que la aplicación del colutorio de clorhexidina al 0,05% + cloruro de cetilpiridinio al 0,05% tres veces al día durante dos semanas fue efectivo en el tratamiento de la candidiasis oral pseudomembranosa. (Gómez y Valerón., 2021)

Pawha y cols., en 2011, estudiaron la efectividad clínica del CPC al 0,07% en pacientes de ortodoncia de edad entre 11 a 25 años durante un periodo de un mes, con una aplicación de dos veces al día. En los resultados, el uso de colutorios fue efectivo para reducir la placa y mejorar la gingivitis durante estos 30 días. El CPC mejoró las puntuaciones de sangrado (indicador de salud gingival), sin embargo, no pareció mejorar la inflamación de la encía marginal. Hallazgo que debería ser estudiado en una investigación a largo plazo, puesto que la baja sustentividad del CPC podría haber influido en estos resultados durante 30 días. (Pawha y cols., 2011)

1.3.3 EFECTIVIDAD CONTRA EL SARS CoV-2

El síndrome respiratorio SARS CoV-2 se transmite principalmente por gotitas expulsadas al hablar, respirar, toser y estornudar, y por contacto entre objetos contaminados. Se acumula y se replica en las vías respiratorias superiores, encontrando altas cargas virales en la cavidad oral, la nariz y la orofaringe en los pacientes infectados. (Mezarina Mendoza y cols., 2022) Debido a la naturaleza de la infección y a sus manifestaciones clínicas, varios estudios han demostrado el potencial

antiviral de los enjuagues bucales que disminuyen la infectividad de los virus como la influenza y varios coronavirus como el SARS CoV-2. De hecho, el uso de moléculas de cloruro de cetilpiridinio, comúnmente presente en los enjuagues bucales, se ha postulado como una estrategia para combatir la transmisión. (Bañó- Polo y cols., 2022)

El estudio de Okamoto y cols., en 2022, mostró que el CPC reduce la infectividad del SARS CoV-2 a una concentración superior a 0,05% durante 60 segundos. Inhibe la interacción entre la proteína S y ACE 2 sin escisión de la proteína S. Estos resultados indican que el CPC tiene actividad antiviral dependiente de la dosis y el tiempo. (Okamoto y cols., 2022)

Los resultados de Basagoiti y cols., en 2021, indicaron que el CPC desestabiliza la membrana de las diferentes variantes, como se detecta con ELISA, a través de interacciones electrostáticas donde los grupos amino catiónicos del CPC cubren las membranas virales cargadas negativamente. La actividad del CPC del surfactante desencadena la agregación de la membrana viral y la estabilización coloidal de las membranas virales solubilizadas que tienden a fusionarse con membranas unidas a CPC con carga opuesta, lo que aumenta la distribución de tamaño de los virus tratados mediante análisis de dispersión de luz dinámica. Por lo tanto, este mecanismo tiene el potencial de reducir la infectividad viral independientemente de la variante probada. (Muñoz - Basagoiti y cols., 2021).

Chen y Chang., en 2021 también aseguraron que, debido a que la orofaringe sirve como reservorio del SARS CoV-2, el uso de enjuagues bucales podría considerarse beneficioso en estos pacientes para prevenir la transmisión del virus por vía aérea. Sin

embargo, consideran, que como el SARS CoV-2 surgió a finales de 2019, los tamaños de muestra de los estudios todavía son pequeños, lo cual concuerda con lo opinado por Eduardo y cols., en 2021, quienes también encontraron beneficios, pero como limitaciones expusieron que la muestra de su estudio era pequeña. (Cheng y Chang., 2021; Eduardo y cols., 2021)

Komine y cols., en 2021, obtuvieron en sus resultados que, todos los productos que contenían entre 0,0125 y 0,30 % de CPC inactivaron el SARS CoV-2 con una reducción de 3,3 a >4,4 Log₁₀ PFU/mL independientemente de la forma de dosificación. El enjuague bucal contiene 0,20 % de clorhidrato de delmopinol, fue capaz de inactivar el SARS-CoV-2 con una reducción de >5,4 Log₁₀ PFU/mL. Sin embargo, el enjuague bucal que contenía solo 0,12% de CHX como antiséptico no mostró un efecto de inactivación suficiente contra el SARS- CoV-2 en este estudio. (Komine y cols., 2021)

Mateos Moreno y cols., en 2021, estudiaron la evidencia in vitro y clínica de los antisépticos orales frente al SARS CoV-2. Los tres antisépticos orales más recomendados en los trabajos científicos han sido PVP-I, H₂O₂ y CPC. Una de las características más importantes que debe tener un antiséptico oral es su sustentividad, es decir, el tiempo que se mantiene activo en boca. En la situación actual, con un gran riesgo de infección, esta propiedad es fundamental para poder realizar tratamientos con la máxima seguridad posible. No hay evidencia científica clara de la sustentividad de PVP-I o H₂O₂. Se ha informado que la actividad microbica de la PVP-I muestra una reducción del 72 % durante 30 minutos después de su uso como enjuague. Sin embargo, sabemos que la sustentividad de CPC es alta, de 3 a 5 horas, lo que permitiría una mayor eficacia contra el virus durante más tiempo. Por tanto, de

acuerdo con la evidencia científica disponible, consideraron necesario y aconsejable utilizar uno de los siguientes antisépticos por parte del paciente previo al examen/tratamiento oral: CPC 0,05-0,07%, PVP-I 0,2% o H₂O₂ 1%. (Mateos Moreno y cols., 2021)

1.3.4 SEGURIDAD Y EFECTOS SECUNDARIOS

La dosis letal (LD 50) es de 250 mg por Kg vía subcutánea, 6 mg/kg por vía intraperitoneal, 30mg/kg vía intravenosa y 200 mg/kg vía oral. Los datos muestran que los valores orales de LD 50 en ratas para un colutorio de CPC al 0,05% es de 34-48 mg/kg. Estos valores de LD 50 para el CPC son comparables con los obtenidos con otros componentes del colutorio como el alcohol. (Pérez Martín., 2015)

El CPC tiene efectos adversos limitados que incluyen irritación gingival y tinción leve de los dientes. También se sabe que el uso del enjuague bucal CPC es seguro y eficaz durante el embarazo. Reduce la gravedad de las enfermedades periodontales y la incidencia de partos prematuros en mujeres embarazadas. (Rajendiran y cols., 2021)

Otros autores como Mateos Moreno y cols., en 2021, también determinaron que los efectos adversos observados con el uso a largo plazo de CPC fueron decoloración de los dientes y la lengua, y una ligera irritación transitoria de las encías y úlceras aftosas en algunas personas. (Mateos Moreno y cols., 2021). Además, en estudios como el de Becker y cols., en 2021 lo consideran, combinado con la clorhexidina un buen tratamiento de elección y con interesantes beneficios a largo plazo. (Becker y cols., 2021)

2. CADENAS ELASTOMÉRICAS EN ORTODONCIA

Las cadenas de ortodoncia son elastómeros de poliuretano frecuentemente empleados por los ortodoncistas en múltiples tratamientos por su gran versatilidad, y pueden ser termoplásticos (TP) o termoestables (TS). Los materiales TP pueden realizarse de plástico y son moldeables a altas temperaturas, mientras que los TS se conservan irreversiblemente durante el proceso de fabricación, no se pueden volver a mezclar y se queman a altas temperaturas. (Massoud y cols., 2014)

Los materiales termoplásticos están compuestos por enlaces débiles dipolo o Van der Waals entre sus polímeros, mientras que los termoestables tienen enlaces covalentes más fuertes. Ambos pueden ser fabricados mediante inyección o troquelado. Las primeras son hechas mediante la inyección de un material elastomérico dentro de un molde mientras que las realizadas por troquelado son cortadas de un elastómero previamente procesado. (Eladies y cols., 2004; Massoud y cols., 2014)

Las cadenas elastoméricas de ortodoncia son de gran utilidad clínica, sirven para retraer dientes, corregir rotaciones, cierre de espacios y diastemas. Están fácilmente disponibles, son de bajo coste, no requieren la cooperación del paciente, se dispone de ellas en diferentes tamaños y colores, y son fáciles de utilizar. Sin embargo, también presentan una serie de desventajas entre las que encontramos el cambio de color, la deformación plástica, la retención de placa bacteriana, y especialmente el continuo deterioro o pérdida de la fuerza durante su uso. (De Aguiar y cols., 2014)

Además, se utilizan como elementos activos en tratamientos en los que llevamos a cabo una biomecánica con microtornillos. (Mitra y cols., 2011; Park y cols., 2007; Deguchi y cols., 2003; Mezomo y cols., 2011)

La eficacia en la retracción de dientes o en el de cierre de espacios, las cadenas elastoméricas han sido ampliamente comparadas con resortes y coils de Niti. (Massoud y cols., 2014; Kanuru y cols., 2014; Balhof y cols., 2011)

Barlow y Kula., en 2008, realizaron una revisión sistemática comparando las cadenas elastoméricas y los resortes de Niti, y la tasa de retracción de éstas era similar a la de los resortes (150-200g), siendo los segundos mucho más caros, aunque la caída de la fuerza era mayor en las cadenas elastoméricas frente a una fuerza más constante en los resortes de NITI. (Barlow y Kula., 2008; Mirhashemi y cols., 2012)

Sin embargo, en los estudios de Nightingale y cols. en 2003, la retracción de las cadenas elastoméricas frente a los resortes de Niti obtuvo mejores resultados. (Nightingale y cols., 2003)

Mohammed y cols. en 2018 realizaron una revisión sistemática sobre la eficacia de los resortes de NITI frente a cadenas elastoméricas en el cierre de espacios y determinaron que existe una evidencia de calidad moderada que sugiere que el cierre de los espacios se realiza con mayor rapidez con los coils de NiTi en comparación con las cadenas elastoméricas de ortodoncia. (Mohammed y cols., 2018)

Wahab y cols. investigaron el efecto de la exposición de la luz ultravioleta en las propiedades de tracción de la cadena elastomérica en comparación con los muelles de NiTi. Pese a que los resortes tienen la gran ventaja frente a los elastómeros que presentan mejor elasticidad y menor degradación de la fuerza, los elastómeros siguen siendo más utilizados porque son más económicos y más versátiles en cuanto a sus usos clínicos. (Wahab y cols., 2014)

2.1 FORMA DE FABRICACIÓN DE LAS CADENAS ELASTOMÉRICAS

Las cadenas elastoméricas son hechas en dos formas básicas: moldeado por inyección y troquelado. Las cadenas realizadas por moldeado por inyección son hechas mediante inyección de un material elastomérico licuado dentro de un molde y el cual después es curado, mientras que las cadenas hechas por troquelado son cortadas de un elastómero previamente procesado. (Eladies y cols., 2004)

2.2 TIPOS DE CADENAS ELASTOMÉRICAS

La configuración de la cadena depende de la distancia existente entre los enlaces, denominándose así cadena cerrada, corta o larga. Son elastómeros de fuerza variable dependiendo de la distancia entre los eslabones que los forman. Las cadenas cerradas tienen una distancia intereslabón de 3mm, las cortas de 3,5mm y las largas de 4mm. Por lo tanto, las cadenas cerradas producen mayor fuerza inicial que las cortas, y todavía menor es la fuerza inicial de las cadenas largas en las que la distancia entre eslabones y conectores es mayor.

La distancia que separa los enlaces depende de la longitud de los eslabones de cada marca comercial. De acuerdo a la distancia entre el centro del eslabón hasta el centro del siguiente (distancia intereslabón), las cadenas se dividen en 3 tipos:

- Cerrada o continua: En este tipo de cadenas la distancia intereslabón es de 3 mm. Estas por lo general pueden brindar niveles de fuerza inicial más altos.
- Corta: La distancia intereslabón de esta cadena es de 3.5 mm.
- Larga: La distancia intereslabón es de 4 mm. (Lendlein A., 2002)

2.3 CARACTERÍSTICAS DE LAS CADENAS ELASTOMÉRICAS

Entre las principales características de las cadenas elastoméricas se encuentran las siguientes:

- Inhabilidad para brindar niveles de fuerza continua por un periodo prolongado de tiempo.
- Capacidad de generar fuerzas útiles por diferentes periodos de tiempo.
- Propiedades de memoria elástica.
- Propiedades antioxidantes y antiozonantes, que extienden la vida útil del elastómero. (De Aguiar y cols., 2014)

3.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Los elastómeros se han utilizado durante años en ortodoncia puesto que proporcionan la fuerza necesaria para mover los dientes, además de propiedades como la flexibilidad son fáciles de usar, no requieren la cooperación del paciente y son económicos. Se producen en una amplia variedad de colores y los pacientes se adaptan fácilmente a ellos durante el tratamiento. (Mohammed., 2018)

Entre las desventajas se incluyen, la disminución de la fuerza con el tiempo, dificultades en la higiene bucal, una mayor retención de placa dental en comparación con otro tipo de elementos metálicos y una pérdida de color a través de la absorción de líquidos y colorantes de los alimentos. (Mohammed., 2018)

Entre las principales ventajas:

- Biocompatibles
- Económicas
- Relativamente higiénicas.
- Fáciles de colocar.
- Contribuye a la motivación del paciente debido a la variedad de colores.
- No requieren la cooperación del paciente.

Entre las principales desventajas:

- Absorben agua y saliva.
- Adquieren manchas permanentes.
- Sufren un rompimiento de los enlaces internos que permiten la deformación permanente.
- Experimentan una rápida pérdida de la fuerza debido a la relajación de las tensiones, resultando en una pérdida gradual de la efectividad.
- Se someten a cambios en sus propiedades físicas que son dependientes del tiempo.
- Las superficies de los dientes y los tejidos blandos pueden verse afectados por la acumulación microbiana, en las partes adyacentes donde se encuentran las cadenas.

3.5 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PÉRDIDA DE FUERZA

3.5.1 TIEMPO

La fuerza de los elastómeros de poliuretano decae en función del tiempo y el índice de caída aumenta con la hidrólisis. Andreassen y Bishara., en 1970 ya demostraron que el 55% de la pérdida de la fuerza se producía a la hora tras la degradación inicial.

La disminución de la fuerza de las cadenas elastoméricas de ortodoncia, por lo tanto, ha sido ampliamente investigada. Ya en estos primeros estudios y resultados publicados, la pérdida de las propiedades mecánicas de estos elementos se convirtió en un problema clínico significativo y de interés para los investigadores. (Andreassen y Bishara., 1970)

La mayoría de las cadenas elastoméricas experimentan una disminución de la fuerza del 50 al 70% en las primeras 24 horas, seguido de una fase más estable del 10 al 20% de la caída de la fuerza en las siguientes 4 semanas. Además, se ha demostrado que las cadenas termoplásticas experimentan mayor pérdida de la fuerza a los 28 días in vitro y requieren menos estiramiento previo que las cadenas termoestables. (Evans y cols., 2017)

Bousquet y cols., en 2006, realizaron un estudio in vivo cuyo objetivo fue determinar si las cadenas elastoméricas fabricadas por diferentes procedimientos (inyección o troquelado) mostraban la misma pérdida de fuerza en el tiempo. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la disminución de la fuerza entre las cadenas fabricadas por inyección o las fabricadas por troquelado. Ambas produjeron los mismos efectos clínicos. (Bousquet y cols., 2006)

Eladies y cols., en 2005 (Eladies y cols., 2005) en un estudio que realizaron en medio seco sobre cadenas elastoméricas cerradas y abiertas, observaron que de forma

general la pérdida de fuerza seguía un patrón característico con dos partes claramente diferenciadas: una abrupta caída de la fuerza inicial (en 1-12 horas), seguida de una curva de menor gradiente (Figura 1).

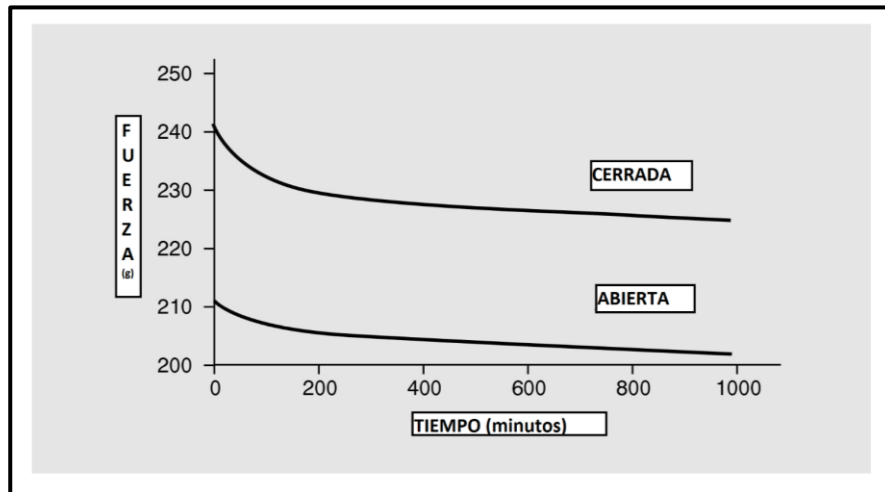


FIGURA 1. Diagrama de pérdida de fuerza de cadenas elastoméricas durante las primeras 24 horas mostrando la presencia de 2 secciones: abrupta caída inicial seguida por una curva de menor gradiente. Tomado de Eladies y cols., 2003.

Según Kardach y cols., (Kardach y cols., 2017) hay estudios que han demostrado una pérdida inicial de la fuerza del 28 al 50% y por ello las cadenas elastoméricas deberían cambiarse cada 4 semanas. Realizaron un estudio in vitro en el que evaluaron y compararon la resistencia mecánica de las cadenas de memoria y las cadenas de plástico. Los resultados obtenidos determinaron que la mayor disminución de la fuerza se observó tras los 7 primeros días, posteriormente disminuyó ligeramente permaneciendo estable. Hubo una menor pérdida de las propiedades físicas de las cadenas de memoria (termoestables) frente a las plásticas (termoplásticas). Observaron, además, que la pérdida de las propiedades era mayor en saliva artificial,

en contra de los estudios publicados por Kardach y cols., en 2017. (Kardach y cols., 2017)

Evans y cols., evaluaron si una cadena elastomérica inactiva podía seguir moviendo dientes durante 16 semanas, y llegaron a la conclusión de que el cierre de los espacios de la extracción ocurrió durante las primeras 4 semanas. Aun así, siguió produciéndose movimiento hasta las 16 semanas, aunque con una fuerza inferior a 100 g. (Evans y cols., 2017)

En 2016, Massoud y cols. compararon durante 8 semanas la disminución de la fuerza y los cambios dimensionales entre ligaduras termoestables y termoplásticas en un entorno oral simulado, de la casa Rocky Mountain. En este, una nueva ligadura termoestable mostró significativamente menos caída de la fuerza y mejores cambios dimensionales a lo largo del tiempo. (Massoud y cols., 2016)

Las cadenas elastoméricas pueden sufrir un alargamiento permanente después de tres o cuatro semanas en boca, pueden perder el 74% de su fuerza inicial a las 24 horas. En su trabajo, Wong., en 1976 estuvo de acuerdo con esto y añadió que la reducción fue mayor durante las primeras tres horas. (Wong., 1976))

Massoud y cols., en 2014, compararon las propiedades mecánicas de las cadenas termoplásticas y termoestables, y se llegó a la conclusión que los elastómeros termoestables mostraron una menor disminución de la fuerza a lo largo del tiempo mientras que los termoplásticos requirieron mayor estiramiento para alcanzar las fuerzas deseadas. Hubo un 20% mayor de pérdida de fuerza en los elastómeros termoplásticos frente a los termoestables. (Massoud y cols., 2014)

Morales-Pulachet, realizaron un estudio cuyo objetivo fue determinar la degradación de la fuerza de cadenas elastoméricas de dos marcas diferentes. En éste, se encontró

que ambas marcas comerciales mostraron la mayor degradación de la fuerza durante las primeras 24 horas. Posteriormente, la caída de la fuerza fue más estable. La marca Denstplay GAC mostró mayor cantidad de fuerza remanente frente a la marca American Orthodontics. (Morales- Pulachet., 2015)

Hershey y Reynolds, descubrieron que después de cuatro semanas, los módulos de cadenas elastoméricas conservaban solo alrededor del 40% de su fuerza original y que, tras 21 días, los módulos elastoméricos con fuerzas iniciales más altas (módulos cortos) sufrieron una disminución menor de la fuerza que los módulos elastoméricos con valores de fuerza iniciales más bajos (módulos largos). (Aldress y cols., 2015)

Mirhashemi y cols., estudiaron el patrón de degradación de la fuerza de seis cadenas de ortodoncia de diferentes casas comerciales y determinaron que las cadenas de memoria mostraron propiedades mecánicas superiores en comparación con las tradicionales. Las cadenas con propiedades de memoria entregaron un nivel de fuerza más bajo con un alargamiento inicial del 100%, sin embargo, su tasa de caída de la fuerza durante las 4 semanas fue más lenta.

Las cadenas elastoméricas no son elementos elásticos ideales ya que sufren una deformación permanente y disminuyen la fuerza con el tiempo, tal y como estamos viendo. Los cambios en la pérdida de fuerza de las cadenas elastoméricas a lo largo del tiempo conducen a problemas de control terapéutico que pueden afectar a su eficacia. A veces también es difícil elegir entre tantos y tan diferentes productos que el mercado te ofrece. (Halimi y cols., 2013)

3.5.2 EXTENSIÓN

Estudios realizados por Rock y Von Fraunhofer muestran que, cuando las cadenas son estiradas a más de 300 gramos, ocurre una deformación permanente del material y por tanto, la liberación de la fuerza es menos predecible. (Rock y cols., 1985)

Lu y cols., compararon las curvas de disminución de la fuerza de tres longitudes, estiradas de manera diversa, así como compararon cadenas elastoméricas transparentes y grises, obteniendo resultados en los que la cadena de Rocky Mountain, estirada a una longitud de 40 mm fue óptima para su uso clínico. En todas las cadenas, la mayor disminución de la fuerza se produjo durante la primera hora, y también, cuanto mayor era la fuerza inicial mayor fue la disminución de la fuerza. (Lu y cols., 1993)

Rock y cols., afirmaban que estirar el material al 200% es bastante frecuente en tratamientos de ortodoncia. Mostraron que al estirar elementos elásticos al 300% o más se producía una respuesta desfavorable que hace que el material alcance su límite de elasticidad y sugirió que las cadenas no debían someterse a una extensión inicial de más del 50% para evitar fuerzas excesivas. (Rock y cols., 1985; Kardach y cols., 2017; Mirhashemi y cols., 2012)

3.5.3 EXPOSICIÓN A COLUTORIOS Y ALCOHOL

Muchos dentistas recomiendan el uso de los enjuagues bucales durante el tratamiento de ortodoncia para mantener la higiene bucal y reducir las lesiones de caries. Sin embargo, en la literatura se han descrito muchos efectos adversos de los diferentes enjuagues disponibles. Además, la demanda de la estética hace que, cada día más, se utilicen diferentes técnicas de blanqueamiento. (Pithon y cols., 2013)

Teniendo en cuenta el estudio realizado por Behnaz y cols. parece que las pastas dentales convencionales tienen menos efecto en la pérdida de las propiedades físicas de las cadenas elastoméricas en comparación con las pastas dentales blanqueadoras. (Behnaz y cols., 2018)

Pithon y cols. realizaron un estudio in vitro sobre el efecto de los enjuagues bucales con y sin agentes blanqueadores, en la pérdida de fuerza de las cadenas elastoméricas de ortodoncia y concluyeron que la presencia de un agente blanqueador no influyó en una mayor degradación de las propiedades físicas de las mismas. (Pithon y cols., 2013)

Los muelles de Niti y las cadenas elastoméricas son los dos elementos con los que principalmente realizamos los movimientos de tracción en ortodoncia. Los efectos de los factores ambientales y algunos enjuagues bucales, sobre la descomposición de estos elementos han sido estudiados por Javanmardi y Salehi, que observaron cómo afectaban los enjuagues bucales Orthokin, Sensikin y Persica sobre la degradación de los mismos. En los resultados, tras 3 semanas, una degradación de la fuerza significativamente menor con el enjuague Orthokin en comparación con los otros grupos, mientras que los resortes de Niti no encontraron diferencias significativas entre los distintos grupos. (Javanmardi y Salehi., 2016)

Hoy en día, el uso de enjuagues está en aumento para una mejor higiene bucal, especialmente entre los pacientes de ortodoncia. Se estudió el efecto de los diferentes enjuagues con alcohol, fluoruros y agentes blanqueadores y se llegó a la conclusión de que el alcohol produjo la desintegración forzada de las cadenas elastoméricas con el tiempo mientras que los enjuagues con agentes blanqueadores y fluoruros no tuvieron ningún efecto sobre las mismas. (Larrabee y cols. 2012; Ramachandraiah y cols. 2009)

Omidkhoda y cols. evaluaron los efectos de tres enjuagues bucales diferentes en la pérdida de fuerza de las cadenas elastoméricas. Tras 10 segundos de estiramiento previo hasta el 100% de su longitud inicial, las cadenas fueron estiradas y sumergidas en saliva artificial, y con los enjuagues de pérsica, clorhexidina al 0,2% y fluoruro de sodio al 0,5%. En cuanto a los resultados, el 20% de la disminución de la fuerza ocurrió durante las primeras 24 horas, después la pérdida fue gradual y constante hasta la semana 4. Tras la 4 semana, el enjuague con clorhexidina causó el mayor porcentaje de pérdida de fuerza. (Omidkhoda y cols., 2015)

3.5.4 PH SALIVAL

Ferriter, en 1990, en un estudio in vitro se evaluó el efecto del pH sobre las tasas de fuerza-degradación de siete cadenas elásticas de poliuretano comerciales para ortodoncia. Los valores de pH de 4,95 y 7,26 fueron seleccionados para la prueba porque representan valores cercanos a los extremos informados del pH de la placa y la saliva. Siete productos elásticos de prueba se extendieron a distancias iguales y niveles de fuerza inicial iguales, y las tasas de degradación de la fuerza se registraron durante 4 semanas. Todos los productos de prueba produjeron una tasa de disminución de la fuerza significativamente mayor en la solución básica (pH 7,26) que en la solución ácida (pH 4,95) durante 4 semanas. Se presenta una hipótesis de que la tasa de descomposición de las cadenas elastoméricas de ortodoncia es inversamente proporcional al pH oral, ya que los niveles básicos de pH son más hostiles a los elásticos de cadena de poliuretano. (Ferriter y cols., 1990)

3.5.5 DIETA

Uno de los factores que también puede influir en el cambio de las propiedades físicas de las cadenas elastoméricas es la dieta. Determinados alimentos han sido estudiados para saber si influyen en el cambio de estos materiales, en cuanto a coloración como en la pérdida de fuerza. Además, otros aspectos como la temperatura o la luz ultravioleta también han sido estudiados. (Nattras y cols., 1998; Javanmardi y Salehi., 2016)

Nattras y cols., estudiaron los efectos del agua, la cola, la cúrcuma y la temperatura sobre las cadenas elásticas y los resortes helicoidales de NiTi, lo que lleva a la conclusión de que las cadenas elastoméricas se vieron afectadas por todos los entornos de la prueba, mientras que los resortes únicamente se vieron afectados por la temperatura. (Nattras y cols., 1998)

Aldress y cols. en 2015 compararon el porcentaje de caída de la fuerza de cadenas elastoméricas transparentes y semi claras de ocho casas comerciales diferentes y evaluaron la cantidad de decoloración después de la inmersión en medios dietéticos coloreados, café, cola y vino en una cantidad de 250ml durante 72h. Después se retiraron, se enjuagaron, se secaron al aire y se tomaron las lecturas de color. En los resultados, los ortodoncistas vieron que las cadenas transparentes mostraban una cantidad mínima de color en comparación con el resto.

Ardeshta y Vaidyanathan, midieron los cambios de color en los módulos elastoméricos de ortodoncia tanto de color como transparentes de cuatro casas comerciales diferentes tras haber sido impregnados en café, cola, té y especias durante 72 horas. Se observaron cambios significativos en color como resultado de la exposición de

bebidas y las especias, que incluían el nivel de gris y la cromaticidad. (Aldress y cols., 2015)

3.5.6 TEMPERATURA

Stevenson en 1994, realizó un estudio para valorar si el incremento de la temperatura en el medio oral podría influir de forma significativa en la degradación de las cadenas elastoméricas. En este estudio se midieron los efectos del pretensado, la acidez ambiental, el contenido de oxígeno y la temperatura sobre las propiedades mecánicas de tres cadenas elastoméricas de ortodoncia. Los especímenes de cada cadena se trataron durante 10 y 100 días, y sus propiedades mecánicas se compararon con las de los especímenes no tratados mediante pruebas de relajación de tensión. Se determinó que los tratamientos de acondicionamiento afectan la magnitud de la carga residual después de la relajación, con el mayor efecto debido al pretensado. Entre las demás variables estudiadas, el aumento de la temperatura del ambiente pareció influir significativamente en el mecanismo de degradación responsable del deterioro de las propiedades mecánicas de los elastómeros de poliuretano ($p < 0,001$). (Stevenson y Kusy., 1994)

3.5.7 PREESTIRAMIENTO

Para contrarrestar la rápida pérdida de fuerza, tal y como hemos estudiado, numerosos estudios recomiendan estiramiento previo las cadenas con el objetivo de que la caída de la fuerza se produzca de una forma más progresiva, sobretodo durante las primeras horas. (De Aguiar y cols., 2014)

Según Baratieri y cols. en todos los estudios realizados in vivo e in vitro, se produjo una disminución de la fuerza entre el 13 y el 75% dentro de las primeras 24 horas. Después de tres semanas, solo las cadenas de memoria mantuvieron una fuerza sobre 100g. (Baratieri y cols., 2012)

Wong, recomienda preestirar las cadenas tres veces su longitud original para pretensar los enlaces poliméricos y mejorar la fuerza. En su estudio, pudo ver que las cadenas que se estiran a más de 300g tienden a perder mayor fuerza que las estiradas a menor longitud. La pérdida de la fuerza hace difícil al ortodoncista poder determinar la cantidad de fuerza real que se transmite a los dientes. (Wong., 1976)

Rock y Von Fraunhofer, de igual modo muestran que, cuando las cadenas son estiradas a más de 300g, ocurre una deformación permanente del material y por lo tanto la liberación de fuerza es menos predecible. Además, Von Fraunhofer y cols. observaron que el preestiramiento a los 10 segundos hasta el 100% de la longitud original de la cadena, tuvo poco efecto sobre la relajación de la carga. (Von Fraunhofer., 1992; Rock y cols., 1985)

En estudios como el de Chang y cols., en 2018, se sugirió el 100% de preestiramiento en aplicaciones clínicas para reducir la fuerza inicial. Las cadenas elastoméricas de dos casas comerciales diferentes se estiraron previamente al 50, 100, 150 y 200% de la longitud original y se determinaron las áreas de histéresis. Un total de 180 muestras se clasificaron en 9 grupos según la marca y sus tensiones y deformaciones permanentes se midieron inmediatamente después del preestiramiento (0 horas), después de 1 hora, a las 24 horas y tras 1,2,3,4,5,6,7 y 8 semanas. En su estudio se determinó que, aunque el estiramiento previo benefició al estrés residual, no mostró efectos negativos como la deformación permanente. La tensión máxima estimada se observó en el

momento máximo del preestiramiento, pero la diferencia entre los grupos de preestiramiento y el grupo control disminuyó con el tiempo. (Chang y cols., 2018)

Dittmer y cols. investigaron las cadenas de ortodoncia de diferentes fabricantes con y sin enlace intermodular en un ensayo de tracción estática de acuerdo con la norma ISO 21606:2007 (DIN EN ISO 21606:2007-10) y apuntaron que el estiramiento previo tiene un efecto decisivo en el nivel inicial de la fuerza. Aun así, había que seguir investigando puesto que desarrollo de la fuerza es de gran interés clínico para el ortodoncista. (Dittmer y cols., 2012)

Por último, Kim y cols. realizaron un estudio donde evaluaron los efectos del estiramiento previo sobre la descomposición de la fuerza a lo largo del tiempo de las cadenas elastoméricas y observaron que los efectos del preestiramiento se pudieron observar durante la primera hora. (Kim y cols., 2005)

II. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

II.HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

La disminución de la fuerza de las cadenas elastoméricas de ortodoncia ha sido ampliamente investigada. La mayoría de las cadenas elastoméricas experimentan la mayor disminución de la fuerza en las primeras 24 horas, seguido de una fase más estable durante las siguientes semanas.

Con los años, y la mejora de los materiales en odontología, han mejorado también las propiedades de las mismas, pero existen diversos factores como la temperatura, el ambiente intraoral, la absorción de agua, la acción de sustancias que se encuentran contenidas en la saliva, como alimentos y bebidas, cambios en el pH salival, la luz ultravioleta y la higiene oral, entre otros, que pueden alterar sus propiedades físicas y con ello su eficacia.

El uso de enjuagues bucales durante el tratamiento de ortodoncia suele ser bastante común como elemento de refuerzo en la higiene de nuestros pacientes, pero en ocasiones si no elegimos el colutorio adecuado, las cadenas elastoméricas podrían verse afectadas sufriendo estos fenómenos de degradación.

La aparición y rápida propagación del SARS-Co-V2 en nuestro país y sus consecuencias, han ocasionado algunos cambios en nuestras rutinas. En cuanto a los cambios en las profesiones sanitarias, varias organizaciones médicas han lanzado protocolos y recomendaciones clínicas entre las que se encuentra el uso del cloruro de cetilpiridinio como medida profiláctica para disminuir la carga viral en la cavidad bucal y evitar así prevenir la transmisión vírica.

Se ha demostrado que reduce significativamente la duración y la gravedad de la tos y el dolor de garganta, además de tener una gran acción antiplaca, importante para

nuestros pacientes. Estos y muchos otros hallazgos indican que los colutorios de cloruro de cetilpiridinio podrían ser eficaces contra virus como los coronavirus.

En base a estos antecedentes descritos, se formula la siguiente hipótesis:

¿Cómo afectan los enjuagues bucales con cloruro de cetilpiridinio a la degradación de la fuerza de las cadenas elastoméricas de ortodoncia?

De acuerdo con esta hipótesis, los objetivos de nuestro trabajo fueron los siguientes:

1. Realizar un análisis cualitativo y cuantitativo de la literatura mediante una revisión sistemática y meta- análisis de los estudios existentes relativos a la influencia del uso y aplicación de colutorios en el patrón de degradación de la fuerza de las cadenas elastoméricas de ortodoncia.
2. Analizar el patrón de degradación de la fuerza en función del tiempo de cadenas elastoméricas que son expuestas o no a dos enjuagues a base de cloruro de cetilpiridinio a diferentes concentraciones.
3. Comparar el patrón de degradación de la fuerza a lo largo del tiempo entre las cadenas elastoméricas de cuatro casas comerciales diferentes cuando son sumergidas en los diferentes colutorios.
4. Evaluar si existen diferencias en el patrón de degradación de la fuerza a lo largo del tiempo entre las cadenas elastoméricas con y sin distancia intereslabón cuando son sumergidas en los diferentes colutorios.

III. MATERIAL Y MÉTODO

III. MATERIAL Y MÉTODO

La presente investigación se dividió en dos fases. En primer lugar, se realizó una revisión sistemática de la literatura y un meta-análisis de los estudios relativos a la degradación de la fuerza de las cadenas elastoméricas de ortodoncia por la aplicación de diferentes tipos de colutorios y agentes. En segundo lugar, se llevó a cabo un estudio in vitro en el laboratorio de la Universitat de Valencia en el cual se aplicaron dos tipos de colutorios a base de cetilpiridinio en diferentes tipos de cadenas elastoméricas con enlace y sin enlace intereslabón, de cuatro casas comerciales distintas, en el que se estudió la degradación de la fuerza en diferentes intervalos de tiempo.

3.1. PRIMERA PARTE: REVISIÓN SISTEMÁTICA Y META-ANÁLISIS

3.1.1. REGISTRO Y PROTOCOLO DE BÚSQUEDA

Esta revisión sistemática se realizó siguiendo la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) y el manual Cochrane para revisiones sistemáticas (versión 6.0; Higgins JPT 2019). (Liberati y cols., 2009)

Este protocolo de revisión sistemática se registró previamente en los registros Open Science Framework (OSF) con el siguiente número de registro DOI: 10.17605/OSF.IO/V7NYB.

Siguiendo el protocolo PICO, el objetivo fue responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo afecta el uso de enjuagues bucales a la degradación de la fuerza y a las propiedades mecánicas de las cadenas elastoméricas de ortodoncia?

3.1.2. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LOS ESTUDIOS

Se aplicaron los siguientes criterios de selección:

Tipos de participantes: estudios de cadenas elastoméricas de ortodoncia de eslabón corto o cerrado.

Tipos de estudios: se incluyeron “artículos” y “artículos in press”. Se incluyeron ensayos clínicos controlados, ensayos clínicos aleatorizados (ECA), estudios de cohortes, estudios de casos y controles, estudios transversales, estudios multicéntricos y estudios in vitro. Se incluyeron los artículos publicados desde enero de 2012 hasta junio del 2022. No se impuso ninguna restricción sobre el idioma. Los *criterios de exclusión* fueron todos aquellos artículos que hablasen de cadenas elastoméricas, pero no se refirieran a la degradación de la fuerza, donde el eslabón de las cadenas estudiadas no fuera corto o cerrado o aquellos en los que no se aplicara algún tipo de colutorio.

Intervenciones: exposición de cadenas elastoméricas de ortodoncia a determinados colutorios y principales componentes de los mismos.

Medidas de resultado: el resultado principal incluyó la evaluación de la degradación de las cadenas elastoméricas en función del tiempo tras la aplicación de determinados colutorios. Además, los resultados secundarios incluyeron observar qué otros factores y de qué forma se degradaban las propiedades físicas de las cadenas elastoméricas.

3.1.3. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA Y FUENTES DE INFORMACIÓN

Para identificar los estudios potencialmente relevantes independientemente del idioma, se realizó una búsqueda electrónica con las siguientes bases de datos: PubMed, Cochrane Library (CENTRAL), Scopus, Embase y Web of Science. Se realizó

una búsqueda electrónica de literatura gris a través de Opengrey. En casos particulares, los autores de los artículos fueron contactados por correo electrónico para solicitar información que faltase. Se realizaron búsquedas manuales en las listas de referencias de los estudios incluidos para identificar y examinar artículos no encontrados en bases de datos que pudieran cumplir con los criterios de inclusión. La búsqueda se realizó hasta junio del 2022. La estrategia de búsqueda incluyó una combinación de términos MESH (Medical Subject Headings) (enjuagues bucales [MeSH Terms]) y palabras para texto libre para PubMed y se optimizó para cada base de datos. Se utilizaron operadores booleanos (“OR” and “AND”) para unir términos (MeSH/non-MeSH) relacionados con la pregunta de investigación. Estas palabras clave se dividieron en cuatro grupos: 5 palabras clave relacionadas con cadenas elastoméricas, 2 palabras clave secundarias relacionadas con la degradación de la fuerza, 11 palabras clave relacionadas con la velocidad o la velocidad del movimiento dentario y 9 palabras clave relacionadas con los enjuagues bucales y sus componentes. Se realizaron búsquedas de todas las combinaciones posibles entre los términos en los grupos (Tabla 1). Los artículos identificados se exportaron al software Refworks ProQuest para eliminar duplicados.

Ecuación de búsqueda:
<i>(((orthodontic chain) OR (elastomeric chain) OR (elastic chain) OR (power chain) OR (chain))) AND (((force decay) OR (force degradation)))) AND (((mouthwashes [MeSH Terms]) OR (mouthwash) OR (mouth rinse) OR (mouthrinse) OR (mouth-rinse) (alcohol) OR (chlorhexidine) OR (fluorure) OR (bleaching)))</i>
<i>((('orthodontic'/exp OR orthodontic) AND chain OR (('elastomeric'/exp OR elastomeric) AND chain) OR (elastic AND chain) OR (('power'/exp OR power) AND chain) OR chain) AND (('force'/exp OR force) AND decay OR (('force'/exp OR force) AND ('degradation'/exp OR degradation))) AND ('mouthwashes'/exp OR mouthwashes OR 'mouthwash'/exp OR mouthwash OR (('mouth'/exp OR mouth) AND rinse) OR 'mouthrinse'/exp OR mouthrinse OR 'mouth rinse'/exp OR 'mouth rinse' OR 'alcohol'/exp OR alcohol OR 'chlorhexidine'/exp OR chlorhexidine OR fluorure OR 'bleaching'/exp OR bleaching)</i>

TABLA 1. Estrategia de búsqueda para identificar estudios en bases de datos electrónicas.

3.1.4. SELECCIÓN DE LOS ESTUDIOS PRIMARIOS Y RECOPIACIÓN DE DATOS

Dos autores (CA y NZ), que trabajaban de forma independiente, evaluaron sistemáticamente todos los títulos y resúmenes de todos los artículos identificados. Si no estaban de acuerdo, se consultó a un tercer investigador (BT). Si el resumen no tenía suficiente información para incluir o excluir un determinado artículo, los autores leyeron el artículo completo antes de tomar la decisión final. Una vez identificados los posibles estudios para su inclusión, ambos autores obtuvieron y examinaron el texto completo de los artículos (CA y NZ). Se extrajo información general de los estudios seleccionados, año de publicación, tipo de cadena elastomérica, número de eslabones, casa comercial, intervalos de medición, distancia entre pins, tipo de enjuague o agente estudiado y grupo control. Posteriormente se leyeron los textos completos de todos los artículos y se registraron los motivos de rechazo de los artículos excluidos (Tabla 2).

AUTOR	AÑO	CRITERIOS EXCLUSIÓN
Mousavi y cols.,	2020	No responde pregunta PICO. Trata la degradación de la fuerza de cadenas elastoméricas, pero NO experimentan con colutorios.
Subramani y cols.,	2020	No responde pregunta PICO.
Triwardhani y cols.,	2020	No responde pregunta PICO. Trata la degradación de la fuerza, pero no experimenta con colutorios.
Lawal y cols.,	2019	No responde a pregunta PICO. No estudian cadenas sino ligaduras. No experimentan con colutorios.
Patel y Thomas.,	2018	No responde pregunta PICO. Estudian la degradación de la fuerza, pero no experimentan con colutorios.
Rafeeq y cols.,	2017	No responde pregunta PICO.
Losito y cols.,	2014	Cadenetas eslabón medio, no cortas.
Bratu y cols.,	2013	No responde pregunta PICO. Habla de ligaduras, no de cadenas.
Dos santos y cols.,	2013	No responde pregunta PICO. No experimentan con colutorios.
Ramazanzadeh y cols.,	2009	No date 2012-2020.
Eladies y cols.,	2005	No responde pregunta PICO. Trata con ligaduras individuales, no con cadenas. No experimentan con colutorios.

TABLA 2. Artículos excluidos

3.1.5. RIESGO DE SESGO Y EVALUACIÓN DE CALIDAD EN ESTUDIOS INDIVIDUALES

La calidad de los estudios incluidos y el riesgo de sesgo fueron evaluados por los mismos investigadores, que trabajaron de forma independiente. Para ello se utilizó un protocolo adaptado de la herramienta QUIN desarrollada por Sheth y cols., en 2022(Sheth y cols., 2022) basado en los siguientes parámetros: objetivos claramente establecidos, explicación del cálculo del tamaño de la muestra, presencia de un grupo control bien definido, cegamiento del operador, número de enlaces utilizados, distancia entre pines, y análisis estadístico. Los investigadores calificaron cada uno de los criterios como adecuadamente especificado = 2 puntos, inadecuadamente

especificado = 1 punto, no especificado = 0 punto y no aplicable = excluir los criterios del cálculo. A continuación, se sumaron las puntuaciones para obtener una puntuación total para un estudio in vitro particular. Las puntuaciones así obtenidas se utilizaron para calificar el estudio in vitro como de riesgo alto, medio o bajo (>70 % = riesgo de sesgo bajo, 50 % a 70 % = riesgo de sesgo medio y <50 % = riesgo de sesgo alto mediante el uso de la siguiente fórmula: $\text{Puntuación final} = \frac{\text{Puntuación total} \times 100}{2 \times \text{número de criterios aplicables}}$)

El riesgo de sesgo de los estudios se evaluó como bajo, medio o alto. Cualquier discrepancia entre los investigadores se resolvió por consenso y si quedaron dudas se consultó al tercer investigador (BT).

Se utilizó la herramienta Cohen's kappa para evaluar la congruencia de las evaluaciones intra e inter- examinador de RoB, obteniendo valores de 0,87, lo que mostró alta reproductibilidad.

El protocolo de esta revisión incluyó también una inspección visual de un gráfico de embudo mejorado de Funnel y el test de Egger para la evaluación estadística del sesgo.

3.1.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y ANÁLISIS CUANTITATIVO

De cada uno de los artículos y para cada tipo de colutorio se obtuvo la diferencia media estandarizada (SMD) entre el colutorio y su grupo control, con la correspondiente varianza muestral, representando así la ventaja del colutorio frente al grupo control.

Para comparar cada colutorio respecto al grupo control, se realizó el meta-análisis mediante modelos de efectos aleatorios y estimador de máxima verosimilitud con test de distribución z e intervalos de confianza al 95%.

Para comparar la retención de fuerza de los colutorios se estimó un modelo de meta-regresión cuya variable moderadora fue el tipo de colutorio y bajo el enfoque de efectos aleatorios (efectos mixtos). Por último, una nueva meta-regresión extendida a todos los colutorios recogidos por los autores evaluó la relevancia del tipo de conector. Para el estudio de la heterogeneidad, se proporcionó el índice I^2 y la correspondiente prueba estadística de nulidad de Q. Se generó un gráfico de Galbraith para explorar la heterogeneidad. El nivel de significatividad empleado en los análisis fue el 5% ($\alpha=0.05$). El software utilizado para la realización del meta-análisis fue R 3.5.1 (R Core Team (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>).

3.2. SEGUNDA PARTE: ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DE DOS COLUTORIOS A BASE DE CLORURO DE CETILPIRIDINIO SOBRE LA DEGRADACIÓN DE LA FUERZA DE CADENAS ELASTOMÉRICAS DE ORTODONCIA. ESTUDIO IN VITRO

Se realizó un estudio in vitro en el que se estudió la degradación de la fuerza de cadenas elastoméricas transparentes de ortodoncia de 4 casas comerciales en dos tipos de configuraciones, con y sin enlace entre eslabones. Se les añadieron dos tipos de colutorios bucales a base de cloruro de cetilpiridinio y, de igual forma, se analizó si el uso de éstos afectaba a la pérdida de las propiedades de las mismas. Un total de 240 muestras de cadenas elastoméricas se midieron en N (newton) con una máquina de tracción universal (Lam Technology®) a los tiempos de 0 horas (T1), 24 horas (T2), 7 días (T3), 14 días (T4) y 21 días (T5).

Las condiciones del estudio fueron seguidas según la normativa ISO 21606:2007 para materiales elastoméricos de uso ortodóncico.

3.2.1. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Las cadenas elastoméricas de los distintos fabricantes fueron:

- MORELLI® (figura 2)
- DENTAURUM® (figura 3)
- Rocky Mountain® (figura 4)
- ORMCO® (figura 5)



MORELLI®

FIGURA 2. Cadena elastomérica Morelli® corta y larga.



DENTAUREM

FIGURA 3. Cadena elastomérica Dentaurem® corta y larga.



RMO

FIGURA 4. Cadena elastomérica Rocky Mountain® corta y larga.



ORMCO

FIGURA 5. Cadena elastomérica Ormco® corta y larga.

Los colutorios seleccionados para el estudio fueron los siguientes:

- PERIO·AID® 0,05% (Clorhexidina 0,05% + CPC 0,05%)
- Vitis CPC Protect® (CPC 0,07%)

PERIO-AID® 0,05%

El PERIO-AID® 0,05% colutorio de mantenimiento y control a base de clorhexidina al 0,05% + cloruro de cetilpiridinio al 0,05% (figura 6). Es un antiséptico bucal de uso continuado especialmente indicado para conseguir mantener en el tiempo el éxito del tratamiento de las enfermedades periodontales y periimplantarias evitando posibles recaídas, controla de forma diaria el biofilm patógeno, puede ser usado a largo plazo con mínimos efectos secundarios y no contiene alcohol.

El digluconato de clorhexidina al 0,05% es un antiséptico bucal de amplio espectro frente las bacterias patógenas orales y de larga duración (elevada sustantividad). La clorhexidina en este caso al 0,05% es la primera clorhexidina a baja concentración que ayuda a controlar de forma diaria el estado periodontal, interesante para pacientes adultos de ortodoncia con estado periodontal controlado.

El cloruro de cetilpiridinio al 0,05% es un antiséptico con elevada actividad antiplaca, que potencia la acción de la clorhexidina. (Pulcini y cols., 2019)



FIGURA 6. Colutorio de PERIO-AID® (Clorhexidina al 0,05% + CPC 0,05%)

VITIS CPC Protect®

El VITIS CPC Protect® es un colutorio a base de cloruro de cetilpiridinio al 0,07% (figura 7) que ayuda a reducir la placa dental (biofilm), ofreciendo una protección bucal activa. Es apto para personas celiacas.

El cloruro de cetilpiridinio es un derivado del amonio cuaternario con espectro de actividad antibacteriana y con efectos adversos muy raros y muy poco frecuentes. (Harris y García. 2014)

La evidencia científica respalda que los enjuagues que contienen CPC, brindan un beneficio adicional significativo, junto con una adecuada higiene bucal, en la reducción de la acumulación de placa y la inflamación gingival, ambos parámetros imprescindibles para conseguir resultados óptimos en un tratamiento de ortodoncia. (Pawha y cols., 2011)



FIGURA 7. Colutorio VITIS CPC Protect® (Cloruro de cetilpiridinio al 0,07%)

3.2.2. GRUPOS DE ESTUDIO

Se realizaron tres grupos de estudio.

El **grupo 1** (figura 8) fue el grupo control y estaba compuesto por muestras de cadenas elastoméricas de 5 eslabones de cuatro casas comerciales, cada una de las cuales subdividimos en otros dos, uno para las muestras de cadenas elastoméricas cortas sin enlace intermodular y otro para las muestras de cadenas elastoméricas con enlace intermodular. Se midió el grado de fuerza a los intervalos de tiempo de 0h, 24 horas, 7 días, 14 días y 21 días consecutivamente, y se determinó la comparación entre las mismas.

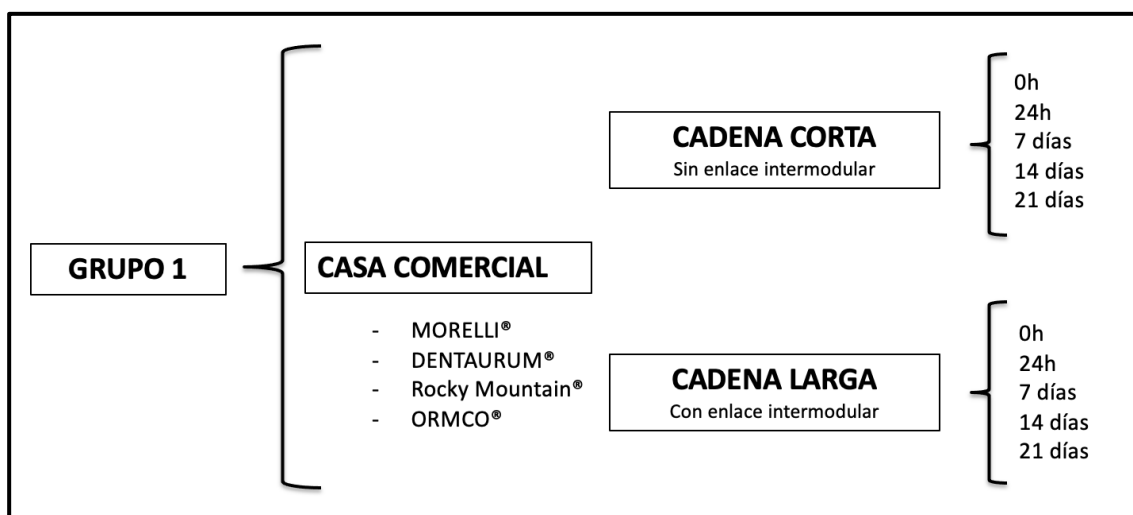


FIGURA 8. Grupo 1 de estudio (Control). Agua destilada.

El **grupo 2** (figura 9) estaba compuesto por muestras de cadenas elastoméricas de 5 eslabones de cuatro casas comerciales, cada una de las cuales subdividimos en otros dos, uno para las muestras de cadenas elastoméricas cortas sin enlace intermodular y otro para las muestras de cadenas elastoméricas largas con enlace intermodular.

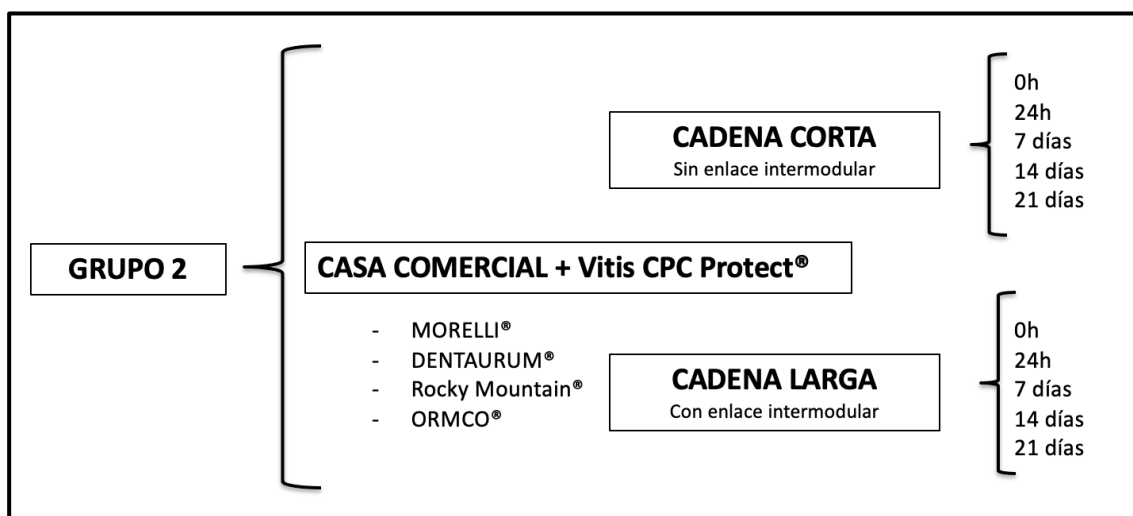


FIGURA 9. Grupo 2 de estudio. Colutorio VITIS CPC Protect® (Cloruro de cetilpiridinio al 0,07%).

El **grupo 3** (figura 10) estaba compuesto por muestras de cadenas elastoméricas de 5 eslabones de cuatro casas comerciales, cada una de las cuales subdividimos en otros dos, uno para las muestras de cadenas elastoméricas cortas sin enlace intermodular y otro para las muestras de cadenas elastoméricas largas con enlace intermodular.

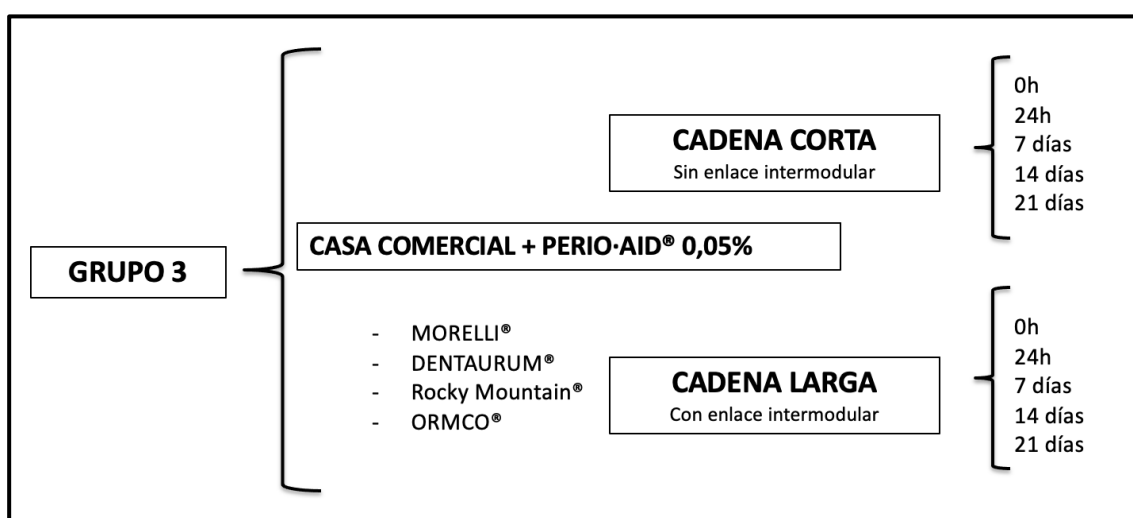


FIGURA 10. Grupo 3. Colutorio PERIO-AID® 0,05% (Clorhexidina al 0,05% + cloruro de cetilpiridinio al 0,05%)

3.2.3. CONDICIONES DEL ESTUDIO

CONFIGURACIÓN Y MANIPULACIÓN DE LAS MUESTRAS

- **Longitud del enlace:** cadenas elastoméricas con y sin enlace intereslabón con tramos de cinco módulos (figura 11).
- **Fuerza de extensión inicial:** fuerza ejercida por el elastómero a las 0 horas a tres veces la longitud de prueba después de la extensión inicial a cuatro veces la longitud de prueba.
- **Fuerza residual:** fuerza ejercida por el material elastomérico a tres veces la longitud de prueba a las 0h, 24h, 7, 14 y 21 días respectivamente, después de la extensión inicial a cuatro veces la longitud de prueba, y se expresa como un porcentaje de la fuerza de extensión inicial.
- **Extensión definitiva:** extensión expresada como porcentaje de la longitud de la prueba.

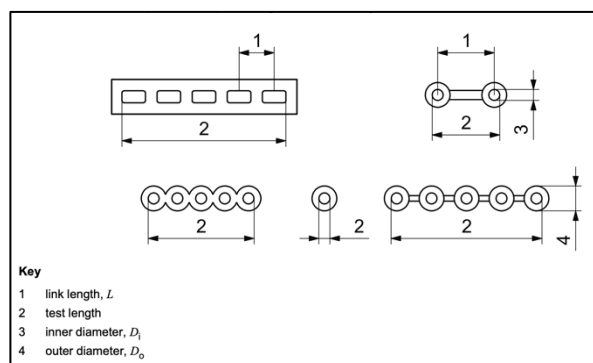


FIGURA 11. Propiedades mecánicas de las cadenas elastoméricas

APLICACIÓN DEL COLUTORIO

Durante los 21 días del ensayo se administró la aplicación de los colutorios VITIS CPC Protect® y PERIO·AID® a los grupos 2 y 3 respectivamente, 2 veces al día durante 60 segundos, según fabricante y lo revisado en la literatura. (Al- Ani., 2019; Menon y cols.,

2019; Nahidh y cols., 2017; Ramachandraiah y cols., 2017; Mirhashemi y cols., 2012; Sadeghian y cols., 2017; Javanmardi y Salehi., 2016; Omidkhoda y cols., 2015; Oshagh y cols., 2010; Kumar y cols., 2014; Pithon y cols., 2013; Larrabee y cols., 2012)

Al grupo 1 (Control) no se le aplicó ningún colutorio, fue almacenado únicamente en agua destilada.

CARACTERÍSTICAS DE FABRICACIÓN DE LOS MATERIALES

Las características de fabricación de todos los materiales empleados para la configuración de las muestras del estudio in vitro las especificamos en la siguiente tabla (Tabla 3):

Materiales empleados en el estudio	Características de fabricación
Cadena elastomérica Morelli®	Dental Morelli Ltda. Alameda Jundiaí, 230/250 – Jardim Saira CEP/ ZIP Code: 18085-090 Sorocaba – SP Brasil/Brazil
Cadena elastomérica Dentaurem®	Dentaurem. Turnstr.31 75228 Ispringen Germany. Tel +497231/803-0
Cadena elastoméricaOrmco®	Ormco Corporation 1332 S. Lone Hill Avenue Glendora, CA 91740-5339 Telephone no.: 1-800-854-1741
Cadena elastomérica Rocky Mountain Orthodontics®	RMO Europe SAS – 300 Rue Geiler de Kayserberg, 67400 Illkirch-Graffenstaden, France.
Colutorio PERIO-AID® 0,05%	Digluconato de clorhexidina al 0,05%, cloruro de cetilpiridinio al 0,05%. DENTAID (Headquarters). Ronda can Fatió 10 – Parc Tecnològic del Vallès. 08290 – Cerdanyola – Barcelona. Tel: +34 93 580 94 94
Colutorio Vitis CPC Protect ®	Cloruro de cetilpiridinio al 0,07%. DENTAID (Headquarters). Ronda can Fatió 10 – Parc Tecnològic del Vallès. 08290 – Cerdanyola – Barcelona. Tel: +34 93 580 94 94

TABLA 3. Características de fabricación de los materiales empleados en el estudio.

CONDICIONES AMBIENTALES

Las 240 muestras de cadenas fueron almacenadas en una incubadora digital con agua destilada cumpliendo las condiciones ambientales de $(37 \pm 2)^\circ\text{C}$ de temperatura y una humedad relativa de $50 \pm 10\%$, según la normativa ISO 21606:2007 para materiales elastoméricos de uso ortodóncico.

3.2.4. PRUEBA DE TRACCIÓN

MÁQUINA DE ENSAYO

La máquina de ensayo de tracción universal empleada fue de la casa Lam Technologies (LMT100) (figura 12). Esta máquina tiene una velocidad de cruceta de (100 ± 10) mm/min y con una precisión de 0,1% para fuerza y 0,1 para extensión.

El aparato de prueba incorporaba dos varillas paralelas entre sí en las cuales introducir los módulos elastoméricos (figura 13).



FIGURA 12. Máquina de Tracción Universal LAM Technologies

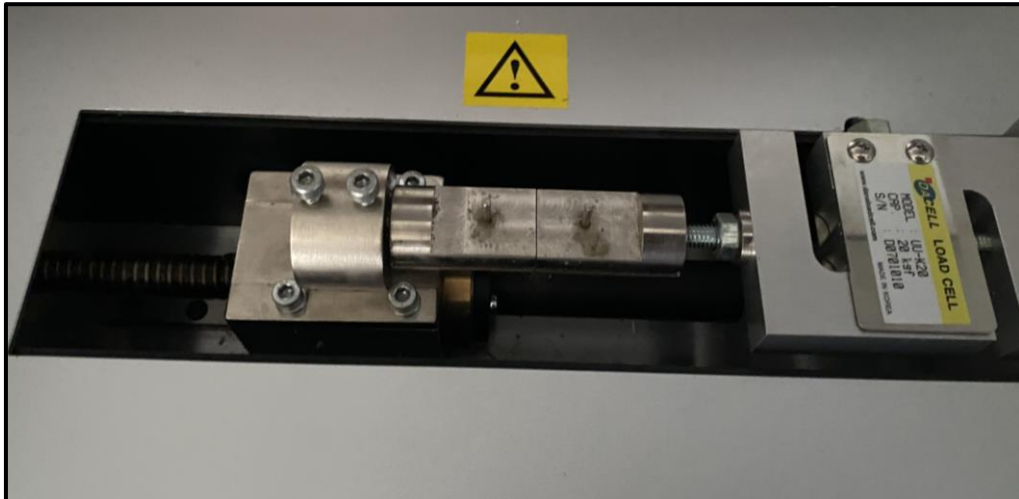


FIGURA 13. Varillas metálicas desde las que se realiza la prueba de tracción

PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA DE ENSAYO

Se seleccionaron al azar 10 muestras de cada tipo de cadena elastomérica de cada casa comercial, siguiendo la normativa ISO 21606: 2007. Se colocó la muestra de los módulos elastoméricos sobre las varillas del aparato de prueba (figura 14). Todas las muestras de las cadenas elastoméricas estaban cortadas en 5 módulos, de forma que el primer y el quinto módulo se introdujo en las varillas, dejando 3 módulos en el centro de las mismas.

Una vez colocada la muestra, la extendimos a una velocidad de 100 mm / min hasta 4 veces la longitud de prueba y la mantuvimos así durante 5 segundos.

Después de 5 segundos, relajamos la extensión a 100 mm / min hasta una extensión de 3 veces la longitud de prueba. Y finalmente determinamos la fuerza ejercida en newtons (30 ± 2) después de alcanzar la última extensión (figura 15).

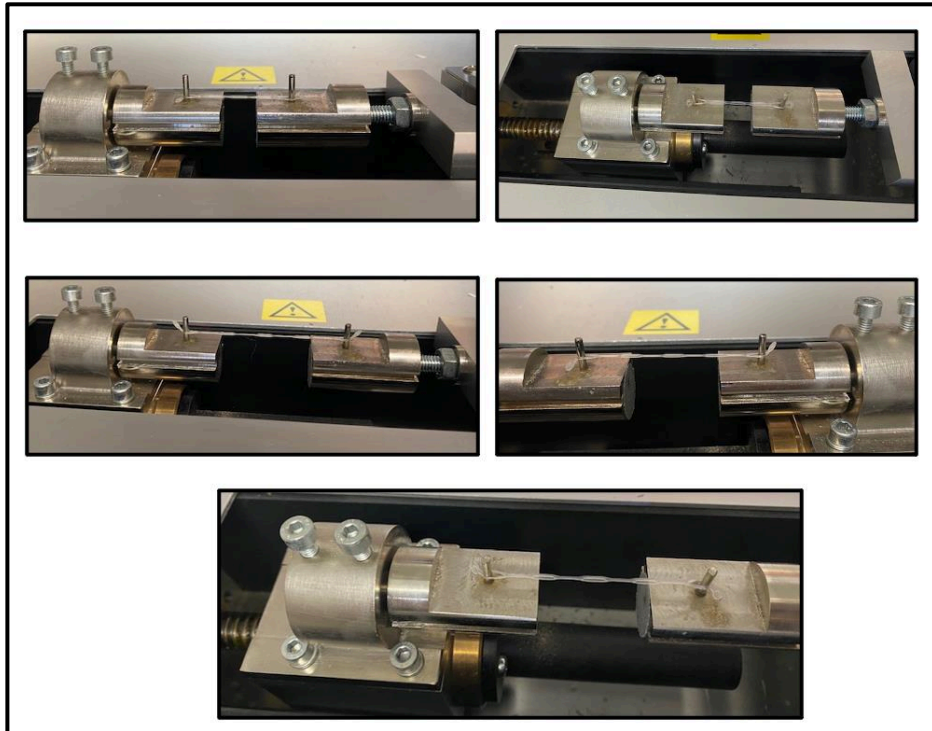


FIGURA 14. Prueba de extensión de las cadenas elastoméricas.



FIGURA 15. Cadena elastomérica de 5 módulos tras la prueba de extensión.

Antes y después de cada recolección de datos la máquina se calibraba mediante un sistema de autocalibración para confirmar la validez de las lecturas. Cada lectura fue tomada en el momento en que la célula dejaba de moverse.

3.2.5 ALMACENAMIENTO DE LAS MUESTRAS

Las muestras se almacenaron en unas placas de metacrilato (figura 16-19) con pasadores de 1mm de diámetro a la distancia de 3 veces la longitud de prueba (ISO 3696:1987, grado 3), en una incubadora digital (figura 20) con agua destilada cumpliendo las condiciones ambientales de $(37 \pm 2) ^\circ\text{C}$ de temperatura y una humedad relativa de $50 \pm 10 \%$, según la normativa ISO 21606:2007 para materiales elastoméricos de uso ortodóncico. Cada día, durante los 21 días del estudio, las muestras de los grupos 2 y 3 se sacaban para poder aplicar los colutorios de VITIS CPC Protect® y PERIO-AID®, 2 veces al día durante 60 segundos, respectivamente.

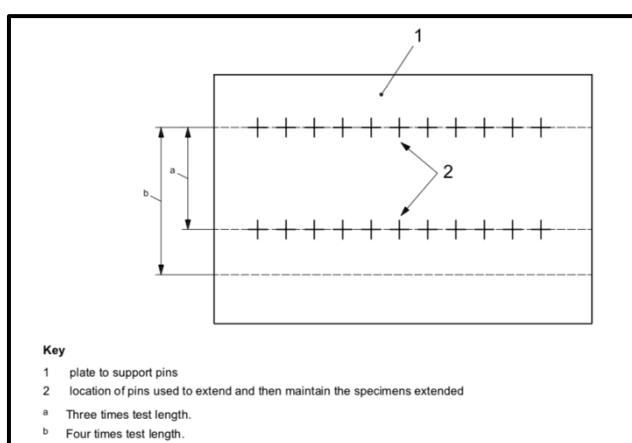


FIGURA 16. Placa de Soporte de metacrilato.

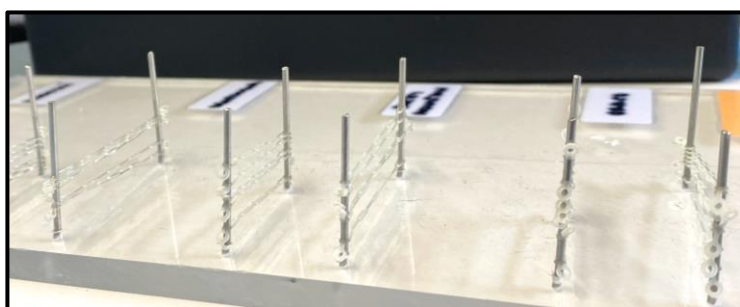


FIGURA 17. Cadenas elastoméricas extendidas a 3 veces la longitud de la prueba.

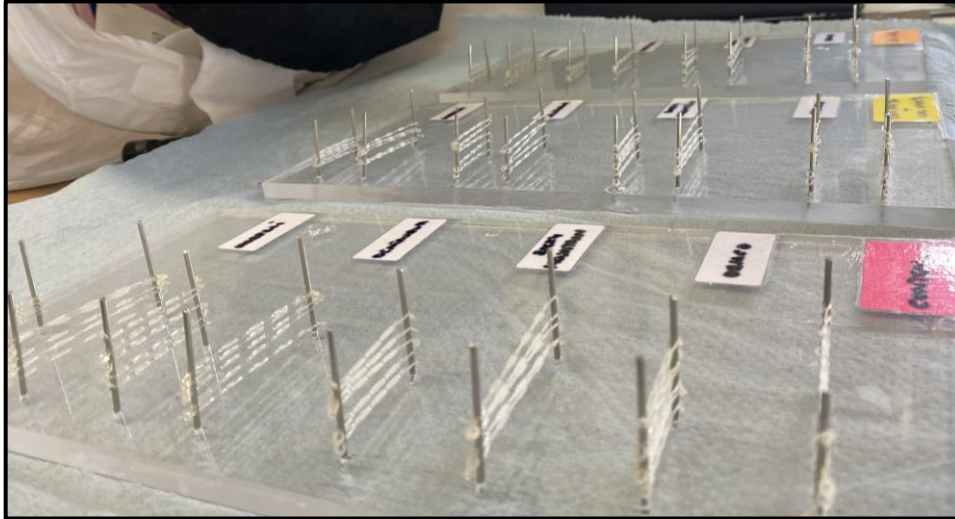


FIGURA 18. Cadenas elastoméricas en extensión a 3 veces la longitud de la prueba.

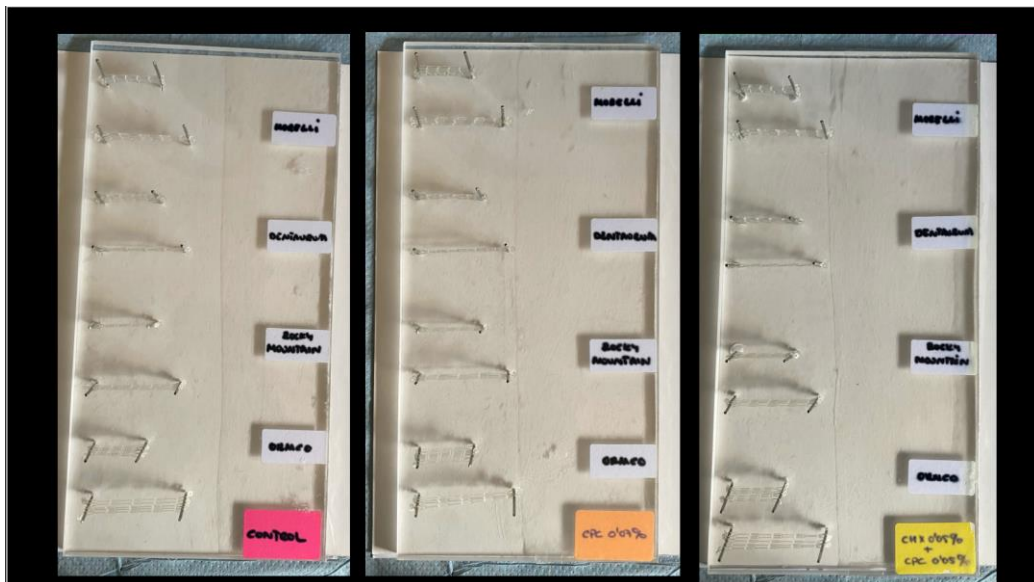


FIGURA 19. Placas metacrilato con grupos de estudio.



FIGURA 20. Incubadora digital donde se almacenaron las placas de metacrilato con las cadenas elastoméricas en agua destilada a condiciones ambientales.

3.2.6 RECOPIACIÓN DE LOS DATOS

La recopilación de los datos fue registrada en N (Newton). Los datos fueron recopilados gracias al programa informático LMT1 Ver.1.12 de la máquina de tracción Lam Technologies® (figura 21) en unas hojas de cálculo del programa Microsoft® Excel para Mac versión 16.66.1 (22101101). (Tablas 4-18)



FIGURA 21. Programa informático Lam Technologies®

T0: 0 HORAS									
		MORELLI		DENTAURUM		RMO		ORMCO	
		CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA
(I) GRUPO CONTROL: AGUA DESTILADA	1	6	4,8	7,7	6,8	5,9	5,2	4,6	5,1
	2	5,7	5,1	8,2	8,2	6	5,1	4,5	5
	3	6,1	5,1	8,2	8,4	6	5,1	4,6	5
	4	6,1	5,1	8,1	7,9	6	5	4,6	4,9
	5	5,8	5,1	8	7,8	6	5,1	4,6	5
	6	6	5	8,2	7,9	6	5,1	4,6	5
	7	6,1	5,1	8,2	7,9	6	5,1	4,6	5
	8	6,1	5,1	8,2	7,9	6	5,1	4,8	5
	9	5,7	5,1	8,2	7,9	6	5,1	4,5	5
	10	5,7	5,1	8,2	7,9	6	5,1	4,5	5

TABLA 4. Registro de la fuerza en N (newton) a tiempo 0 horas para las cadenas elastoméricas en grupo 1, control.

T0: 0 HORAS									
		MORELLI		DENTAURUM		RMO		ORMCO	
		CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA
(II) GRUPO CPC PROTECT® (CPC 0,07%)	1	6	5	8,2	8,1	6	5,1	4,6	5
	2	5,8	5	8,2	7,6	6	5,2	4,6	5
	3	6	4,9	8,3	7,8	6	5,2	4,6	4,9
	4	5,9	5,1	8,1	8	5,9	5,1	4,5	5,1
	5	6	5,1	8,1	8,1	6	5,1	4,6	5
	6	6	5,1	8,1	8,1	6	5,1	4,6	5,1
	7	6	5,1	8,1	8,1	6	5,1	4,5	5,1
	8	6	5,1	8,1	8,1	6	5,1	4,5	5,1
	9	6	5,1	8,1	8,1	6	5,1	4,5	5,1
	10	6	5,1	8,1	8,1	6	5,1	4,5	5,1

TABLA 5. Registro de la fuerza en N (newton) a tiempo 0 horas para las cadenas elastoméricas en grupo 2, CPC 0,07%.

T0: 0 HORAS									
		MORELLI		DENTAURUM		RMO		ORMCO	
		CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA
(III) GRUPO PERIO-AID® 0,05% (CHX 0,05% + CPC 0,05%)	1	5,9	5,1	8	8,1	6,2	5,2	4,5	5,1
	2	5,7	4,9	8,1	8,5	6,1	5,2	4,6	5,1
	3	5,8	4,9	8,1	8,6	6,1	5,2	4,5	5
	4	6	5,1	8,2	8,2	6	5,2	4,5	5,1
	5	5,7	4,9	8,2	8,1	6,1	5,2	4,5	5,1
	6	5,7	4,9	8,1	8,1	6,1	5,2	4,5	5,1
	7	5,7	4,9	8,1	8,1	6,1	5,2	4,5	5,1
	8	5,7	4,9	8,1	8,1	6,1	5,2	4,5	5,1
	9	5,7	4,9	8,1	8,1	6,1	5,2	4,5	5,1
	10	5,7	4,9	8,1	8,1	6,1	5,2	4,5	5,1

TABLA 6. Registro de la fuerza en N (newton) a tiempo 0 horas para las cadenas elastoméricas para el grupo 3, PERIO-AID® (CHX 0,05% + CPC 0,05%)

T1: 24 HORAS									
		MORELLI		DENTAURUM		RMO		ORMCO	
		CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA
(I) GRUPO CONTROL: AGUA DESTILADA	1	3,5	3,5	6,8	6,1	4,5	3,6	3,5	4
	2	3,7	3,4	5,8	6,2	4,5	3,8	3,7	3,9
	3	3,4	3,5	6,8	6,3	4,2	3,7	4,2	4
	4	3,7	3,6	6,7	6,1	4,5	3,3	3,8	4
	5	3,8	3,5	6,1	6,2	4,5	3,8	3,7	4,1
	6	3,5	3,5	5,8	6,1	4,5	3,8	3,7	4,1
	7	3,5	3,5	5,8	6,1	4,5	3,8	3,7	4,1
	8	3,7	3,5	5,8	6,1	4,5	3,8	3,7	4,1
	9	3,5	3,5	5,8	6,1	4,5	3,8	3,7	4,1
	10	3,5	3,5	5,8	6,1	4,5	3,8	3,7	4,1

TABLA 7. Registro de la fuerza en N (newton) a las 24 horas para las cadenas elastoméricas del grupo control.

T1: 24 HORAS									
		MORELLI		DENTAURUM		RMO		ORMCO	
		CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA
(II) GRUPO CPC Protect® (CPC 0,07%)	1	3,8	3,6	6,1	5,9	4,1	3,6	3,4	3,2
	2	4	3,7	6,5	5,9	4	3,6	3,5	3,8
	3	4	3,5	6,1	5,8	4	3,5	3,4	3,8
	4	4	3,8	6,2	5,4	4,1	3,5	3,4	3,8
	5	4	3,7	5,9	5,7	3,9	3,7	3,5	3,8
	6	4	3,7	5,9	5,7	3,9	3,7	3,4	3,7
	7	4	3,7	5,9	5,7	3,9	3,7	3,5	3,7
	8	4	3,7	5,9	5,7	3,9	3,7	3,5	3,7
	9	4	3,7	5,9	5,7	3,9	3,7	3,5	3,7
	10	4	3,7	5,9	5,7	3,9	3,7	3,5	3,7

TABLA 8. Registro de la fuerza en N (newton) a tiempo a las 24 horas de medición para las cadenas elastoméricas del grupo CPC Protect®.

T1: 24 HORAS									
		MORELLI		DENTAURUM		RMO		ORMCO	
		CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA
(III) GRUPO PERIO-AID® 0,05% (CHX 0,05% + CPC 0,05%)	1	3,9	3,6	6,3	5,7	4,5	3,9	3,7	3,8
	2	3,7	3,5	6,2	5,4	4	3,8	3,7	3,8
	3	4	3,6	6,7	5,8	4,3	3,8	3,6	3,7
	4	3,7	3,7	6,2	5,7	4,2	3,9	3,8	3,8
	5	3,7	3,7	6,2	5,8	4,3	3,9	3,6	3,8
	6	3,7	3,5	6,2	5,8	4,3	3,9	3,6	3,8
	7	3,7	3,5	6,2	5,8	4,3	3,9	3,6	3,8
	8	3,7	3,5	6,2	5,8	4,3	3,9	3,6	3,8
	9	3,7	3,5	6,2	5,8	4,3	3,9	3,6	3,8
	10	3,7	3,5	6,2	5,8	4,3	3,9	3,6	3,8

TABLA 9. Registro de la fuerza en N (newton) a tiempo a las 24 horas de medición para las cadenas elastoméricas del grupo PERIO-AID® 0,05%.

T2: 7 DÍAS									
		MORELLI		DENTAURUM		RMO		ORMCO	
		CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA
(I) GRUPO CONTROL: AGUA DESTILADA	1	2,1	2	4,2	2,5	3	3,3	2,8	3,1
	2	2,2	1,8	4,2	2,7	3,2	2,4	2,4	3,1
	3	2,1	1,9	3,8	2,8	2,9	2,4	2,7	2,4
	4	2,1	1,8	3,8	2,5	3,1	2,4	2,5	2,7
	5	2	1,6	3,9	2,6	2,9	2,4	2,5	2,7
	6	2,1	1,7	4,2	2,5	2,9	2,4	2,8	2,7
	7	2,1	1,7	4,2	2,5	2,9	2,4	2,5	2,7
	8	2,1	1,7	4,2	2,5	2,9	2,4	2,5	2,7
	9	2,1	1,7	4,2	2,5	2,9	2,4	2,7	2,7
	10	2,1	1,7	4,2	2,5	2,9	2,4	2,8	2,7

TABLA 10. Registro de la fuerza en N (newton) a tiempo a los 7 días de medición para las cadenas elastoméricas del grupo control.

T2: 7 DÍAS									
		MORELLI		DENTAURUM		RMO		ORMCO	
		CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA
(II) GRUPO CPC Protect® (CPC 0,07%)	1	2,3	1,5	2,8	1,5	2,7	2,9	2,8	2,7
	2	2,3	1,7	2,3	1,3	2,7	2,1	2,9	2,9
	3	2,1	1,7	2,4	1,3	2,6	2,3	2,3	2,5
	4	2,8	1,6	2,4	1,6	2,7	2,3	2,6	2,5
	5	2,6	2,1	2,3	1,5	3	2,1	2,5	2,7
	6	2,6	2,1	2,3	1,5	3	2,1	2,6	2,5
	7	2,6	2,1	2,3	1,5	3	2,1	2,6	2,5
	8	2,6	2,1	2,3	1,5	3	2,1	2,6	2,5
	9	2,6	2,1	2,3	1,5	3	2,1	2,6	2,5
	10	2,6	2,1	2,3	1,5	3	2,1	2,6	2,5

TABLA 11. Registro de la fuerza en N (newton) a tiempo a los 7 días de medición para las cadenas elastoméricas del grupo CPC Protect®.

T2: 7 DÍAS									
		MORELLI		DENTAURUM		RMO		ORMCO	
		CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA
(III) GRUPO PERIO-AID® 0,05% (CHX 0,05% + CPC 0,05%)	1	2,4	2	3,9	3,3	4,1	3,1	2,9	2,9
	2	2,2	1,8	3,8	3,3	3,7	3,4	2,7	3,1
	3	2,2	1,9	4	2,9	3,7	2,7	2,7	2,7
	4	2,2	2	3,9	3	3,8	3,1	2,4	2,8
	5	2,2	1,8	4	3,2	3,5	2,9	2,8	2,9
	6	2,2	1,8	3,8	3,2	3,5	2,9	2,8	2,9
	7	2,2	1,8	3,8	3,2	3,5	2,9	2,8	2,9
	8	2,2	1,8	3,8	3,2	3,5	2,9	2,8	2,9
	9	2,2	1,8	3,8	3,2	3,5	2,9	2,8	2,9
	10	2,2	1,8	3,8	3,2	3,5	2,9	2,8	2,9

TABLA 12. Registro de la fuerza en N (newton) a tiempo a los 7 días de medición para las cadenas elastoméricas del grupo PERIO-AID® 0,05%.

T3: 14 DÍAS									
		MORELLI		DENTAURUM		RMO		ORMCO	
		CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA
(I) GRUPO CONTROL: AGUA DESTILADA	1	1,8	1,8	4,2	2,5	3	3	2,8	3
	2	1,7	1,7	4,2	2,6	2,7	2,4	2,4	2,6
	3	1,8	1,8	4,2	2,4	2,8	2,1	2,5	2,4
	4	1,7	1,7	3,8	2,5	3	2,4	2,4	2,4
	5	1,6	1,6	3,6	2,6	2,8	2,4	2,4	2,6
	6	1,6	1,6	4,2	2,5	2,8	2,4	2,5	2,6
	7	1,6	1,6	4,2	2,5	2,8	2,4	2,4	2,6
	8	1,6	1,6	4,2	2,5	2,8	2,4	2,4	2,6
	9	1,6	1,6	4,2	2,5	2,8	2,4	2,4	2,6
	10	1,6	1,6	4,2	2,5	2,8	2,4	2,5	2,6

TABLA 13. Registro de la fuerza en N (newton) a tiempo a los 14 días de medición para las cadenas elastoméricas del grupo control.

T3: 14 DÍAS									
		MORELLI		DENTAURUM		RMO		ORMCO	
		CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA
(II) GRUPO CPC Protect® (CPC 0,07%)	1	2,1	1,4	2,2	1,3	2,6	2,4	2,6	2,3
	2	2,2	1,6	1,9	1,1	2,6	1,9	1,8	2,5
	3	2	1,6	2	1,2	2,6	1,9	2	2,2
	4	2,4	1,6	2,3	1,2	2,6	2	2,1	2,4
	5	2,4	2	2,1	1,4	2,9	1,9	2,2	2,5
	6	2,4	2	2,1	1,4	2,9	1,9	2,1	2,4
	7	2,4	2	2,1	1,4	2,9	1,9	2,2	2,4
	8	2,4	2	2,1	1,4	2,9	1,9	2,2	2,4
	9	2,4	2	2,1	1,4	2,9	1,9	2,2	2,4
	10	2,4	2	2,1	1,4	2,9	1,9	2,2	2,4

TABLA 14. Registro de la fuerza en N (newton) a tiempo a los 14 días de medición para las cadenas elastoméricas del grupo CPC Protect®.

T3: 14 DÍAS									
		MORELLI		DENTAURUM		RMO		ORMCO	
		CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA
(III) GRUPO PERIO-AID® 0,05% (CHX 0,05% + CPC 0,05%)	1	1,9	1,9	3,7	2,9	3,5	2,7	2,5	2,5
	2	2	1,7	3,7	3,1	3	3,2	2,3	2,5
	3	2	1,7	3,9	2,8	3,5	2,9	2,3	2,4
	4	2	2	3,6	2,8	3,4	2,6	2,4	2,4
	5	2	1,7	3,9	3,1	3,3	2,7	2,4	2,3
	6	2	1,7	3,7	3,1	3,3	2,7	2,4	2,3
	7	2	1,7	3,7	3,1	3,3	2,7	2,4	2,3
	8	2	1,7	3,7	3,1	3,3	2,7	2,4	2,3
	9	2	1,7	3,7	3,1	3,3	2,7	2,4	2,3
	10	2	1,7	3,7	3,1	3,3	2,7	2,4	2,3

TABLA 15. Registro de la fuerza en N (newton) a tiempo a los 14 días de medición para las cadenas elastoméricas del grupo PERIO-AID® 0,05%.

T4: 21 DÍAS									
		MORELLI		DENTAURUM		RMO		ORMCO	
		CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA
(I) GRUPO CONTROL: AGUA DESTILADA	1	1,9	1,5	4	2,5	3	2,8	2,5	2,8
	2	1,9	1,7	4,2	2,5	2,7	2,4	2,5	2,8
	3	1,8	1,6	4,1	2,5	2,7	2	2,5	2,8
	4	1,8	1,7	3,8	2,5	3	2,3	2,5	2,8
	5	1,9	1,6	3,6	2,5	2,8	2,3	2,5	2,8
	6	1,9	1,6	4,2	2,5	2,8	2,3	2,5	2,8
	7	1,9	1,6	4,2	2,5	2,8	2,3	2,5	2,8
	8	1,9	1,6	4,2	2,5	2,8	2,3	2,5	2,8
	9	1,9	1,6	4,2	2,5	2,8	2,3	2,5	2,8
	10	1,9	1,6	4,2	2,5	2,8	2,3	2,5	2,8

TABLA 16. Registro de la fuerza en N (newton) a tiempo a los 21 días de medición para las cadenas elásticas del grupo control.

T4: 21 DÍAS									
		MORELLI		DENTAURUM		RMO		ORMCO	
		CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA
(II) GRUPO CPC Protect® (CPC 0,07%)	1	2	1,3	2,1	1,2	2,6	2,2	2,3	2,3
	2	2	1,6	1,9	1,2	2,6	1,9	2,3	2,1
	3	2	1,6	1,9	1,2	2,6	1,9	2	2,2
	4	2,4	1,6	2,1	1,3	2,6	2	2,1	2,4
	5	2,3	2	2	1,3	2,7	1,8	2,1	2,4
	6	2,3	2	2	1,3	2,7	1,8	2,1	2,3
	7	2,3	2	2	1,3	2,7	1,8	2,1	2,3
	8	2,3	2	2	1,3	2,7	1,8	2,1	2,3
	9	2,3	2	2	1,3	2,7	1,8	2,1	2,3
	10	2	2	2	1,3	2,7	1,8	2,1	2,3

TABLA 17. Registro de la fuerza en N (newton) a tiempo a los 21 días de medición para las cadenas elásticas del grupo CPC Protect®.

T4: 21 DÍAS									
		MORELLI		DENTAURUM		RMO		ORMCO	
		CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA
(III) GRUPO PERIO-AID® 0,05% (CHX 0,05% + CPC 0,05%)	1	1,9	1,8	3,7	2,9	3,1	2,6	2,5	2,5
	2	1,9	1,7	3,7	3,1	3,1	2,7	2,3	2,5
	3	2	1,7	3,9	2,7	3,1	2,6	2,3	2,3
	4	1,9	2	3,6	2,6	3,1	2,6	2,4	2,2
	5	1,9	1,7	3,9	3,1	3,1	2,6	2,3	2,3
	6	1,9	1,7	3,7	3,1	3,1	2,6	2,3	2,5
	7	1,9	1,7	3,7	3,1	3,1	2,6	2,3	2,3
	8	1,9	1,7	3,7	3,1	3,1	2,6	2,3	2,3
	9	1,9	1,7	3,7	3,1	3,1	2,6	2,3	2,3
	10	1,9	1,7	3,7	3,1	3,1	2,6	2,3	2,3

TABLA 18. Registro de la fuerza en N (newton) a tiempo a los 21 días de medición para las cadenas elastoméricas del grupo PERIO-AID® 0,05%.

TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS

Cuando una muestra de prueba se rompía durante la prueba, se consideró que la muestra no pasaba la prueba.

Cuando los valores de las diez muestras analizadas se encontraban dentro del rango establecido por el fabricante, se consideró que el material cumplía con los requisitos.

3.2.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizaron unas plantillas con formato tabla con el programa Microsoft Excel (ver en el apartado anexo; tablas 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17) para el registro de los datos en función de la casa comercial (Morelli, Dentaaurum, Rocky Mountain y Ormco), el tipo de cadena elastomérica, larga y corta (con y sin enlace intereslabón), y el tiempo de medición (T0:0h, T1:24h, T2:7d, T3:14d, T4:21d).

VARIABLES A ESTUDIAR

- Variable dependiente: magnitud de la fuerza medida.
- Variables independientes (secundarias):
 - Longitud de la cadena elastomérica (número de módulos).
 - Fabricante.
 - Tiempo de exposición a la tracción.

La fuerza fue la primera variable de nuestra investigación. El análisis descriptivo proporcionaba los estadísticos más relevantes para la fuerza: media, desviación estándar, mínimo, máximo y mediana.

Se describió también la degradación de la fuerza en términos de diferencia porcentual entre la medición de un cierto tiempo T_i y la basal T_1 .

La normalidad de las variables de fuerza se contrastó mediante test de Kolmogorov-Smirnov. Se obtuvieron en algunos casos desviaciones de la normalidad, pero la causa radicó más en la excesiva discretización de los datos que en posible asimetría o problemas de sesgo.

El gran tamaño muestral del estudio permitió un enfoque de tipo paramétrico.

Respecto al análisis inferencial: se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de 2 vías con medidas repetidas para determinar si el nivel medio de resistencia puede o no considerarse homogéneo en los diferentes tipos de cadenas y colutorios a lo largo del seguimiento. Se evaluaron los efectos principales e interacciones entre las variables. Las comparaciones múltiples a posteriori se basaron en la prueba de Bonferroni.

El modelo se amplió a ANOVA de 3 vías para evaluar la influencia por separado de la marca comercial, configuración y grupo de colutorio. Con este enfoque fue posible discernir entre la cantidad de variabilidad de la fuerza explicada por uno y otro factor.

El nivel de significatividad empleado en los análisis ha sido el 5% ($\alpha=0.05$).

Para un nivel de confianza del 95% y considerando un tamaño del efecto a detectar $f=0,2$ (medio-pequeño), con la muestra total de 240 módulos elastoméricos, la potencia alcanzada con el test F del modelo lineal general ANOVA fue de un 83,6% para detectar diferencias en las medias de resistencia de los 8 tipos de cadeneta. Para detectar diferencias entre los diferentes colutorios, la potencia se elevó al 95,4%.

Respecto a las variaciones de fuerza a lo largo del tiempo, la potencia aumentó hasta el 98,5% incluso para la detección de un tamaño de efecto pequeño ($f=0,1$).

IV. RESULTADOS

IV.RESULTADOS

Tras realizar el apartado de Material y Métodos en dos partes, dividimos los resultados de la misma forma y los detallamos a continuación.

4.1. PRIMERA PARTE: REVISIÓN SISTEMÁTICA Y META-ANÁLISIS

4.1.1 SELECCIÓN DE LOS ESTUDIOS

La búsqueda identificó 178 referencias preliminares de las cuales 36 se encontraron en PubMed, 46 en Scopus, 1 en Cochrane, 74 en Web of Science, 20 en Embase, 0 en la búsqueda de literatura gris y 1 mediante búsqueda manual basada en referencias citadas en los artículos incluidos. Después de excluir 30 duplicados, se examinaron los 148 restantes. De estos, 123 fueron excluidos al leer el título y el resumen, ya que no estaban relacionados con la pregunta de investigación.

Después de examinar el texto completo de los 25 artículos restantes, 11 fueron excluidos por no cumplir los criterios de inclusión. Finalmente 14 artículos cumplieron los criterios de inclusión y fueron seleccionados para el análisis cualitativo. Los mismos artículos fueron seleccionados para realizar la síntesis cualitativa (meta análisis). El diagrama de flujo de PRISMA (Figura 22) ofrece una descripción general del proceso de selección de los artículos.

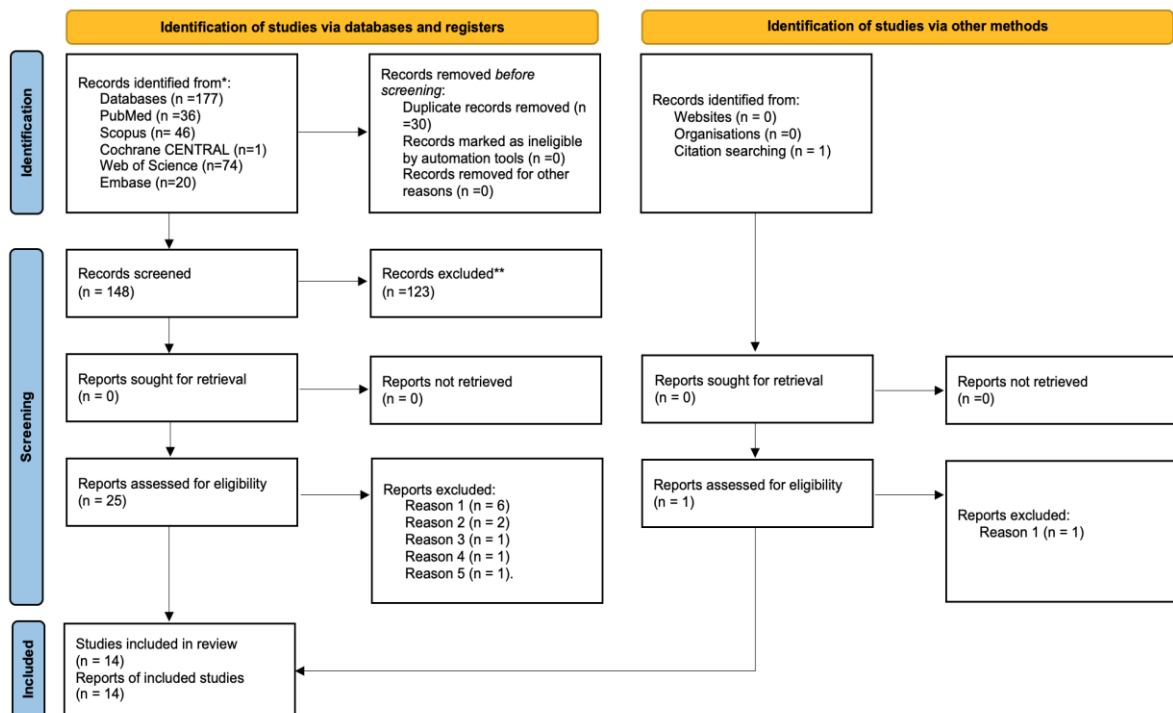


FIGURA 22. Diagrama PRISMA 2020 para revisiones sistemáticas.

4.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS

En cuanto al tamaño muestral, en los estudios de Menon y cols., (Menon y cols., 2019) con 840 tramos de cadenas elastoméricas, de Kumar y cols., (Kumar y cols., 2014) con 480, o de Larrabee y cols., (Larrabee y cols., 2012) con 450, mostraron un valor de muestra mucho más elevado que el de otros estudios como los de Al – Ani (Al- Ani., 2019), Sadeghian y cols., (Sadeghian y cols., 2017) o Pithon y cols., (Pithon y cols., 2013) en los que apenas la muestra llegaba a valores de 80 tramos de cadenas elastoméricas.

Respecto al tipo de eslabón escogido para las mediciones de los estudios, todos escogieron cadenas con eslabón corto. En el estudio de Omidkhoda y cols., (Omidkhoda y cols., 2015), además de escoger cadenas de eslabón corto, se escogieron también de eslabón cerrado.

El número de eslabones elegido para la medición de la fuerza de las cadenas elastoméricas fue bastante dispar. Behnaz y cols., (Behnaz y cols., 2017) cortaron tramos de cadena elastomérica con 6 eslabones. Autores como Sadeghian y cols., (Sadeghian y cols., 2017), Javanmardi y Salehi (Javanmardi y Salehi., 2016), Omidkhoda y cols., (Omidkhoda y cols., 2015) y Pithon y cols., (Pithon y cols., 2015) escogieron 5 eslabones para realizar la medición, dos de ellos cogiendo los pines de los extremos y dejando 3 en la parte central. Oshagh y cols., (Oshagh y cols., 2010) y Kumar y cols., (Kumar y cols., 2014), escogieron 4 eslabones. Menon y cols., (Menon y cols., 2019) Ramachandraiah y cols., (Ramachandraiah y cols., 2017) y Larrabee y cols., (Larrabee y cols., 2012), escogieron únicamente tramos de cadeneta de 3 eslabones. En los estudios de Al-Ani (Al- Ani., 2019) y Nahidh y cols., (Nahidh y cols., 2017) no se especificó el número de eslabones utilizados para la medición de la fuerza.

En cuanto a la casa comercial de la cadena elastomérica elegida para realizar los estudios también se encontraron muchas diferencias entre los autores. Las cadenas elastoméricas de Morelli® fueron utilizadas para los estudios de Al-Ani (Al- Ani., 2019) y Pithon y cols., en 2013. (Pithon y cols., 2013) La marca de 3M® fue escogida para los estudios Ramachandraiah y cols., (Ramachandraiah y cols., 2017) y Kumar y cols., (Kumar y cols., 2014). La cadena elastomérica de la casa Rocky Mountain® fue seleccionada para el estudio de Larrabee y cols., (Larrabee y cols., 2012), Ortho Technology® fue la utilizada por Oshagh y cols., (Oshagh y cols., 2010), y Nahidh y cols., (Nahidh y cols., 2017), Behnaz y cols., (Behnaz y cols., 2017), Mirhashemi y cols., (Mirhashemi y cols., 2012) y Sadeghian y cols., (Sadeghian y cols., 2017) midieron la pérdida de fuerza de sus estudios con la cadena elastomérica de la casa American Orthodontics®, Omidkhoda y cols. (Omidkhoda y cols., 2015) utilizaron tramos de

cadenas elastoméricas de la casa Dentaurem® y Menon y cols., (Menon y cols., 2019), escogieron la casa comercial Ortho Organizers® para su estudio.

En general, todos utilizaron una única casa comercial para realizar sus estudios menos Ramachandraiah y cols., (Ramachandraiah y cols., 2017), que utilizaron tres casas comerciales diferentes, Ortho Plus®, 3M® y Ortho Organizers®.

Respecto a la distancia entre los pins a los cuales sujetaron las cadenas elastoméricas para hacer la medición de la fuerza durante los intervalos de medición, hubo también discrepancia entre los autores. Menon y cols., (Menon y cols., 2019), Pithon y cols., (Pithon y cols., 2013) y Larrabee y cols., (Larrabee y cols., 2012) utilizaron una distancia entre los pins de sujeción de 23,5 mm. Behnaz y cols., (Behnaz y cols., 2017), Sadeghian y cols., (Sadeghian y cols., 2017), Omidkhoda y cols., (Omidkhoda y cols., 2015), Kumar y cols., (Kumar y cols., 2014) y Oshagh y cols., (Oshagh y cols., 2010) utilizaron pins con una distancia de 25 mm. Oshagh y cols., (Oshagh y cols., 2010) se apoyaron en los estudios de Nattras y cols., (Nattras y cols., 1998) que defendían que 25 mm era la distancia media que había entre el canino y el primer molar. Al- Ani (Al - Ani., 2019) y Nahidh y cols., (Nahidh y cols., 2017) utilizaron una distancia de 29 mm, Javanmardi y Salehi (Javanmardi y Salehi., 2016) de 15 mm y Ramachandraiah y cols., (Ramachandraiah y cols., 2017) 18 y 22 mm para cadenas pre-estiradas y sin pre-estirar respectivamente.

Los intervalos de medición aplicados para ver la degradación de la fuerza de las cadenas elastoméricas seleccionadas fueron bastante similares en los estudios. Todos los autores midieron la degradación de la fuerza a las 0 horas, a las 24 horas, a los 7 días, 14, 21 y 28 días respectivamente. Únicamente en el estudio de Al-Ani (Al- Ani., 2019) no se hizo el registro de la fuerza a los 14 y 28 días.

De los colutorios y los agentes empleados en los estudios incluidos de esta revisión, el más estudiado por varios de los autores fue el Listerine® (26,9% alcohol) (Menon y cols., 2019; Kumar y cols., 2014; Al- Ani., 2019; Sadeghian y cols., 2017; Pithon y cols., 2013; Ramachandraiah y cols., 2017). Algunos autores estudiaron también otros tipos de enjuagues de la marca Listerine® como el Listerine® Zero (0% alcohol) (Pithon y cols., 2013), Listerine® Total Care Zero (NaF 0,02%)¹⁷, Listerine® Healthy White (NaF 0,02% + peróxido de hidrógeno) (Behnaz y cols., 2017), Listerine® Whitening (peróxido de hidrógeno) (Pithon y cols., 2013) o el Listerine® Te Verde. (Nahidh y cols., 2017)

Los enjuagues a base de clorhexidina al 0,2% como el Clorhex.Plus® (Menon y cols., 2019), el Cordosyl® (Oshagh y cols. 2020) o el Cleanform® y al 0,12% como el Periogard® también fueron estudiados. Otros autores reportaron resultados respecto a colutorios a base de fluoruro de sodio (NaF) como el Orthokin® (NaF + clorhexidina) (Javanmardi y Salehi., 2016), el Sensikin® (NaF + nitrato potásico) (Javanmardi y Salehi., 2016), el Oral B® 0,05% (NaF 0,05%) (Larrabee y cols., 2012) y el Colgate® Phos-Flur (NaF 0,04%) (Menon y cols. 2019). También se estudiaron los colutorios Plax (CPC 0,075% + NaF 0,05%) y el Plax Whitening (CPC 0,05% +1,5% peróxido de hidrógeno). (Pithon y cols. 2013)

Por último, Nahidh y cols., (Nahidh y cols., 2017), estudiaron colutorios a base de hierbas como el Tebodont, el Aloe-dent o la Hierba Silca, mientras que varios autores incluyeron el enjuague bucal a base de Persica en sus estudios. (Javanmardi y Salehi., 2016; Mirhashemi y cols., 2012; Omidkhoda y cols., 2015)

Además, cabe destacar que diversos autores se centraron únicamente en el estudio de agentes específicos, como el alcohol a diferentes concentraciones, frecuentemente encontrado en gran variedad de enjuagues bucales. Las concentraciones estudiadas

fueron alcohol al 26,9% (Larrabee y cols.,2012; Menon y cols., 2019), al 21,6% (Ramachandraiah y cols., 2017), al 14% (Larrabee y cols., 2012) y al 8,38% respectivamente. (Ramachandraiah y cols., 2017)

Agentes como la clorhexidina o el fluoruro de sodio también fueron ampliamente estudiados de manera independiente. La clorhexidina fue estudiada a la concentración del 0,2% en la mayor parte de los casos (Mirhashemi y cols., 2012; Menon y cols., 2019; Omidkhoda y cols., 2015), pero también se estudió al 0,12% en los estudios de Pithon y cols., en 2013 (Pithon y cols., 2013). Los estudios incluidos que analizaron los resultados obtenidos por el fluoruro de sodio, lo hicieron a las concentraciones del 0,4% (Menon y cols., 2019), al 0,2% (Mirhashemi y cols., 2012) y al 0,05%. (Sadeghian y cols., 2017; Omidkhoda y cols., 2015)

En cuanto a los grupos control, los agentes empleados fueron agua destilada y saliva artificial. De los 14 artículos seleccionados, la mitad utilizaron agua destilada (Pithon y cols., 2013; Larrabee y cols., 2012; Kumar y cols., 2014; Al- Ani., 2019; Oshagh y cols., 2010; Nahidh y cols., 2017) y la otra mitad saliva artificial. (Javanmardi y Salehi., 2016; Mirhashemi y cols., 2012; Menon y cols., 2019; Sadeghian y cols., 2017; Omidkhoda y cols., 2015; Behnaz y cols., 2017; Ramachandraiah y cols., 2017)

Todos los trabajos aplicaron el colutorio 60 segundos dos veces al día menos Pithon y cols., (Pithon y cols., 2013) y Behnaz y cols., (Behnaz y cols., 2017) que lo aplicaron 30 segundos dos veces al día.

Las características de los estudios, así como los datos extraídos de los artículos incluidos en esta revisión se resumen en la siguiente tabla. (Tabla 19)

AUTOR	MUESTRA	TIPO DE CADENA	Nº ESLABONES	MARCA	DISTANCIA ENTRE PINS	INTERVALO MEDICIÓN	COLUTORIO/ AGENTE	CONTROL	APLICACIÓN COLUTORIO
Al - Ani	72	corta	-	M	29 mm	0h, 24h, 7d, 21d	Listerine® Zero (sin alcohol) Listerine® Original (26,9% alcohol)	Agua destilada	60 seg / 12 horas
Menon y cols.	840	corta	3	OO	23,5 mm	0h, 24h, 7, 14, 21, 28 d.	Listerine®, Colgate Phos Flur®, Corhex Plus®, 26,9% alcohol Clorhexidina 0,2%	Saliva artificial	60 seg / 12 horas
Behnaz y cols.	160	corta	6	AO	25 mm	0h, 24h, 7, 14, 21, 28 d.	Listerine® Total Care Zero Listerine® Healthy White	Saliva artificial	30 seg / 12 horas
Nahidh y cols.	440	corta	-	OT	29 mm	0h, 24h, 7, 14, 21, 28 d.	Listerine® te verde (Camellia Sinensis te verde; NaF) Tebodont (Melaleuca Alternifolia, aceite de árbol de té) Aloe - dent (aloe vera, aceite menta, mentol, Melaleuca Alternifolia) Hierba Silca (Milenrama, manzanilla, caléndula, salvia)	Agua destilada	60 seg / 12 horas
Ramachandraiah y cols.	180	corta	3	3M; OP; OO	18 mm (P). 22 mm (SP).	0h, 24h, 7, 14, 21, 28 d.	Listerine®, Wokadine; Alcohol 21,6%, Alcohol 8,38%	Saliva artificial	60 seg / 12 horas
Mirhashemi y cols.	315	Sin enlace	-	AO	24 mm	0h, 24h, 7, 14, 21, 28 d.	Persica; Clorhexidina 0,2% Fluoruro de Sodio 0,2%, CLX+ Fluoruro de Sodio	Saliva artificial	60 seg / 12 horas
Sadeghian y cols.	90	corta	5	AO; D	25 mm	0h, 24h, 7, 14, 21, 28 d.	Fluoruro de Sodio 0,05%; Listerine®	Saliva artificial	60 seg / 24 horas
Javanmardi and Salehi	80	corta	5	OT	15 mm	0h, 24h, 7, 14, 21d.	Orthokin®, Sensikin®; Persica	Saliva artificial	60 seg / 12 horas
Onidkhoda y cols.	120	corta/ cerrada	5/7	D	25 mm	0h, 24h, 7, 14, 21, 28 d.	Clorhexidina 0,2%, Persica Fluoruro de Sodio 0,05%	Saliva artificial	60 seg / 24 horas
Oshagh y cols.	-	cerrada	4	OT	25 mm	0h, 24h, 7, 14, 21, 28 d.	Fluoruro de Sodio 0,0% Clorhexidina 0,2%, Té	Agua destilada	60 seg / 24 horas
Kumar y cols.	480	corta	4	3M	25 mm	0h, 24h, 7, 14, 21, 28 d.	Coca-Cola; Listerine Té	Agua destilada	60 seg / 12 horas
Pithon y cols.	90	corta	5	M	23,5 mm	0h, 24h, 7, 14, 21, 28 d.	Clorhexidina 0,12%; Clorhexidina 0,2% Periogard® 0,12%; Cleanform®	Agua destilada	30 seg / 12 horas
Pithon y cols.	108	corta	5	M	23,5 mm	0h, 24h, 7, 14, 21, 28 d.	Plax; Listerine® Plax Whitening; Listerine® Whitening	Agua destilada	60 seg / 12 horas
Larrabee y cols.	450	corta	3	RMO	23,5 mm	0h, 24h, 7, 14, 21, 28 d.	Alcohol 14%; Alcohol 26,9% Cepacol® (alcohol 14%); Listerine® (alcohol 26,9%)	Agua destilada	60 seg / 12 horas

TABLA 19. Características estudios incluidos. M: Morelli; OO: Ortho Organizers; AO: American Orthodontics; OT: Ortho Technology (USA); 3M: 3M Unitek; OP: Ortho Plus; D: Dentaurum (Alemania); RMO: Rocky Mountain; P: pre-estirada; SP: sin pre-estirar.

4.1.3 RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS INDIVIDUALES

Tipo de enjuague: De los autores (Larrabee y cols. 2021; Menon y cols. 2019; Kumar y cols. 2014, Al-Ani. 2019; Sadeghian y cols. 2017; Pithon y cols. 2013; Ramachandraiah y cols. 2017) que estudiaron la influencia del enjuague **Listerine®** en la degradación de las propiedades físicas de las cadenas elastoméricas, Menon y cols. (Menon y cols. 2019) encontraron que dicho colutorio, entre los estudiados, causó la mayor desintegración de las mismas (71,6%) en un período de 28 días. Estos resultados fueron muy similares a los obtenidos por Ramachandraiah y cols. (Ramachandraiah y cols. 2017) quienes tuvieron una degradación de la fuerza del 69,25%. Otros autores (Larrabee y cols. 2012; Kumar y cols. 2014; Sadeghian y cols. 2017) también encontraron que todos los grupos con enjuagues bucales que contenían alcohol, entre los que se encontraba Listerine®, demostraron un claro incremento en la degradación de la fuerza en comparación con el grupo control con aumentos estadísticamente significativos ($p < 0,01$). Los autores⁸ que estudiaron el colutorio Cepacol® encontraron una pérdida a las 24 horas del 54,2% de frente al 53,0% de pérdida del Listerine®.

Respecto a los estudios que evaluaron los colutorios con **agentes blanqueadores**, autores como Behnaz y cols. (Behnaz y cols. 2017), encontraron una caída de la fuerza del 48,34% hasta el 53,38% pero sin significancia estadística ($p < 0.05$) respecto al grupo control; resultados que coinciden con los de Pithon y cols. (Pithon y cols. 2013), en los que la presencia de agente blanqueador no obtuvo diferencias significativas en la degradación de la fuerza de las cadenas elastoméricas. (Pithon y cols. 2013; Behnaz y cols. 2017)

De los autores (Mirhashemi y cols. 2012; Menon y cols. 2019; Pithon y cols. 2013; Omidkhoda y cols. 2015) que estudiaron los colutorios con **clorhexidina al 0,2%**, Omidkhoda y cols. (Omidkhoda y cols. 2015) encontraron una caída de la fuerza del 27,24% a las primeras 24 horas en comparación con otros colutorios, resultados similares a los de Mirhashemi y cols. (Mirhashemi y cols. 2012) en los que se observó una pérdida significativa de la fuerza en todos los grupos ($p < 0,001$). Sin embargo, en los estudios de Pithon (Pithon y cols. 2013), la clorhexidina no mostró influencia significativa sobre el patrón de degradación de la fuerza.

En colutorios como Orthokin® o Sensikin®, ambos con **fluoruro de sodio**, no se encontraron resultados que afectasen al patrón de degradación de la fuerza (Javanmardi y Salehi. 2016). Sin embargo, en los estudios que analizaron el fluoruro sódico al 0,4%, al 0,2% y al 0,05%, mostraron una pérdida del 41 al 50% a las 4 semanas. (Menon y cols. 2019; Sadeghian y cols. 2017; Omidkhoda y cols. 2015; Oshagh y cols. 2010)

Otro enjuague analizado fue el **Persica**. Autores como Omidkhoda y cols. (Omidkhoda y cols. 2015) encontraron valores de degradación de la fuerza del 18,63%, mientras que en el estudio Mirhashemi y cols. (Mirhashemi y cols. 2012) se encontraron una pérdida del 32,4%. Resultados similares fueron los de Javanmardi y Salehi. (Javanmardi y Salehi. 2016), quienes obtuvieron en valores mayores de degradación con el colutorio Persica comparado con otros colutorios.

Intervalos de medición: La mayoría de los estudios incluidos de esta revisión encontraron que el máximo porcentaje de la pérdida de fuerza se produjo a las 24 horas en todos los grupos de estudio, incluidos los grupos control (Javanmardi y Salehi. 2016; Mirhashemi y cols. 2012; Larrabee y cols 2012; Menon y cols. 2019; Al -Ani.

2019; Sadeghian y cols. 2017; Kumar y cols. 2014; Pithon y cols. 2013; Omidkhoda y cols. 2015; Ramachandraiah y cols. 2017). En los estudios de Menon y cols. (Menon y cols. 2019), esta pérdida fue de hasta un 49,48%, encontrando similitud con los de Al-Ani y cols. (Al-Ani. 2019), y Behnaz y cols. (Behnaz y cols. 2017), con resultados de caída de la fuerza del 57,85% y 53,38%, respectivamente.

Por el contrario, de los intervalos de tiempo estudiados, a los 28 días, ocurrió el porcentaje de desintegración más bajo, la fuerza ya fue prácticamente constante. En el estudio de Behnaz y cols. (Behnaz y cols. 2017), los valores totales de degradación fueron del 86,48% para los agentes blanqueadores y del 66,3% para el grupo control. En el estudio de Pithon y cols. (Pithon y cols. 2013), tras 28 días de medición, la mayor pérdida de porcentaje de la fuerza ocurrió en el grupo control (agua destilada).

4.1.4 ANÁLISIS CUANTITATIVO. META – ANÁLISIS

Para poder evaluar el efecto del colutorio en la degradación de la fuerza, de cada grupo de los colutorios que se repiten entre estudios se calculó la diferencia respecto a su grupo control. Para poder comparar los diferentes colutorios, cualquier alcohol con concentración superior a 20% se consideró como de mismo tipo. Análogamente cualquier colutorio a base de NaF 0.04% o 0.05% también consideró del mismo tipo. Las diferencias fueron meta-analizadas como diferencias medias estandarizadas (SMD).

MEDICIÓN A LAS 24 HORAS

Respecto a la estimación global de la diferencia entre colutorios y controles a las 24 horas, los resultados mostraron que, en general, todos los colutorios sufrían una

degradación de la fuerza mayor que los grupos control (SMD=-0.74; $p=0.006$; IC95%=-1.26, -0.21) (Figura 23). La heterogeneidad de los estudios fue muy elevada ($I^2=97\%$; $p<0,001$) debido a que ciertos autores reportaron niveles de degradación extremos respecto al grupo control.

Sin embargo, ningún colutorio estudiado por separado obtuvo diferencias estadísticamente significativas respecto a sus grupos control (Persica SMD= 0.10; $p=0.496$; IC95%=-0.18, 0.37; $I^2= 0\%$; (Q_h) $p=0.789$; Alcohol 26,9% SMD= -1.93; $p=0.180$; IC95%=-4.75, 0.89; $I^2= 99.4\%$; (Q_h) $p<0.001$; Fluoruro de Sodio SMD= -0.40; $p=0.063$; IC95%=-0.82, 0.02; $I^2= 65.1\%$; (Q_h) $p=0.040$; Clorhexidina 0,2% SMD= -0.25; $p=0.203$; IC95%=-0.64, 0.14; $I^2= 70.8\%$; (Q_h) $p=0.002$), excepto Listerine® que presentó una fuerte tendencia aunque bajo un entorno de fuerte heterogeneidad (SMD= -1.27; $p=0.059$; IC95%=-1.88, 0.06; $I^2= 98,5\%$; (Q_h) $p<0.001$) .

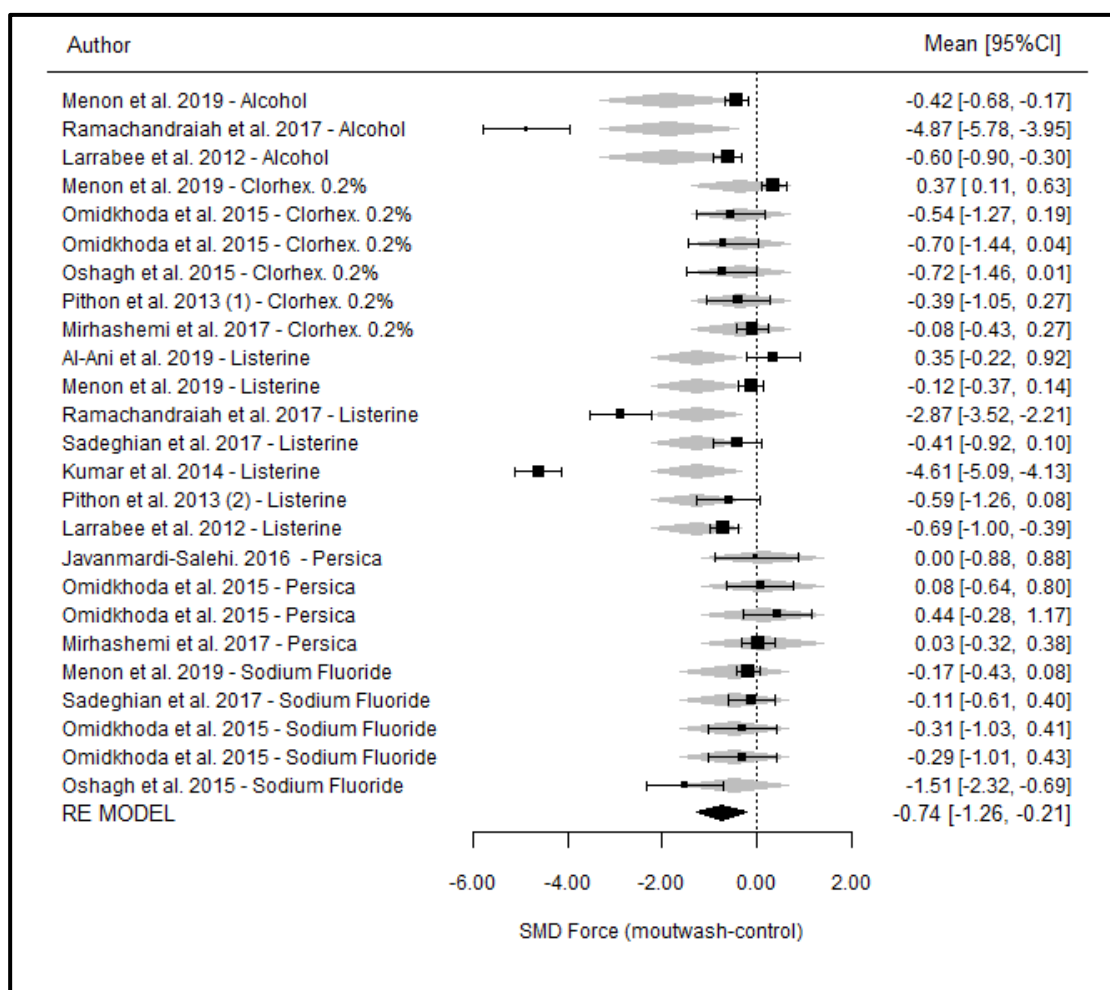


FIGURA 23. Forest Plot: Comparación de la degradación de la fuerza entre el colutorio y su grupo control a las 24 horas para cada uno de los estudios incluidos en el meta-análisis. SMD Force= Stantard Mean Difference.

Respecto a la comparación entre colutorios, no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre ellos en la fuerza medida a las 24h ($p=0,200$). De hecho, la proximidad de los rombos grises que simbolizan la medida de efecto global de los distintos colutorios en la figura 23 muestra dichas similitudes.

A pesar de que no hubo diferencias globales entre los 5 productos más frecuentes, sí que se vieron tendencias interesantes en las comparaciones directas como es el caso del agente alcohol que sufrió una degradación significativamente más importante

respecto al colutorio Persica ($p=0,046$) o a la clorhexidina 0.2% ($p=0,098$). El colutorio Listerine[®] sufrió una degradación más fuerte que el Persica, pero tampoco se observó significancia estadística ($p=0,085$) (Tabla 20).

	Alcohol	Clorhexidina 0.2%	Listerine [®]	Persica	NaF
Alcohol					
Clorhexidina 0.2%	0.098				
Listerine [®]	0.516	0.194			
Persica	0.046*	0.576	0.085		
NaF	0.144	0.867	0.492	0.492	

* $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$

TABLA 20. Resultados del meta-análisis para la diferencia media estandarizada de la Fuerza en $t=24h$ según Grupo: comparaciones entre pares de colutorios test (p-valor).

Respecto al tipo de conector (corto o cerrado) de la cadena elastomérica se encontraron diferencias estadísticamente significativas de pérdida de fuerza entre estudios a las 24 horas ($p=0.169$; IC95%=-0.44, 2.50).

MEDICIÓN A LOS 7 DÍAS

Respecto a la estimación global de la diferencia entre colutorios y controles a los 7 días de medición, sí que hubo diferencias globales entre los 5 productos más frecuentes. En general, todos los colutorios sufrían una degradación de la fuerza mayor que los grupos control (SMD=-1.19; $p=0.003$; IC95%=-1.99, -0.39) (Figura 24). La heterogeneidad de los estudios fue muy elevada ($I^2=98.6\%$; $p<0,001$) debido a que existían estudios imprecisos que reportaron una degradación mayor mientras que otros reportaron datos en sentido contrario.

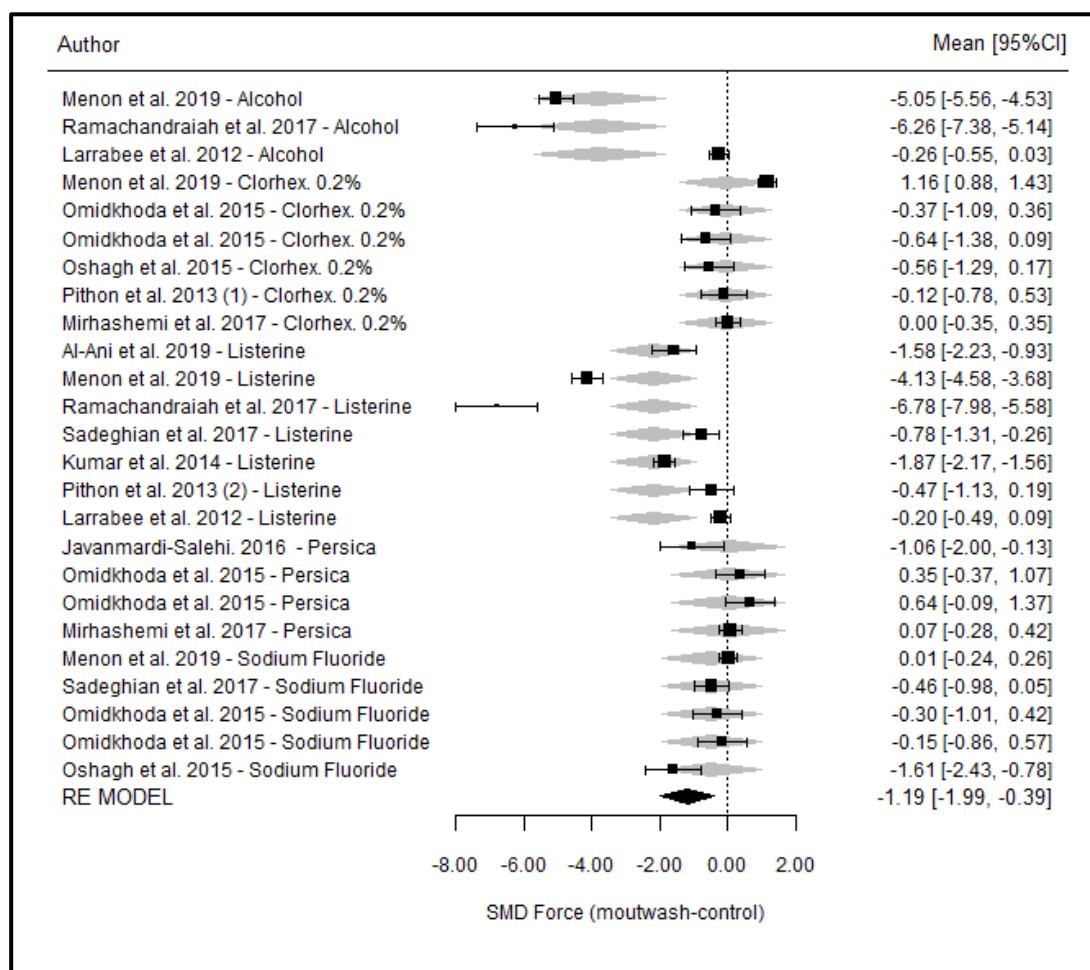


FIGURA 24. Forest Plot: Comparación de la degradación de la fuerza entre el colutorio y su grupo control a los 7 días para cada uno de los estudios incluidos en el meta-análisis. SMD Force= Standard Mean Difference.

Respecto a la comparación entre colutorios, sí que se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ellos en la fuerza medida a los 7 días ($p=0,005$). El alcohol generó una degradación significativamente mayor respecto a la clorhexidina 0.2%, el Persica y el Fluoruro de Sodio (NaF). El Listerine® degradó significativamente más que la clorhexidina 0.2% y Persica, y con fuerte diferencia respecto al NaF. Tanto el alcohol como el Listerine® se degradaron de manera similar, al igual que los otros 3 colutorios, que mostraron también un patrón similar entre sí (Tabla 21).

	Alcohol	Clorhexidina 0.2%	Listerine®	Persica	NaF
Alcohol					
Clorhexidina 0.2%	0.002**				
Listerine®	0.178	0.024*			
Persica	0.004**	0.936	0.037*		
NaF	0.008**	0.685	0.084	0.658	

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

TABLA 21. Resultados del meta-análisis para la diferencia media estandarizada de la **Fuerza en t=7d según Grupo:** comparaciones entre pares de colutorios test (p-valor).

Respecto al tipo de conector (corto o cerrado), no hubo diferencias significativas en el impacto de los colutorios según se aplicaron en sistemas cerrados o sistemas cortos ($p=0.418$; IC95%=-2.65, 1.09).

MEDICIÓN A LOS 14 DÍAS

Respecto a la diferencia entre colutorios y controles se interpretaron diferencias estadísticamente significativas a los 14 días (SMD=-2.09; $p=0.018$; IC95%=-3.82 -0.36). Los productos provocaron una pérdida significativa de la fuerza respecto al grupo control (Figura 25). La heterogeneidad fue elevada ($I^2=99.7\%$; $p<0,001$). A los 14 días de medición el alcohol y el fluoruro de sodio revelaron una pérdida de fuerza muy importante (significativa en el caso del NaF) respecto a sus grupos controles ($p=0,005$).

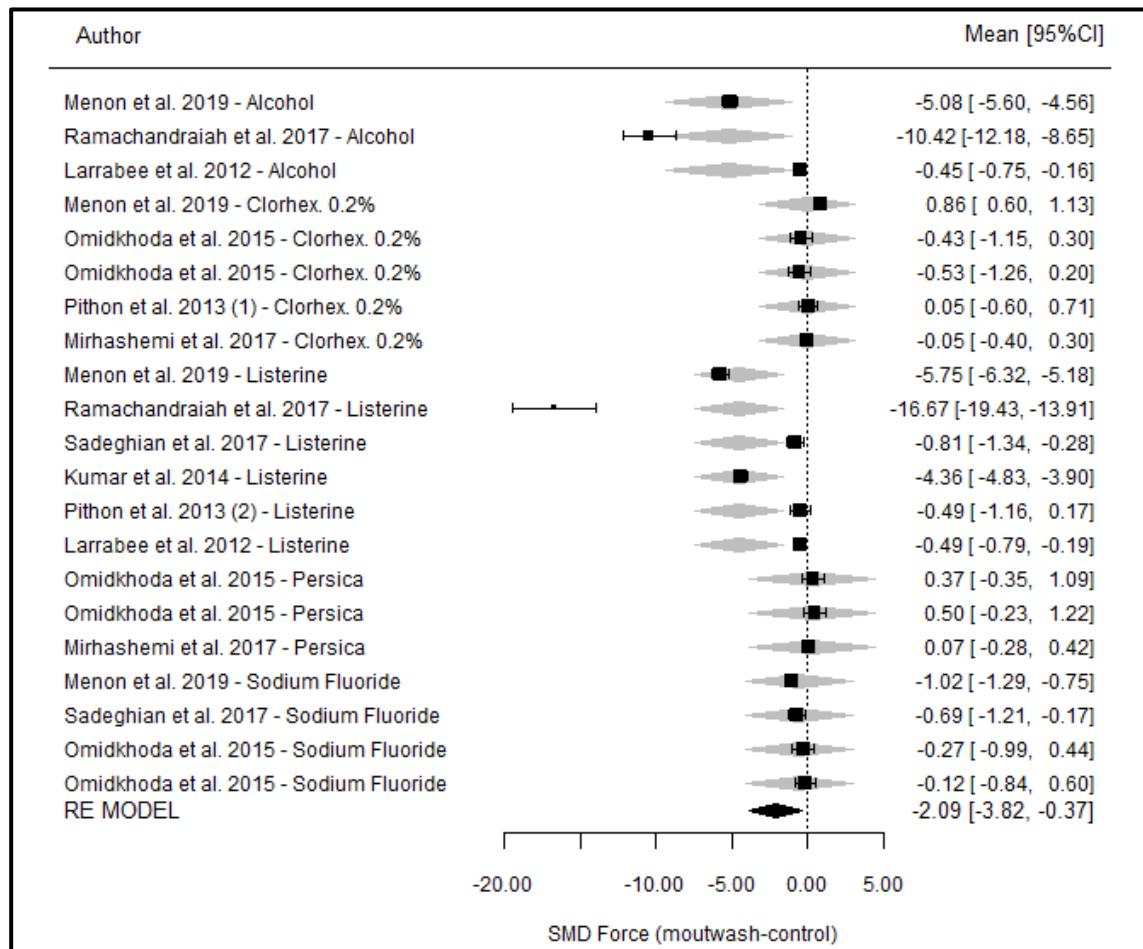


FIGURA 25. Forest Plot: Comparación de la degradación de la fuerza entre el colutorio y su grupo control a los 14 días para cada uno de los estudios incluidos en el meta-análisis. SMD Force= Stantard Mean Difference.

Respecto a la comparación entre colutorios, se obtuvieron diferencias notables, pero no significativas ($p=0,076$) en la fuerza medida entre diferentes colutorios (Tabla 22).

El alcohol generó una degradación mayor que la clorhexidina 0.2%, Persica y el fluoruro de Sodio (NaF). El colutorio Listerine® degradó significativamente más que la clorhexidina 0.2% y con una fuerte diferencia respecto a Persica y NaF.

	Alcohol	Clorhexidi na0.2%	Listerine ®	Persica	NaF
Alcohol					
Clorhexidin a 0.2%	0.051				
Listerine®	0.783	0.042*			
Persica	0.064	0.902	0.062		
NaF	0.093	0.835	0.091	0.764	

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

TABLA 22. Resultados del meta-análisis para la diferencia media estandarizada de la Fuerza en t=14d según Grupo: comparaciones entre pares de colutorios test (p-valor).

Respecto al tipo de conector (corto o cerrado), no hubo diferencias significativas en el impacto de los colutorios según se aplicaron en sistemas cerrados o sistemas cortos ($p=0.308$; IC95%=-6.03, 1.90).

MEDICIÓN A LOS 21 DÍAS

Respecto a la diferencia entre colutorios y controles sí que se interpretó una diferencia significativa (SMD=-2.08; $p<0.001$; IC95%=-3.34, -0.82) (Figura 26). A los 21 días de medición el colutorio Listerine® y el alcohol revelaron una pérdida de fuerza muy grande respecto a sus controles (al límite de la significatividad). En general, el uso de colutorios generó una pérdida significativa de fuerza respecto al control ($p=0,001$) pero en un entorno de elevada heterogeneidad ($I^2=99.3\%$; $p<0,001$).

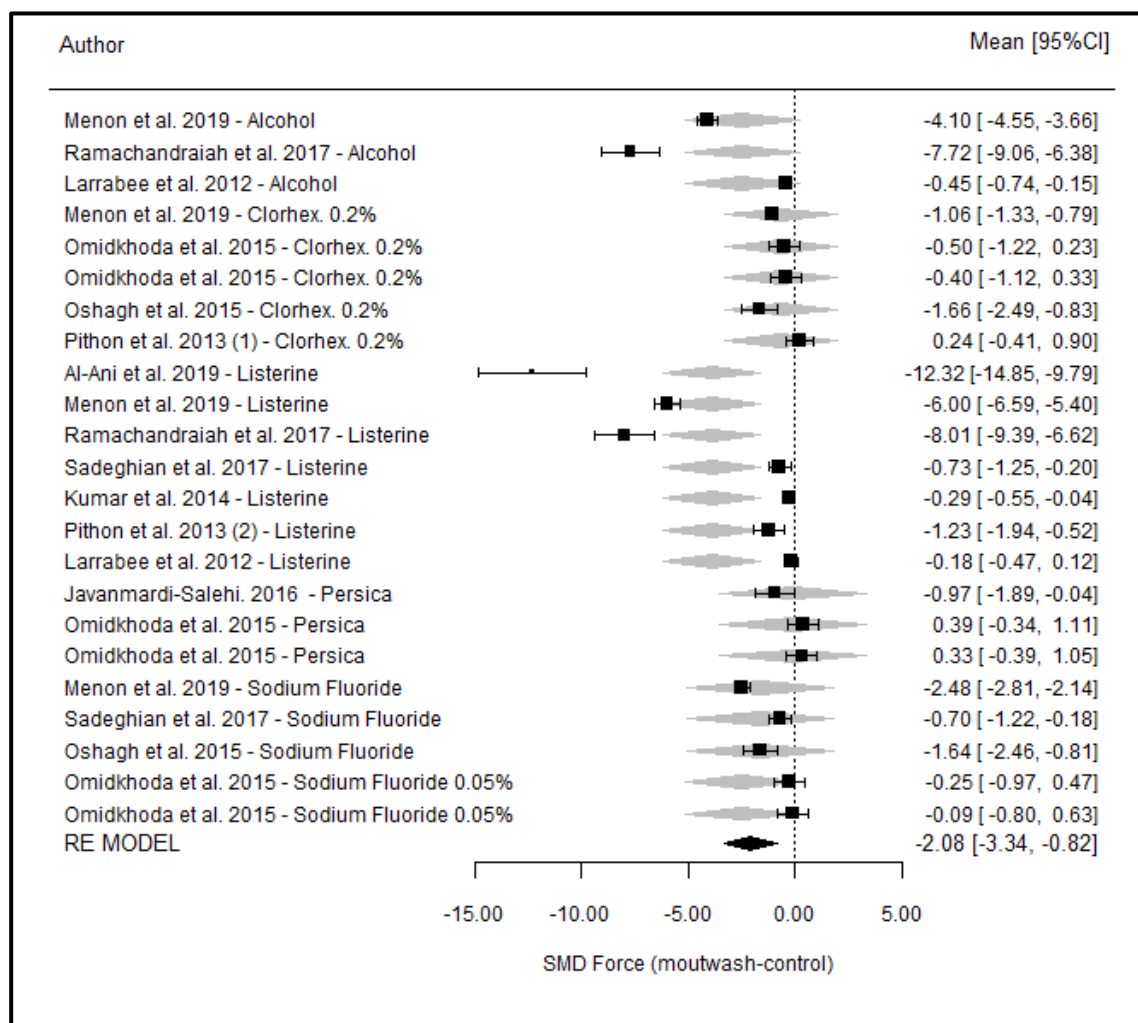


FIGURA 26. Forest Plot: Comparación de la degradación de la fuerza entre el colutorio y su grupo control a los 21 días para cada uno de los estudios incluidos en el meta-análisis. SMD Force= Stantard Mean Difference.

Respecto a la comparación entre colutorios, no hubo diferencias en la fuerza medida a los 21 días entre los diferentes colutorios ($p=0,120$). En general, el alcohol degradó más que Persica y el Listerine® degradó más que la clorhexidina 0.2%, Persica y NaF (Tabla 23).

	Alcohol	Clorhexidina 0.2%	Listerine®	Persica	NaF
Alcohol					
Clorhexidina 0.2%	0.111				
Listerine®	0.941	0.059			
Persica	0.095	0.779	0.058		
NaF	0.156	0.844	0.093	0.651	

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

TABLA 23. Resultados del meta-análisis para la diferencia media estandarizada de la Fuerza en t=21d según Grupo: comparaciones entre pares de colutorios test (p-valor).

No hubo diferencias significativas en el impacto de los colutorios según se apliquen sistemas cerrados o cortos ($p=0,183$; IC95%=-4.69, 0.89).

MEDICIÓN A LOS 28 DÍAS

A los 28 días de medición sí que se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los colutorios respecto a los grupos control (SMD=-4.19; $p<0.035$; IC95%=-8.08, -0.31) (Figura 6) pero en un entorno de muy elevada heterogeneidad ($I^2=99.9\%$; $p<0,001$).

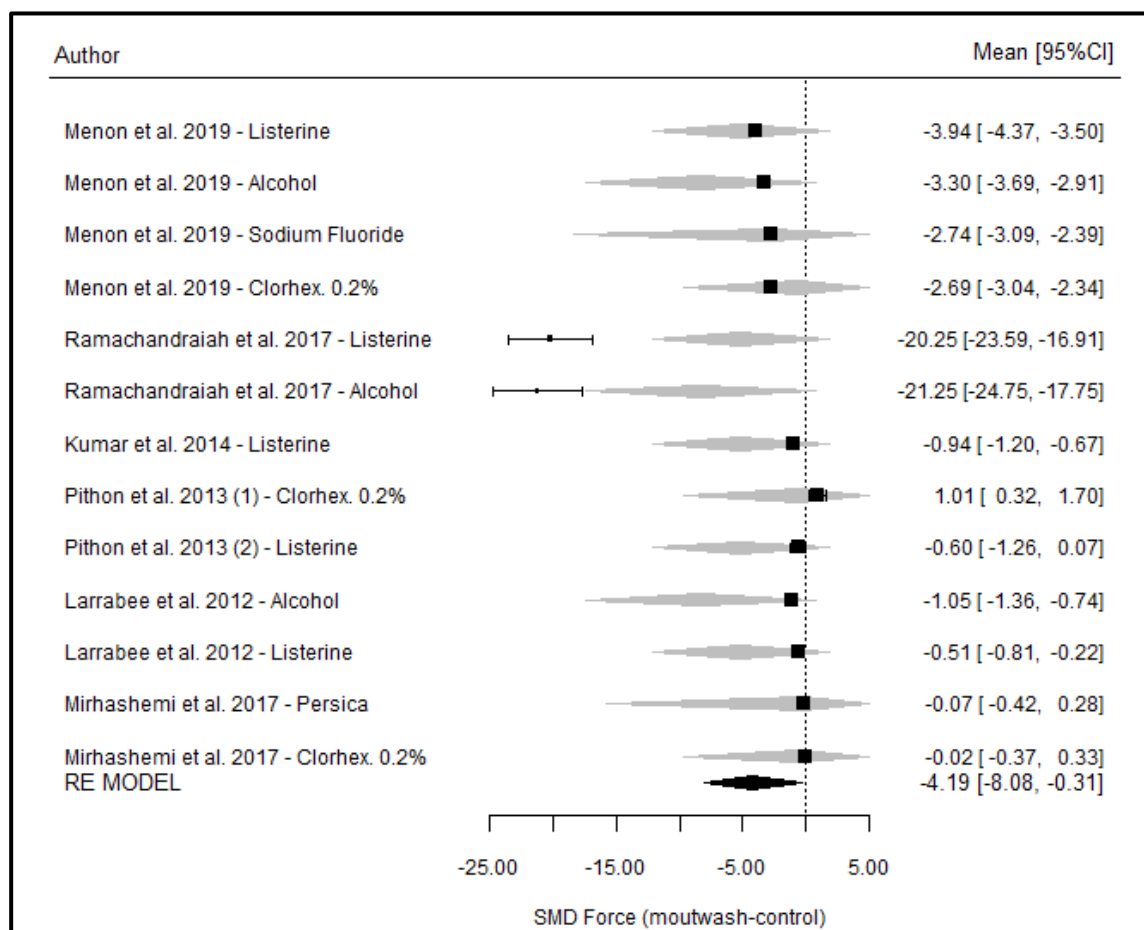


FIGURA 27. Forest Plot: Comparación de la degradación de la fuerza entre el colutorio y su grupo control a los 28 días para cada uno de los estudios incluidos en el meta-análisis. SMD Force= Standard Mean Difference.

Respecto a la **comparación entre colutorios** no hubo diferencias en la fuerza medida a los 28 días entre los diferentes colutorios ($p=0,778$) (Tabla 24).

	Alcohol	Clorhexidina 0.2%	Listerine	Persica	NaF
Alcohol					
Clorhexidina 0.2%	0.237				
Listerine	0.585	0.437			
Persica	0.372	0.956	0.565		
NaF	0.546	0.814	0.786	0.813	

* $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$

TABLA 24. Resultados del meta-análisis para la diferencia media estandarizada de la Fuerza en $t=28d$ según Grupo: comparaciones entre pares de colutorios test (p-valor).

No se mostraron diferencias significativas en el impacto de los colutorios según se apliquen en sistemas cerrados o sistemas cortos ($p=0.094$; IC95%=-1.33, 16.9), aunque pareció una cierta tendencia a un peor comportamiento de los sistemas cerrados.

4.1.5 RIESGO DE SESGO Y ANÁLISIS DE CALIDAD

ANÁLISIS DE CALIDAD DE LOS ESTUDIOS

La calidad de los estudios incluidos y el riesgo de sesgo fueron evaluados por los mismos investigadores, que trabajaron de forma independiente. Para ello se utilizó un protocolo adaptado de la herramienta QUIN desarrollada por Sheth y cols., 2022 (Sheth y cols., 2022), basado en los siguientes parámetros:

- Diseño del estudio
- Cálculo del tamaño de la muestra,
- Presencia de un grupo control bien definido
- Cegamiento del operador
- Número de enlaces utilizados
- Distancia entre pins
- Análisis estadístico

Los investigadores calificaron cada uno de los criterios como:

- Adecuadamente especificado = 2 puntos,
- Inadecuadamente especificado = 1 punto,
- No especificado = 0 punto y
- No aplicable = excluir los criterios del cálculo.

A continuación, se sumaron las puntuaciones para obtener una puntuación total para un estudio in vitro particular (Tabla 25). Las puntuaciones así obtenidas se utilizaron

para calificar el estudio in vitro como de riesgo alto, medio o bajo (>70 % = riesgo de sesgo bajo, 50 % a 70 % = riesgo de sesgo medio y <50 % = riesgo de sesgo alto mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Puntuación final} = \text{Puntuación total} \times 100 / (2 \times \text{N.º de criterios aplicables})$$

Se obtuvo positivamente valoraciones como el grupo control, que estaba bien definido en la mayoría de los artículos siendo saliva artificial o agua destilada normalmente. El análisis estadístico también fue uno de los aspectos mejor valorados, así como la elección del colutorio a estudiar. Sin embargo, el número de eslabones y la distancia entre pins fueron características bastante dispares entre los estudios (Tabla 26)

ARTÍCULOS	Puntuación final (Total x 100 / 2x N.º criterios aplicables)	Riesgo de Sesgo (Alto: <50%; Medio: 50-70%; Bajo: >70%)
Al – Ani	(9x100) / 2x7 = 64,2%	RIESGO MEDIO
Menon y cols.,	(13x100) / 2x7 = 92,8%	RIESGO BAJO
Behnaz y cols.,	(14x100) / 2x7 = 100%	RIESGO BAJO
Nahidh y cols.,	(10x100) / 2x7 = 71,4%	RIESGO BAJO
Ramachandraiah y cols.,	(11x100) / 2x7 = 78,57%	RIESGO BAJO
Mirhashemi y cols.,	(9x100) / 2x7 = 64,2%	RIESGO MEDIO
Sadeghian y cols.,	(11x100) / 2x7 = 78,57%	RIESGO BAJO
Javanmardi and Salehi	(12x100) / 2x7 = 85,7%	RIESGO BAJO
Omidkhoda y cols.,	(12x100) / 2x7 = 85,7%	RIESGO BAJO
Oshagh y cols.,	(10x100) / 2x7 = 71,4%	RIESGO BAJO
Kumar y cols.,	(13x100) / 2x7 = 92,8%	RIESGO BAJO
Pithon y cols.,	(12x100) / 2x7 = 85,7%	RIESGO BAJO
Pithon y cols.,	(14x100) / 2x7 = 100%	RIESGO BAJO
Larrabee y cols.,	(14x100) / 2x7 = 100%	RIESGO BAJO

TABLA 25. Cálculo del riesgo de sesgo según QUIN (Sheth y cols., 2022).

ARTÍCULOS	Diseño del estudio	Objetivos bien definidos	Cálculo tamaño muestral	Grupo control bien definido	Cegamiento del operador	N.º de eslabones	Distancia entre pins	Análisis estadístico adecuado	RIESGO DE SESGO
Al – Ani	In vitro	2	2	2	0	0	2	1	MEDIO
Menon y cols.,	In vitro	2	2	2	1	2	2	2	BAJO
Behnaz y cols.,	In vitro	2	2	2	2	2	2	2	BAJO
Nahidh y cols.,	In vitro	2	2	2	0	0	2	2	BAJO
Ramachandraiah y cols.,	In vitro	1	2	2	0	2	2	2	BAJO
Mirhashemi y cols.,	In vitro	1	2	2	0	0	2	2	MEDIO
Sadeghian y cols.,	In vitro	1	2	2	0	2	2	2	BAJO
Javanmardi and Salehi	In vitro	1	2	2	1	2	2	2	BAJO
Omidkhoda y cols.,	In vitro	2	2	2	0	2	2	2	BAJO
Oshagh y cols.,	In vitro	2	0	2	0	2	2	2	BAJO
Kumar y cols.,	In vitro	1	2	2	2	2	2	2	BAJO
Pithon y cols.,	In vitro	2	2	2	0	2	2	2	BAJO
Pithon y cols.,	In vitro	2	2	2	2	2	2	2	BAJO
Larrabee y cols.,	In vitro	2	2	2	2	2	2	2	BAJO

TABLA 26. Riesgo de sesgo. Resultado (Adecuadamente especificado: 2 puntos; Inadecuadamente especificado: 1 punto; No especificado: 0 puntos; No aplicable: excluir los criterios del cálculo) y Riesgo (Alto: <50%; Medio: 50-70%; Bajo: >70%)

TEST DE EGGER (P-VALOR) PARA SESGO DE PUBLICACIÓN

Mediante el test de Egger pudimos representar gráficamente la recta de regresión entre la precisión de los estudios (variable independiente) y el efecto estandarizado (variable dependiente) y hacer una evaluación estadística del sesgo.

A las 24 horas, el agente alcohol al 26,9% mostró un fuerte sesgo de publicación ($p < 0,001$), debido a que el estudio del Ramachandraiah y cols. (Ramachandraiah y cols., 2017) fue más impreciso que los de Menon y cols., (Menon y cols., 2019) y Larrabee y cols., (Larrabee y cols., 2012) por su menor tamaño muestral. La clorhexidina al 0,2% estudiada por Menon y cols., (Menon y cols., 2019), Mirhashemi y cols., (Mirhashemi y cols., 2012), Oshagh y cols., (Oshagh y cols., 2010), Omidkhoda y cols., (Omidkhoda y cols., 2015), y Pithon y cols., (Pithon y cols., 2013), mostró una clara asimetría en el gráfico de Funnel ($p < 0,001$). Cuanto más impreciso fue el estudio, más degradación de fuerza se encontró.

A los 7 días, se apreció total simetría en el colutorio como el Persica (Javanmardi y Salehi., 2016; Mirhashemi y cols., 2012; Omidkhoda y cols., 2015), el Listerine (Larrabee y cols., 2012; Menon y cols., 2019; Kumar y cols., 2014; Al- Ani., 2019; Sadeghian y cols., 2017; Pithon y cols., 2013; Ramachandraiah y cols., 2017) y el fluoruro de sodio (Sadeghian y cols., 2017; Pithon y cols., 2013; Omidkhoda y cols., 2015; Oshagh y cols., 2010), sin embargo, en la clorhexidina al 0,2% se apreció una clara asimetría en el gráfico de Funnel ($p < 0,001$). Cuanto menor fue la precisión, tanto más fuerte fue la degradación de la fuerza reportada.

En la comparación entre colutorios, también hubo un sesgo de publicación importante puesto que hubo estudios muy imprecisos que reportaron una gran degradación, y no otros al mismo nivel en sentido contrario.

A los 14 días, se encontraron asimetrías en el trabajo de Ramachandraiah y cols., (Ramachandraiah y cols., 2017) al estudiar el colutorio Listerine® puesto que se mostró radicalmente dispar frente al resto (Larrabee y cols., 2012; Menon y cols., 2019; Kumar y cols., 2014; Sadeghian y cols., 2017; Pithon y cols., 2013) y, además el más impreciso. A los 21 días, la clorhexidina al 0,2% en los estudios de Menon y cols., (Menon y cols., 2019), Pithon y cols., (Pithon y cols., 2013) y Omidkhoda y cols., (Omidkhoda y cols., 2015), volvió a mostrar cierta asimetría en el gráfico de Funnel ($p=0,089$). La tendencia observada fue que a mayor precisión del estudio tanto más clara es la desventaja del colutorio frente al grupo control.

A los 28 días, la heterogeneidad de los estudios de Listerine® (Larrabee y cols., 2012; Menon y cols., 2019; Kumar y cols., 2014; Pithon y cols., 2013) fue muy alta ($I^2=99,9\%$) y el gráfico de Funnel la mostró sobretodo por el estudio de Ramachandraiah y cols., ($p<0,001$). No hubo más datos para poder plantear más comparaciones.

4.2. SEGUNDA PARTE: ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DE DOS COLUTORIOS A BASE DE CLORURO DE CETILPIRIDINIO SOBRE LA DEGRADACIÓN DE LA FUERZA DE CADENAS ELASTOMÉRICAS DE ORTODONCIA. ESTUDIO IN VITRO

La tabla T1 del anexo describe detalladamente los valores de fuerza (F) medida en newtons (N) a lo largo del tiempo para los diferentes tipos de cadenas elastoméricas y tipo de colutorio.

La figura 28 representa las distribuciones de valores de fuerza (F) correspondientes para los diferentes tipos de cadenas (corta; larga) y grupo de colutorio (CPC; CPC+ clorhexidina; control) en función del tiempo (T1: 0 horas; T2: 24 horas; T3: 7 días; T4: 14 días; T5: 21 días).

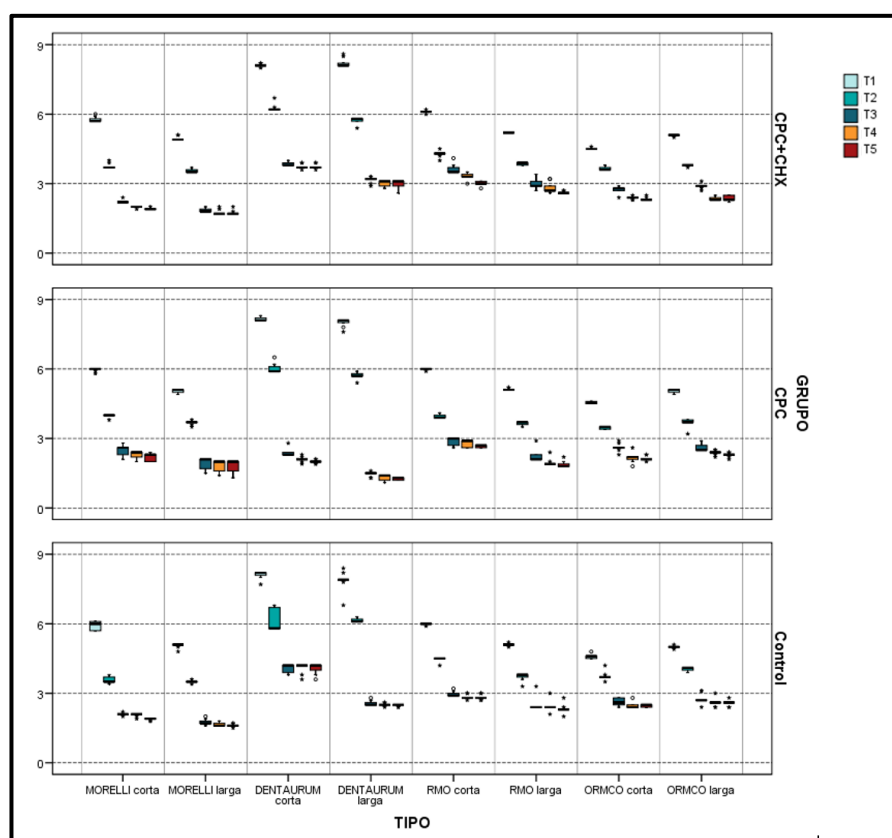


FIGURA 28: Gráfico descriptivo de los valores de F en función del tiempo.

En la tabla 27, se muestra la variación de fuerza desde T1 (0 horas) a los diferentes intervalos de tiempo (T2, T3, T4, T5) en porcentaje (%). Esta variación se puede definir como la pérdida de fuerza o decaimiento de la fuerza (FD).

En general, se observó que la pérdida de fuerza fue intensa para todos los grupos de enjuagues bucales y todos los tipos de cadenas elastoméricas durante la primera semana (T3). Posteriormente los valores se estabilizaron.

En cuanto a las comparaciones entre los cuatro fabricantes, la cadena elastomérica Dentaureum® mostró excelentes resultados en las primeras 24 horas, con una caída de la fuerza del 24,4% en las cadenas de eslabones cortos y del 26,7% en las cadenas largas, pero a partir de ahí su nivel de fuerza fue muy variable dependiendo del colutorio aplicado. Por ejemplo, en el grupo control y con el enjuague bucal PERIO-AID® 0,05%, la pérdida de fuerza de T3 (7 días) a T5 (21 días) se convirtió en la mayor de todas, mientras que con VITIS CPC Protect® su fuerza disminuyó considerablemente un 81,7% durante la primera semana, siendo una de las caídas más potenciales de todas las combinaciones.

En cuanto al tipo de configuración, las cadenas elastoméricas con eslabones largos exhibieron valores de fuerza en general más bajos que los de enlaces cortos; las cadenas Morelli® de eslabones cortos registraron una media de 5,89 N frente a los 5,02 N de los eslabones largos; las cadenas de eslabones cortos de Dentaureum® registraron valores de 8,12 N frente a los 8,02 N de las cadenas de eslabones largos y aquellas de eslabones cortos de la casa comercial Rocky Mountain® tenían una media de 6,03 N frente a los 5,14 N de los de enlace largo. La excepción se encontró con Ormco® donde apenas había diferencias entre cadenas de eslabones cortos y de eslabones largos.

	TOTAL						CONTROL						VTIS CPC Protect*						PERIOD Δ 0.05%																	
	TYPE						TYPE						TYPE						TYPE																	
	Short	Large	Short	Large	Short	Large	Short	Large	Short	Large	Short	Large	Short	Large	Short	Large	Short	Large	Short	Large	Short	Large	Short	Large	Short	Large	Short	Large	Short	Large						
	Morelli	Dentaum	Morelli	Dentaum	Omco	Omco	TOTAL	Morelli	Dentaum	Morelli	Dentaum	Omco	Omco	TOTAL	Morelli	Dentaum	Morelli	Dentaum	Omco	Omco	TOTAL	Morelli	Dentaum	Morelli	Dentaum	Omco	Omco	TOTAL	Morelli	Dentaum	Morelli	Dentaum	Omco	Omco		
N	240	30	30	30	30	30	80	10	10	10	10	10	10	80	10	10	10	10	10	10	80	10	10	10	10	10	80	10	10	10	10	10	10			
Average	-27.1	-35.9	-28.7	-24.4	-26.7	-29.7	-27.2	-20.6	-24	25.8	-39.6	-30.8	-24.5	-21.7	-25.4	-27.2	-18.5	-19	-28.6	-33.3	-27.3	-25.9	-28.5	-33.9	-29	-23.9	-26.9	-27	-34.9	-27.8	-22.8	-30	-29.8	-25.6	-19.3	-25.5
TD	5.6	3.4	2	4.3	4.9	3.9	2.5	3.6	4.2	7.4	3.1	1.7	6.7	4.2	1.7	3	4.1	1.6	3.9	1.4	0.9	2.2	2.8	1.6	2	1.7	3.7	4.8	1.8	1.4	2.1	2.7	1.8	0.9	1.5	0.2
T2	-44.3	-44.3	-33.3	-29.3	-36.5	-35	-34	-26.1	-36	44.3	-44.3	-33.3	-29.3	-25	-30	-34	-23.9	-22	-36.7	-36.7	-28.6	-27.2	-32.5	-35	-33	-26.1	-36	-38.3	-38.3	-29.4	-24.4	-36.5	-34.4	-26.9	-20	-26
T1	-8.7	-31	-24.5	-11.7	-10.3	-23.7	-25	-8.7	-18	-8.7	-34.5	-27.1	-11.7	-10.3	-23.7	25.5	-8.7	-18	-20.7	-31	-25.5	-20.7	-22.4	-30.5	-28	-22.2	-22.4	-15.6	-31	-24.5	-17.3	-28.4	-27.4	-25	-15.6	-25.5
Median	-27.2	-35.1	-28.6	-24.4	-28.4	-29.5	-26.9	-20	-26	-25	-39.3	-31.4	-29.3	-22.8	-25	-25.5	-18.7	-18	-27.5	-33.3	-27.5	-27.2	-29.6	-35	-28	-23.9	-27.5	-26.9	-35.1	-28.6	-23.5	-28.4	-29.5	-25	-20	-25.5
N	240	30	30	30	30	30	80	10	10	10	10	10	10	80	10	10	10	10	10	80	10	10	10	10	10	10	80	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Average	-54.7	-61.3	-63.3	-57.6	-70.1	-47.7	-49.9	-41.5	-46	-54.6	-64.6	-65.2	-49.6	-67.4	-50.6	-51.2	-42.9	-45	-59.1	-58	-62.3	-70.9	-81.7	-52.1	-57	-42.6	-48.9	-50.3	-61.5	-62.6	-52.4	-61.3	-40.5	-41.9	-39	-43.2
TD	11.2	3.5	3.4	9.8	8.8	5.8	7.8	3.8	3.8	9.6	1.5	2.9	2.4	1.6	1.8	5.2	3.8	3.9	12.12	3.5	4.6	1.8	0.9	2.8	5	3.5	3.2	10	1	1.1	1	2	3.1	4.4	3.1	1.7
T3	-83.3	-65.6	-70	-72	-83.3	-56.7	-59.6	-50	-52	-68.6	-65.6	-68.6	-53.7	-68.4	-51.7	-52.9	-47.9	-52	-83.3	-65	-70	-72	-83.3	-56.7	-60	-50	-51	-66.3	-63.3	-63.3	-53.1	-66.3	-42.6	-48.1	-46.7	-46
T1	-33.9	-52.5	-58.3	-45.5	-59.3	-33.9	-34.6	-35.6	-38	-36.5	-61.4	-58.3	-45.5	-63.2	-46.7	-36.5	-37.8	-38	-37	-52.5	-58.8	-65.9	-80	-50	-43	-37	-42	-33.9	-59.3	-60.8	-50.6	-59.3	-33.9	-34.6	-35.6	-39.2
Median	-53	-61.4	-63.3	-53.1	-68.4	-50	-52.9	-41.3	-46	-52.5	-65.3	-66.3	-48.8	-68.4	-51.7	-52.9	-43.5	-46	-57.7	-56.7	-58.8	-71.6	-81.5	-50	-59	-42.2	-51	-49.3	-61.4	-63.3	-53.1	-60.5	-42.6	-44.2	-37.8	-43.1
N	240	30	30	30	30	30	80	10	10	10	10	10	10	80	10	10	10	10	10	80	10	10	10	10	10	10	80	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Average	-58	-63.9	-59.2	-71.6	-50.6	-53.3	-48.6	-51.4	-56	-65.1	-67.2	-49.5	-68	-52.7	-52.4	-46.2	-48	-63	-61.3	-64.1	-74.2	-83.5	-53.6	-61.7	-53	-52.7	-54.9	-65.4	-64.6	-54	-63.1	-45.6	-46	-47	-53.6	-53.6
TD	10	2.6	3.2	11.1	9	4.2	7.5	4.2	3.2	8.9	1.7	2.1	2.6	2	1.8	4	2.9	2.8	10.8	2.5	4.4	1.4	1.1	2.5	3.2	4.5	1.6	8.3	1	1.6	1.2	2.1	2.3	4.2	1.5	1.7
T4	-85.5	-68.9	-72	-76.8	-85.5	-56.7	-63.5	-60.9	-55	-71.4	-68.9	-68.6	-55	-71.4	-55	-58.8	-50	-52	-85.5	-66.7	-72	-76.8	-85.5	-56.7	-64	-60.9	-55.1	-67.8	-67.8	-65.3	-56.1	-67.4	-50.8	-50	-50	-54.9
T1	-38.5	-59.3	-60.8	-45.5	-61.7	-42.6	-38.5	-39.1	-41	-39.1	-63.2	-62.5	-45.5	-63.2	-49.2	-42.3	-39.1	-41.2	-43.5	-59.3	-60.8	-71.6	-82.7	-51.7	-53	-43.5	-50	-38.5	-64.9	-60.8	-51.9	-61.7	-42.6	-38.5	-44.4	-51
Median	-55	-64.9	-65.3	-54.3	-68.4	-51.7	-52.9	-47.2	-53	-53.2	-65.3	-68.3	-48.8	-68.4	-53.3	-52.9	-46.7	-48	-60.8	-60	-60.8	-74.1	-82.7	-51.7	-63	-51.6	-52.9	-54.3	-64.9	-65.3	-54.3	-61.7	-45.9	-48.1	-46.7	-54.9
N	240	30	30	30	30	30	80	10	10	10	10	10	10	80	10	10	10	10	10	80	10	10	10	10	10	10	80	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Average	-59.2	-66	-65.7	-59.8	-72	-53.1	-55.7	-49.2	-52	-57.1	-68.3	-68.2	-49.9	-68.4	-52.9	-54.3	-46.2	-48.4	-64.2	-62.8	-64.3	-75.4	-84.1	-55.6	-63	-53.2	-54.7	-56.4	-66.8	-64.8	-54	-63.5	-50.7	-49.6	-48.3	-53.8
TD	9.7	2.9	3.3	11.5	9.2	2.5	6.3	3.4	3.3	9.3	1.5	0.8	2.3	2	1.9	3.5	1.3	1.9	10.4	2.5	4.8	0.9	0.4	0.8	2.6	2	1.6	7.2	0.8	1.4	1.2	2.8	1.5	0.8	1.6	2.1
T5	-85.2	-70.5	-74	-77.1	-85.2	-56.7	-64.7	-56.5	-58	-71.4	-70.5	-68.8	-55	-71.4	-55	-60.8	-47.9	-52	-85.2	-66.7	-74	-77.1	-85.2	-56.7	-65	-56.5	-58	-68.6	-68.3	-65.3	-56.1	-68.6	-54.1	-50	-50	-56.9
T1	-44.4	-59.3	-60.8	-48.1	-61.7	-48.3	-46.2	-44.4	-45	-44.4	-66.7	-66.7	-48.1	-63.2	-49.2	-46.2	-44.4	-45.1	-50	-59.3	-60.8	-74.1	-83.8	-55	-57	-50	-52	-44.4	-65.5	-60.8	-51.9	-61.7	-48.3	-48.1	-44.4	-51
Median	-55.1	-66.7	-65.3	-54.3	-68.4	-53.3	-54.9	-48.9	-54	-54.5	-68	-68.6	-48.8	-68.4	-53.3	-54.9	-45.7	-48	-61.7	-61.7	-60.8	-65.3	-84	-55	-65	-53.3	-54.9	-54.3	-66.7	-65.3	-54.3	-61.7	-50.8	-50	-48.9	-54.9

TABLA 27. Pérdida de fuerza en % respecto a T1 según tipo de colutorio y cadeneta. (FD: Decaimiento de la fuerza; TD: Desviación típica; N: muestra)

En cuanto a las comparaciones entre enjuagues bucales, en el siguiente gráfico (figura 29) se presenta la degradación media global (de T1 a T5) para los diferentes tipos de cadenas y fabricantes según los diferentes grupos de enjuagues bucales.

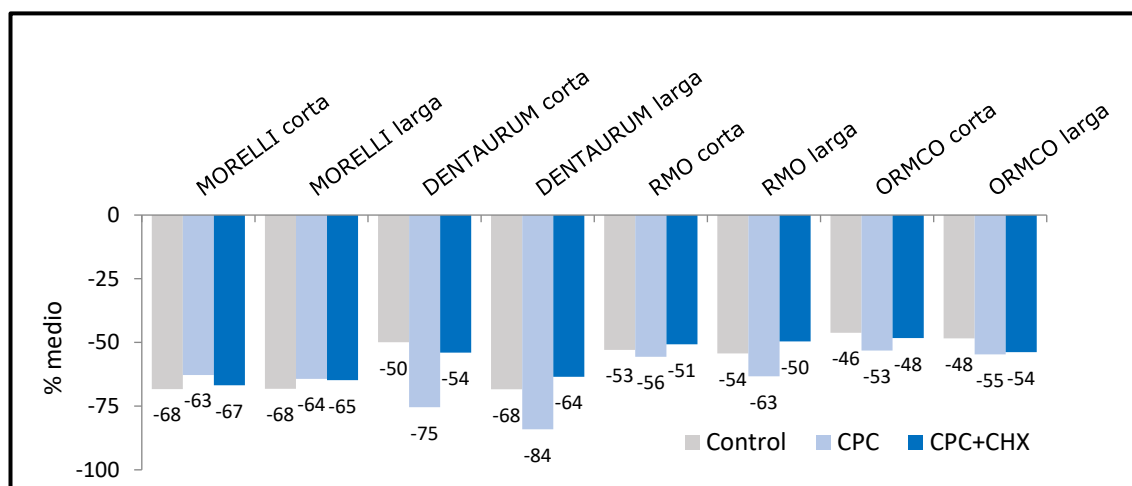


FIGURA 29. Degradación media global de la F de T1 a T5 en % según tipo de cadeneta y colutorio.

Los resultados indican que las cadenas elastoméricas de la casa Ormco® habrían experimentado, en general, la menor pérdida de fuerza, especialmente en el grupo control o PERIO·AID® 0,05% (46% y 48% de pérdida de fuerza en cadenas de eslabones cortos de Ormco® respectivamente). Rocky Mountain® también mostró buenos resultados, especialmente con PERIO·AID® 0,05% (50% y 51% de pérdida de fuerza en cadenas de eslabones cortos y largos, respectivamente). La cadena de eslabones cortos de la casa Dentaaurum® también mostró resultados similares en el grupo control y PERIO·AID® 0,05%, con un 50% y 54% de pérdida de fuerza, respectivamente. Las cadenas elastoméricas de la casa Morelli® perdería entre un 65% y un 70% de su fuerza en todos los grupos (Tabla 28), mientras que las de Dentaaurum® en VITIS CPC Protect® perderían más del 75%.

Resultados

No se han representado las desviaciones estándar por su escasa magnitud. En ninguno de los tipos superan el valor 5%. Este dato también es muy interesante, pues revela la gran homogeneidad de valores obtenidos dentro de un mismo tipo de cadeneta y colutorio. Las 10 estructuras que se miden en cada combinación proporcionan resultados de la fuerza extraordinariamente similares.

	p-valor
TIEMPO	<0,001***
TIPO	<0,001***
GRUPO	<0,001***
TIPO x GRUPO	<0,001***
TIEMPO x TIPO	<0,001***
TIEMPO x GRUPO	<0,001***
TIEMPO x TIPO x GRUPO	<0,001***

TABLA 28. Evolución de F media según Tipo y Grupo de colutorio: resultados test F del modelo lineal general ANOVA de 2 vías y medidas repetidas.

Los siguientes gráficos (figuras 30, 31 y 32) permitieron interpretar la degradación de la fuerza en los distintos intervalos de tiempo:

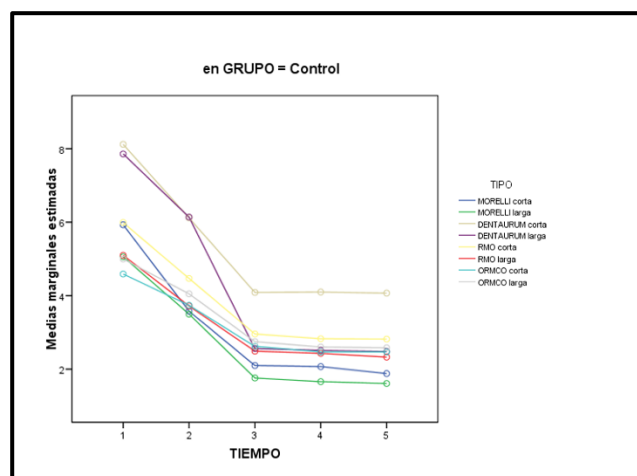


FIGURA 30. Degradación de la Fuerza en función del tiempo del grupo control.

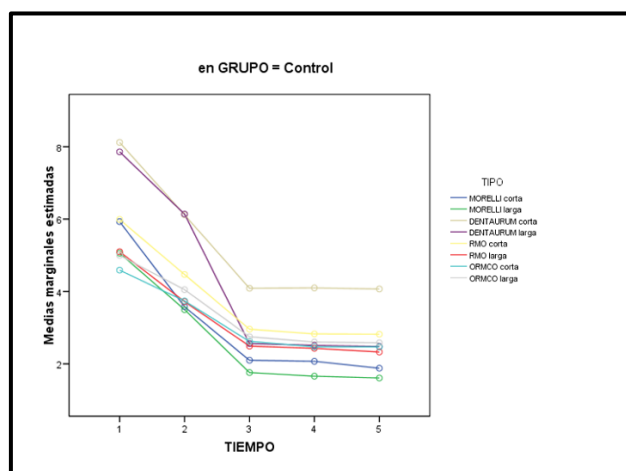


FIGURA 31. Degradación de la Fuerza en función del tiempo del grupo VITIS CPC Protect®

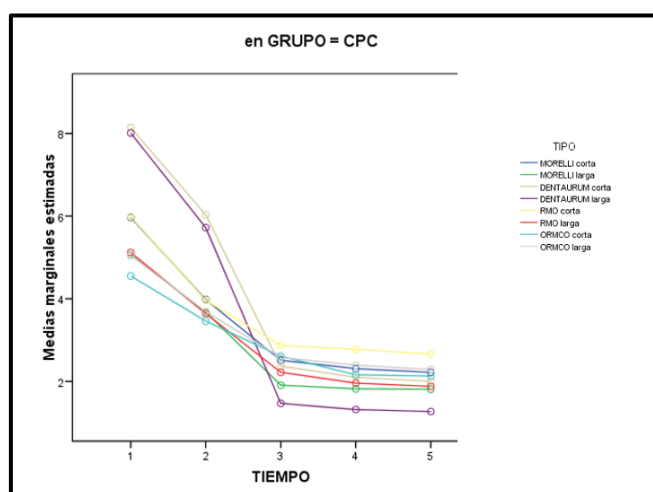


FIGURA 32. Degradación de la Fuerza en función del tiempo del grupo PERIO· AID® 0,05%

4.2.2 DEGRADACIÓN DE LA FUERZA A LAS 24 HORAS

Diferencias globales entre los tres grupos de colutorios a las 24 horas

En cuanto a las diferencias entre los colutorios, en la tabla 24 (T1b anexo) podemos observar como la degradación media general de las estructuras en el grupo control es del 25,8%, en el grupo de VITIS CPC Protect® del 28,6% y en el grupo PERIO·AID® 0,05% del 27%.

Por lo tanto, hay diferencias significativas ($p < 0,001$) entre cualquiera de los tres colutorios, aunque menos intensas entre PERIO·AID® 0,05% y el grupo control.

Diferencias entre los diferentes tipos de cadenas elastoméricas a las 24 horas

En la comparación de la degradación media entre los diferentes tipos de cadena elastomérica, la cadena de la casa comercial Ormco corta presentó un 20,6% de pérdida de fuerza, la más baja de todas y con diferencias significativas ($p < 0,001$).

A continuación, se situó la cadena elastomérica Ormco larga con 23,8% de pérdida de fuerza, que fue mejor que cualquiera de las restantes, a excepción de la cadena corta de Dentaureum (24,4%) con la que se igualó.

La cadena elastomérica corta de la casa Dentaureum (24,4%) tuvo una pérdida significativamente menor que cualquiera de las 5 restantes.

A continuación, encontramos Dentaureum larga (26,7%), similar a RMO larga (27,2%) y Morelli larga (28,7%).

La cadena elastomérica de la casa Morelli larga (28,7%) es comparable a RMO corta (29,7%), ambas significativamente mejores que la peor de todas, Morelli corta (35,9%).

Degradación media de cada tipo de cadena elastomérica individualmente dependiendo del colutorio a las 24 horas

Por otro lado, pudimos valorar si la degradación media de un tipo de cadeneta en concreto dependía del tipo de colutorio. Para la cadena elastomérica corta Morelli se perdió lo mismo con VITIS CPC Protect® (33,3%) que con PERIO·AID® 0,05% (34,9%) ($p=0,563$). Sin embargo, ambas pérdidas fueron significativamente menores ($p < 0,001$) que la del grupo control (39,6%).

Para la cadena elastomérica Morelli larga, se repitió exactamente el mismo patrón.

Para la cadena elastomérica corta de la casa Dentaureum, se perdió lo mismo con PERIO·AID® 0,05% que con el grupo control y, a su vez, lo mismo con el grupo control

que con el enjuague VITIS CPC Protect®. Sin embargo, se perdió significativamente menos con PERIO·AID® 0,05% (22,8%) que con VITIS CPC Protect® (25,9%).

Para la cadena de la casa Dentaaurum larga, los dos colutorios fueron similares ($p=0,07$) y perdieron más que el grupo control ($p<0,001$).

Para RMO corta, hubo diferencias significativas entre los 3 colutorios. Con el grupo control se perdió menos (25,4%) que con PERIO·AID® 0,05% (29,8%) y este a su vez menos que con VITIS CPC Protect® (33,9%).

Para RMO larga, con el colutorio PERIO·AID® 0,05% se perdió la fuerza de forma similar al grupo control y este a su vez similar al VITIS CPC Protect® (33,9%).

Para la cadena de la casa Ormco corta, el enjuague PERIO·AID® 0,05% (19,3%) se comportó de forma similar que el grupo control (18,5%), ambas significativamente mejores que el VITIS CPC Protect® (23,9%) ($p<0,001$).

Para la cadena Ormco larga, el grupo control perdió significativamente menos fuerza ($p<0,001$) que los otros dos, similares entre sí ($p=0,736$).

Comparación de la degradación de los distintos tipos de cadena elastomérica entre sí dentro de cada colutorio a las 24 horas

En la comparación de la degradación de la fuerza de los distintos tipos de cadeneta entre sí, dentro de cada colutorio, en este caso, para la cadena elastomérica Morelli corta, la degradación fue significativamente mayor que con la cadena larga, para cualquiera de los colutorios.

Para la cadena elastomérica Dentaaurum, no hubo diferencias entre la cadena corta y la larga dentro del grupo control o del colutorio VITIS CPC Protect®. Pero dentro del

enjuague PERIO·AID® 0,05% fue significativamente peor en la cadena larga que en la corta.

Para la cadena RMO, no hubo diferencias entre la corta y la larga en el grupo control, pero en los colutorios fue significativamente peor en la corta que en la larga.

Para la cadenaOrmco, no hubo diferencias entre la corta y la larga dentro del grupo control o VITIS CPC Protect®, pero dentro de PERIO·AID® 0,05% fue significativamente peor en la cadena larga que en la corta.

Diferencias generales entre distintas casas comerciales a las 24 horas

Haciendo una comparación entre las distintas casas comerciales en general, pero sin diferenciar entre cadenas elastoméricas con o sin distancia intereslabón (corta / larga), entre las 0 horas (T1) y las 24 horas (T2) la casa comercial que mejores propiedades demostró fue Ormco (22,2%), seguida de Dentaureum (25,6%), luego RMO (28,4%) y por último la casa comercial Morelli (32,3%). (Tabla 29)

(I) MARCA	(J) MARCA	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación ¹	Intervalo de confianza al 95 % para la diferencia	
					Límite inferior	Límite superior
MORELLI	DENTAURUM	-6,722*	,676	,000	-8,520	-4,924
	RMO	-3,860*	,676	,000	-5,658	-2,062
	ORMCO	-10,102*	,676	,000	-11,900	-8,304
DENTAURUM	MORELLI	6,722*	,676	,000	4,924	8,520
	RMO	2,862*	,676	,000	1,064	4,660
	ORMCO	-3,380*	,676	,000	-5,178	-1,582
RMO	MORELLI	3,860*	,676	,000	2,062	5,658
	DENTAURUM	-2,862*	,676	,000	-4,660	-1,064
	ORMCO	-6,242*	,676	,000	-8,040	-4,444
ORMCO	MORELLI	10,102*	,676	,000	8,304	11,900
	DENTAURUM	3,380*	,676	,000	1,582	5,178
	RMO	6,242*	,676	,000	4,444	8,040

TABLA 29. Diferencias generales entre distintas casas comerciales a las 24 horas basadas en las medidas marginales estimadas. *La diferencia de las medias es significativa al nivel 0,5. Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

4.2.3 DEGRADACIÓN DE LA FUERZA A LOS 7 DÍAS

Diferencias globales entre los tres grupos de colutorios a los 7 días

La degradación media general entre los tres grupos de colutorio entre las 0 horas y los 7 días fue en el grupo control (agua destilada) del 54, %, en el colutorio VITIS CPC Protect® del 59,1% y en el colutorio del PERIO·AID® 0,05% del 50,3%.

Hubo diferencias significativas entre los tres colutorios. El VITIS CPC Protect® produjo una pérdida significativamente más importante que el grupo control, mientras que PERIO·AID® 0,05% inhibió la degradación (fue el mejor) respecto a cualquiera de los otros dos (VITIS CPC Protect® o control).

Diferencias entre los diferentes tipos de cadenas elastoméricas a los 7 días

En la comparación de la degradación media entre los diferentes tipos de cadenetas, la cadena de la casa comercial Ormco corta presentó una degradación de un 41,5%, la más baja de todas y con diferencias significativas respecto a cualquier otra.

A continuación, la siguiente fue Ormco larga con un 45,7% que fue igual a RMO corta (47,7%) y mejor que cualquiera de las restantes.

Las cadenas elastoméricas de RMO corta (45,7%) y larga (49,9%) fueron similares y mejor que las cadenas restantes.

Después, en orden creciente de degradación encontramos: Dentaurem corta (57,6%), Morelli corta (61,3%), Morelli larga (63,3%) y Dentaurem larga (70,1%).

Degradación media de cada tipo de cadena elastomérica individualmente dependiendo del colutorio a los 7 días

Por otro lado, pudimos valorar si la degradación media de un tipo de cadeneta en concreto dependía del tipo de colutorio (Tabla 30). Para la cadena elastomérica corta de la casa Morelli, se perdió lo mismo con PERIO·AID® 0,05% (61,5%) que con el grupo control (64,6%), pero en ambos grupos el resultado fue peor respecto a VITIS CPC Protect® (58%).

Para la cadena elastomérica larga de Morelli, no hubo diferencias significativas en la pérdida de cualquiera de los tres grupos.

Para la cadena Dentaurem corta, se perdió el mismo porcentaje de fuerza con PERIO·AID® 0,05% (52,4%) que con el grupo control (49,6%), pero en ambos grupos el resultado fue mucho mejor que con VITIS CPC Protect® (70,9%).

Para Dentaureum larga, hubo diferencias entre los 3 colutorios. El que menos degradación obtuvo fue PERIO·AID® 0,05% (61,3%) seguido del grupo control (67,4%) y de VITIS CPC Protect® (81,7%).

Para la cadena elastomérica RMO, el enjuague de PERIO·AID® 0,05% es el que menos pérdida de fuerza experimenta (40,5%) respecto a los otros dos, homogéneos entre sí (50,6% y 52,1%).

Para la cadena RMO larga, hubo diferencias entre los 3 colutorios. El que mejor resultados obtuvo fue PERIO·AID® 0,05% (41,9%), seguido del grupo control (51,2%) y por último el que más degradación experimentó VITIS CPC Protect® (56,6%).

ParaOrmco corta, el enjuague PERIO·AID® 0,05% (39%) obtuvo mejores resultados que el grupo control (42,9%) y que VITIS CPC Protect® (42,6%).

Para la cadena elastomérica Ormco larga, PERIO·AID® 0,05% (43,2%) y el grupo control (45%) perdieron menos que VITIS CPC Protect® (48,9%).

TIPO	(I) GRUPO	(J) GRUPO	Diferencia entre medias (I-J)	Error tip.	Significación ¹	Intervalo de confianza al 95 % para la diferencia	
						Límite inferior	Límite superior
MORELU corta	Control	CPC	-6,598*	1,355	,000	-9,866	-3,329
		CPC+CHX	-3,098	1,355	,069	-6,367	,170
	CPC	Control	6,598*	1,355	,000	3,329	9,866
		CPC+CHX	3,500*	1,355	,031	,231	6,768
	CPC+CHX	Control	3,098	1,355	,069	-,170	6,367
		CPC	-3,500*	1,355	,031	-6,768	-,231
MORELU larga	Control	CPC	-2,891	1,355	,102	-6,160	,378
		CPC+CHX	-2,613	1,355	,165	-5,882	,655
	CPC	Control	2,891	1,355	,102	-,378	6,160
		CPC+CHX	,278	1,355	1,000	-2,991	3,546
	CPC+CHX	Control	2,613	1,355	,165	-,655	5,882
		CPC	-,278	1,355	1,000	-3,546	2,991
DENTAURUM corta	Control	CPC	21,276*	1,355	,000	18,007	24,544
		CPC+CHX	2,791	1,355	,122	-,477	6,060
	CPC	Control	-21,276*	1,355	,000	-24,544	-18,007
		CPC+CHX	-18,484*	1,355	,000	-21,753	-15,216
	CPC+CHX	Control	-2,791	1,355	,122	-6,060	,477
		CPC	18,484*	1,355	,000	15,216	21,753
DENTAURUM larga	Control	CPC	14,283*	1,355	,000	11,014	17,552
		CPC+CHX	-6,068*	1,355	,000	-9,336	-2,799
	CPC	Control	-14,283*	1,355	,000	-17,552	-11,014
		CPC+CHX	-20,351*	1,355	,000	-23,619	-17,082
	CPC+CHX	Control	6,068*	1,355	,000	2,799	9,336
		CPC	20,351*	1,355	,000	17,082	23,619
RMO corta	Control	CPC	1,508	1,355	,800	-1,760	4,777
		CPC+CHX	-10,086*	1,355	,000	-13,354	-6,817
	CPC	Control	-1,508	1,355	,800	-4,777	1,760
		CPC+CHX	-11,594*	1,355	,000	-14,863	-8,325
	CPC+CHX	Control	10,086*	1,355	,000	6,817	13,354
		CPC	11,594*	1,355	,000	8,325	14,863
RMO larga	Control	CPC	5,430*	1,355	,000	2,161	8,698
		CPC+CHX	-9,284*	1,355	,000	-12,552	-6,015
	CPC	Control	-5,430*	1,355	,000	-8,698	-2,161
		CPC+CHX	-14,713*	1,355	,000	-17,982	-11,445
	CPC+CHX	Control	9,284*	1,355	,000	6,015	12,552
		CPC	14,713*	1,355	,000	11,445	17,982
ORMCO corta	Control	CPC	-,255	1,355	1,000	-3,524	3,013
		CPC+CHX	-3,869*	1,355	,014	-7,138	-,600
	CPC	Control	,255	1,355	1,000	-3,013	3,524
		CPC+CHX	-3,614*	1,355	,025	-6,882	-,345
	CPC+CHX	Control	3,869*	1,355	,014	,600	7,138
		CPC	3,614*	1,355	,025	,345	6,882
ORMCO larga	Control	CPC	3,875*	1,355	,014	,606	7,144
		CPC+CHX	-1,784	1,355	,568	-5,053	1,485
	CPC	Control	-3,875*	1,355	,014	-7,144	-,606
		CPC+CHX	-5,659*	1,355	,000	-8,927	-2,390
	CPC+CHX	Control	1,784	1,355	,568	-1,485	5,053
		CPC	5,659*	1,355	,000	2,390	8,927

TABLA 30. Degradación media de un tipo de cadeneta en concreto dependiendo del tipo de colutorio

Comparación de la degradación de los distintos tipos de cadena elastomérica entre sí dentro de cada colutorio a los 7 días

En la comparación de los tipos de cadenas elastoméricas entre sí dentro de cada colutorio, para Morelli, la degradación con la cadena larga es significativamente mayor que con la cadena corta en el grupo de VITIS CPC Protect®. En los otros dos grupos fue similar.

La cadena Dentaureum larga, manifestó más degradación que la corta en cualquiera de los colutorios.

Para RMO larga, la degradación fue significativamente mayor que con la cadena corta sólo en VITIS CPC Protect®. En los otros 2 grupos fue similar.

Para la cadena elastomérica de la casa Ormco, la degradación con la cadena larga fue significativamente mayor que con la corta sólo en VITIS CPC Protect®. En los otros 2 grupos fue similar.

Diferencias generales entre distintas casas comerciales a los 7 días

Si hacemos una comparación entre casa comerciales (Tabla 31) entre las 0 horas (T1) y los 7 días (T3), la casa comercial que ofreció mejores propiedades fue Ormco (43,6%), luego RMO (48,8%), seguido de Morelli (62,3%) y por último Dentaureum (63,9%). Las dos últimas sin diferencias significativas.

(I) MARCA	(J) MARCA	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
					Límite inferior	Límite superior
MORELLI	DENTAURUM	1,5430	,86013	,445	-,7462	3,8322
	RMO	-13,5099*	,86013	,000	-15,7991	-11,2207
	ORMCO	-18,7215*	,86013	,000	-21,0107	-16,4323
DENTAURUM	MORELLI	-1,5430	,86013	,445	-3,8322	,7462
	RMO	-15,0529*	,86013	,000	-17,3421	-12,7637
	ORMCO	-20,2645*	,86013	,000	-22,5537	-17,9753
RMO	MORELLI	13,5099*	,86013	,000	11,2207	15,7991
	DENTAURUM	15,0529*	,86013	,000	12,7637	17,3421
	ORMCO	-5,2116*	,86013	,000	-7,5008	-2,9224
ORMCO	MORELLI	18,7215*	,86013	,000	16,4323	21,0107
	DENTAURUM	20,2645*	,86013	,000	17,9753	22,5537
	RMO	5,2116*	,86013	,000	2,9224	7,5008

TABLA 31. Comparación entre casas comerciales entre T1- T3.

4.2.4 DEGRADACIÓN DE LA FUERZA A LOS 14 DÍAS

Diferencias globales entre los tres grupos de colutorios a los 14 días

A partir de T3 (7 días) la fuerza se estabiliza, así hemos podido verlo en los gráficos de la figura 29, por lo tanto, esperamos que los resultados entre T1 (24 horas) y T4 sean similares a los obtenidos para el periodo anterior (T1-T3).

En las diferencias globales entre los tres grupos de colutorio, encontramos (tabla 24) una degradación media general en el colutorio del grupo control del 56,1%, en el grupo VITIS CPC Protect® del 63% y en el PERIO·AID® 0,05% del 54,9%.

Por lo tanto, encontramos diferencias significativas entre los tres enjuagues. El VITIS CPC Protect® produjo una pérdida significativamente más importante que el grupo control, mientras que el colutorio PERIO·AID® 0,05% obtuvo los mejores resultados respecto a cualquiera de los otros dos colutorios (agua destilada o VITIS CPC Protect®).

Diferencias entre los diferentes tipos de cadenas elastoméricas a los 14 días

Si comparamos la degradación media entre los diferentes tipos de cadena elastomérica (Tabla 32), la cadena elastomérica corta de la casa Ormco, presentó una degradación de la fuerza del 48,6%, la más baja de todas, similar a RMO corta (50,6%) y con diferencias significativas respecto a cualquier otra.

A continuación, se situó la cadena RMO corta con un 50,6% de degradación, que es igual a Ormco larga (51,4%) y mejor que cualquiera de las restantes.

La cadena Ormco larga (51,4%) fue similar a RMO larga (53,3%), pero mejor que las restantes.

A partir de ahí, y en orden creciente de degradación de la fuerza: RMO larga (53,3%), Dentaaurum corta (59,2%), Morelli corta (63,9%), Morelli larga (65,3%) y Dentaaurum larga (71,6%). Cualquiera de ellas es significativamente diferente a todas las demás, excepto las cadenas de la casa Morelli, que son prácticamente iguales.

	MORELLI corta	MORELLI larga	DENTAUR UM corta	DENTAUR UM larga	RMO corta	RMO larga	ORMCO corta
MORELLI corta							
MORELLI larga	1,000						
DENTAURUM corta	<0,001***	<0,001***					
DENTAURUM larga	<0,001***	<0,001***	<0,001***				
RMO corta	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***			
RMO larga	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	0,002**		
ORMCO corta	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	0,057	<0,001***	
ORMCO larga	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	1,000	0,127	0,001**
*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001							

TABLA 32. Diferencias estadísticas entre los distintos tipos de cadena elastomérica a los 7 días.

Degradación media de cada tipo de cadena elastomérica individualmente dependiendo del colutorio a los 14 días

En cuanto a la degradación media de un tipo de cadena concreta dependiendo del colutorio (Tabla 33), encontramos que, para Morelli corta, se perdió lo mismo con PERIO·AID® 0,05% (65,4%) que con el grupo control (65,1%); pero en ambos grupos el resultado fue peor respecto a VITIS CPC Protect® (61,3%).

Para Morelli, con el grupo control (67,2%) se perdió más que con cualquiera de los otros 2, VITIS CPC Protect® (64,1%) y PERIO·AID® 0,05% (64,6%).

Para Dentaurem corta, se perdió muchísimo con el colutorio de VITIS CPC Protect® (74,2%) respecto a PERIO·AID® 0,05% (54%) y, a su vez, respecto al grupo control (49,5%).

Para Dentaurem larga, hubo diferencias entre los 3 colutorios que, de mejor a peor resultado fueron, PERIO·AID® 0,05% (63,1%), control (68%) y VITIS CPC Protect® (83,5%).

Para RMO corta, el colutorio PERIO·AID® 0,05% fue el que menos perdió (45,6%) respecto a los otros dos, homogéneos entre sí (52,7% y 53,6%).

Para la cadena RMO larga, hubo diferencias entre los 3 colutorios que, de mejor a peor resultado fueron, PERIO·AID® 0,05% (46%), grupo control (52,4%) y VITIS CPC Protect® (61,7%).

ParaOrmco corta, el colutorio PERIO·AID® 0,05% (47%) y el control (46,2%) se comportaron mejor que VITIS CPC Protect® (52,5%).

Para la cadena larga de Ormco, el grupo control (48%) perdió menos que PERIO·AID® 0,05% (53,6%) y que VITIS CPC Protect® (52,7%).

TIPO	(I) GRUPO	(J) GRUPO	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación ¹	Intervalo de confianza al 95 % para la diferencia	
						Límite inferior	Límite superior
MORELLI corta	Control	CPC	-3,751*	1,151	,004	-6,527	-,974
		CPC+CHX	,380	1,151	1,000	-2,397	3,157
	CPC	Control	3,751*	1,151	,004	,974	6,527
		CPC+CHX	4,131*	1,151	,001	1,354	6,908
	CPC+CHX	Control	-,380	1,151	1,000	-3,157	2,397
		CPC	-4,131*	1,151	,001	-6,908	-1,354
MORELLI larga	Control	CPC	-3,100*	1,151	,023	-5,876	-,323
		CPC+CHX	-2,570	1,151	,080	-5,347	,207
	CPC	Control	3,100*	1,151	,023	,323	5,876
		CPC+CHX	,530	1,151	1,000	-2,247	3,307
	CPC+CHX	Control	2,570	1,151	,080	-,207	5,347
		CPC	-,530	1,151	1,000	-3,307	2,247
DENTAURUM corta	Control	CPC	24,695*	1,151	,000	21,918	27,472
		CPC+CHX	4,506*	1,151	,000	1,729	7,283
	CPC	Control	-24,695*	1,151	,000	-27,472	-21,918
		CPC+CHX	-20,189*	1,151	,000	-22,966	-17,412
	CPC+CHX	Control	-4,506*	1,151	,000	-7,283	-1,729
		CPC	20,189*	1,151	,000	17,412	22,966
DENTAURUM larga	Control	CPC	15,564*	1,151	,000	12,787	18,341
		CPC+CHX	-4,836*	1,151	,000	-7,612	-2,059
	CPC	Control	-15,564*	1,151	,000	-18,341	-12,787
		CPC+CHX	-20,400*	1,151	,000	-23,176	-17,623
	CPC+CHX	Control	4,836*	1,151	,000	2,059	7,612
		CPC	20,400*	1,151	,000	17,623	23,176
RMO corta	Control	CPC	,845	1,151	1,000	-1,932	3,621
		CPC+CHX	-7,175*	1,151	,000	-9,952	-4,398
	CPC	Control	-,845	1,151	1,000	-3,621	1,932
		CPC+CHX	-8,020*	1,151	,000	-10,797	-5,243
	CPC+CHX	Control	7,175*	1,151	,000	4,398	9,952
		CPC	8,020*	1,151	,000	5,243	10,797
RMO larga	Control	CPC	9,340*	1,151	,000	6,563	12,117
		CPC+CHX	-6,410*	1,151	,000	-9,187	-3,634
	CPC	Control	-9,340*	1,151	,000	-12,117	-6,563
		CPC+CHX	-15,750*	1,151	,000	-18,527	-12,974
	CPC+CHX	Control	6,410*	1,151	,000	3,634	9,187
		CPC	15,750*	1,151	,000	12,974	18,527
ORMCO corta	Control	CPC	6,348*	1,151	,000	3,571	9,125
		CPC+CHX	,831	1,151	1,000	-1,946	3,608
	CPC	Control	-6,348*	1,151	,000	-9,125	-3,571
		CPC+CHX	-5,517*	1,151	,000	-8,294	-2,740
	CPC+CHX	Control	-,831	1,151	1,000	-3,608	1,946
		CPC	5,517*	1,151	,000	2,740	8,294
ORMCO larga	Control	CPC	4,655*	1,151	,000	1,879	7,432
		CPC+CHX	5,612*	1,151	,000	2,835	8,388
	CPC	Control	-4,655*	1,151	,000	-7,432	-1,879
		CPC+CHX	,956	1,151	1,000	-1,820	3,733
	CPC+CHX	Control	-5,612*	1,151	,000	-8,388	-2,835
		CPC	-,956	1,151	1,000	-3,733	1,820

TABLA 33. Degradación media de cada tipo de cadena elastomérica individualmente dependiendo del colutorio a los 14 días

Comparación de la degradación de los distintos tipos de cadena elastomérica entre sí dentro de cada colutorio a los 14 días

En la diferencia de degradación de los distintos tipos de cadenas elastoméricas entre sí dentro de cada colutorio, para la cadena Morelli, la degradación con la cadena larga fue igual a la corta en cualquier colutorio.

Para la cadena Dentaurum, la larga implicó más degradación que la corta en cualquier colutorio.

Para la cadena RMO, la degradación con la cadena larga fue significativamente mayor que con la corta sólo en VITIS CPC Protect®. En los otros dos grupos fue similar.

Para la cadena Ormco, la degradación con la larga fue significativamente mayor que con la corta sólo en PERIO-AID® 0,05%. En los otros 2 grupos fue similar.

Diferencias generales entre distintas casas comerciales a los 14 días

Si hacemos una comparación general entre casas comerciales (sin diferenciar por cadena larga/corta) ni por tipo de colutorio, entre T1 (0 horas) y T4 (14 días), el ranking de mejor a peor marca fue: Ormco (50%) y RMO (52%) a nivel similar y por delante de Morelli (64,6%) y Dentaurum (65,4%), estas dos últimas sin diferencias significativas.

4.2.5 DEGRADACIÓN DE LA FUERZA A LOS 21 DÍAS

Diferencias globales entre los tres grupos de colutorios a los 21 días

Analizamos las diferencias globales entre los tres grupos de colutorios. La degradación media general fue en el grupo control del 57,1%, en el grupo del VITIS CPC Protect® del 64% y del grupo PERIO-AID® 0,05% del 56,4%.

Por lo tanto, el grupo del VITIS CPC Protect® obtuvo una pérdida de fuerza mucho mayor, estadísticamente significativa, que los otros dos grupos. Entre el grupo control (agua destilada) y el PERIO-AID® 0,05% ya no hubo diferencias.

Diferencias entre los diferentes tipos de cadenas elastoméricas a los 21 días

Al compararse la degradación media entre los diferentes tipos de cadeneta (Tabla 34), la cadena corta de Ormco presentó un 49,2%, de degradación respecto a T1 (0 horas), la más baja de todas y con diferencias significativas respecto a cualquier otra.

A continuación, se situó la cadena elastomérica Ormco larga (52,3%) y la de la casa RMO corta (53,1%), ambas iguales y mejores que cualquiera de las restantes.

A partir de ahí, y en orden creciente de degradación: RMO larga (55,7%), Dentaaurum corta (59,8%), Morelli larga (65,7%), Morelli corta (66,0%) y Dentaaurum larga (72,0%). Cualquiera de ellas es significativamente distinta a todas las demás, excepto las cadenas elastoméricas de la casa Morelli que obtuvieron resultados similares.

	MORELLI corta	MORELLI larga	DENTAUR UM corta	DENTAUR UM larga	RMO corta	RMO larga	ORMCO corta
MORELLI corta							
MORELLI larga	1,000						
DENTAURUM corta	<0,001***	<0,001***					
DENTAURUM larga	<0,001***	<0,001***	<0,001***				
RMO corta	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***			
RMO larga	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***		
ORMCO corta	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	
ORMCO larga	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	1,000	<0,001***	0,001**

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

TABLA 34. Diferencias estadísticas entre los diferentes tipos de cadenas elastoméricas a los 21 días

Degradación media de cada tipo de cadena elastomérica individualmente dependiendo del colutorio a los 21 días

Valorando si la degradación media de un tipo de cadena dependió del tipo de colutorio, obtuvimos que la cadena elastomérica corta de la casa Morelli perdió la misma fuerza con el colutorio de PERIO·AID® 0,05% (66,8%) que con el grupo control (68,3%); pero en ambos grupos el resultado fue peor respecto a VITIS CPC Protect® (62,8%).

La cadena elastomérica de Morelli larga, con el grupo control (68,2%) perdió más que con cualquiera de los otros dos grupos, VITIS CPC Protect® (64,3%) y PERIO·AID® 0,05% (64,8%).

La cadena Dentaureum corta, perdió el máximo con VITIS CPC Protect® (75,4%) respecto a PERIO·AID® 0,05% (54%) y, a su vez, respecto al grupo control (49,9%).

Para la cadena Dentaureum larga, hubo diferencias entre los 3 colutorios que, de mejor a peor resultado fueron PERIO·AID® 0,05% (63,5%), grupo control (68,4%) y VITIS CPC Protect® (84,1%).

La cadena RMO corta, mostró que PERIO·AID® 0,05% fue el que menos pierde (50,7%) respecto a control (52,9%) y a VITIS CPC Protect® (55,6%).

La cadena RMO larga, mostró diferencias entre los 3 colutorios que de mejor a peor resultado fueron PERIO·AID® 0,05% (49,6%), grupo control (54,3%) y VITIS CPC Protect® (63,3%).

Para la cadenaOrmco corta, el PERIO·AID® 0,05% (48,3%) y el grupo control (46,2%) se comportan mejor que colutorio de VITIS CPC Protect® (53,2%).

Para la cadenaOrmco larga, el grupo control (48,4%) perdió menos que PERIO·AID® 0,05% (53,8%) y que VITIS CPC Protect® (54,7%).

Comparación de la degradación de los distintos tipos de cadena elastomérica entre sí dentro de cada colutorio a los 21 días

En la comparación de la degradación de la fuerza de los distintos tipos de cadena elastomérica entre sí dentro de cada colutorio, obtuvimos que, para la Morelli, la degradación con la cadeneta larga fue igual a la corta en cualquiera de los colutorios empleados.

Para Dentaureum, la cadena larga implicó más degradación que la cadena corta en cualquiera de los colutorios.

Para la cadena de RMO, la degradación con larga fue significativamente mayor que con corta solo en el colutorio de VITIS CPC Protect®. En los grupos control (agua destilada) y PERIO-AID® 0,05% los resultados fueron similares.

Para la casa Ormco, la degradación con la cadena elastomérica larga fue significativamente mayor que con la cadena corta sólo en el grupo de PERIO-AID® 0,05%. En los otros dos grupos (control y VITIS CPC Protect®), los resultados obtenidos fueron similares.

Diferencias generales entre distintas casas comerciales a los 21 días

En cuanto a las diferencias generales entre las diferentes casas comerciales (Tabla 35), sin diferenciar entre cadenas largas o cortas ni por grupo de colutorio, a los 21 días de medición entre T1 (0 horas) y T5 (21 días), los mejores resultados los obtuvo Ormco con un 50,8% de degradación de la fuerza, seguido por RMO con un 54,4%, y por último Morelli y Dentaureum con un 65,9% y sin diferencias significativas.

(I) MARCA	(J) MARCA	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación ¹	Intervalo de confianza al 95 % para la diferencia	
					Límite inferior	Límite superior
MORELLI	DENTAURUM	,026	,761	1,000	-1,998	2,051
	RMO	-11,461*	,761	,000	-13,486	-9,437
	ORMCO	-15,094*	,761	,000	-17,118	-13,069
DENTAURUM	MORELLI	-,026	,761	1,000	-2,051	1,998
	RMO	-11,488*	,761	,000	-13,513	-9,463
	ORMCO	-15,120*	,761	,000	-17,145	-13,095
RMO	MORELLI	11,461*	,761	,000	9,437	13,486
	DENTAURUM	11,488*	,761	,000	9,463	13,513
	ORMCO	-3,632*	,761	,000	-5,657	-1,607
ORMCO	MORELLI	15,094*	,761	,000	13,069	17,118
	DENTAURUM	15,120*	,761	,000	13,095	17,145
	RMO	3,632*	,761	,000	1,607	5,657

TABLA 35. Diferencias generales entre distintas casas comerciales a los 21 días

V. DISCUSIÓN

V. DISCUSIÓN

Siguiendo el esquema establecido en los apartados anteriores, dividimos la discusión en dos partes:

5.1. PRIMERA PARTE: REVISIÓN SISTEMÁTICA Y META-ANÁLISIS

Las cadenas elastoméricas se utilizan de forma habitual en los tratamientos de ortodoncia para múltiples fines gracias a su gran versatilidad. Sin embargo, su eficacia sigue siendo un tema controvertido y cuestionado entre los diferentes autores, (Javanmardi y Salehi., 2016; Mirhashemi y cols., 2012; Nattras y cols., 1998; Pithon y cols., 2013; Larrabee y cols., 2012; Menon y cols., 2019; Kumar y cols., 2014; Al-Ani., 2019, Sadeghian y cols., 2017; Omidkhoda y cols., 2015; Behnaz y cols., 2017; Oshagh y cols., 2015; Ramachandraiah y cols., 2017; Nahidh y cols., 2017) debido tanto a la rápida caída de la fuerza de estos elementos con el paso del tiempo, como al deterioro que pueden sufrir como consecuencia de la acción de distintos factores externos.

En este sentido, el empleo de colutorios bucales, que forman parte de la higiene bucodental rutinaria de los tratamientos de ortodoncia, puede influir en la degradación de la fuerza de las cadenas elastoméricas y, por tanto, podrían favorecer la pérdida de eficacia de las mismas. La presente revisión sistemática tuvo como finalidad abordar en profundidad este tema.

En los últimos años, se planteó la hipótesis de que hacer gárgaras con un enjuague bucal, como el gluconato de clorhexidina, antes del procedimiento podría actuar posiblemente como una medida de protección adicional, reduciendo la carga oral microbiana del SARS-CoV-2 (Silva y cols., 2022), pero al mismo tiempo también podría haber sido un factor clave que contribuye a la disminución de las propiedades mecánicas de las cadenas elastoméricas utilizadas en ortodoncia.

En esta revisión se utilizaron 14 artículos para el análisis cualitativo y cuantitativo, por lo que se pudo realizar el meta análisis en todos ellos. Todos los estudios (Javanmardi y Salehi., 2016; Pithon y cols., 2013; Larrabee y cols., 2012; Menon y cols., 2019; Kumar y cols., 2014; Sadeghian y cols., 2017; Pithon y cols., 2013; Omidkhoda y cols., 2015; Behnaz y cols., 2017; Oshagh y cols., 2010; Ramachandraiah y cols., 2012; Nahidh y cols., 2017), excepto los de Al-Ani y cols., (Al Ani y cols., 2019) y Mirhashemi y cols., (Mirhashemi y cols., 2012) se consideraron de alta calidad y bajo riesgo de sesgo. Para calcular la calidad de los estudios se utilizó un protocolo adaptado de la herramienta QUIN de Sheth y cols., (Sheth y cols.,2022). Aunque muchas revisiones sistemáticas de odontología siguieron los criterios propuestos previamente por Sarkis-Onofre y cols., en 2014 (Sarkis- Onofre y cols., 2014), los autores decidieron implementar la nueva herramienta propuesta publicada en 2022 (Sheth y cols., 2022) ya que la consideraron una herramienta objetiva y fácilmente reproducible que mide el riesgo de sesgo con una fórmula. Hasta el momento no existe un criterio o herramienta universal que permita evaluar el índice de calidad de los estudios in vitro en revisiones sistemáticas. Así lo han afirmado autores como Tran y cols., (Tran y cols., 2021) quienes han verificado que la mayoría de las herramientas de evaluación de la calidad en revisiones sistemáticas y meta análisis de estudios in vitro en odontología fueron desarrolladas por los autores.

A la hora de analizar los resultados de este meta análisis hay que diferenciar tanto en el tipo de enjuague bucal utilizado como en el tiempo de uso, ya que la combinación de ambos factores es clave para sacar una conclusión de relevancia clínica.

En primer lugar, cabe señalar que, para todos los tiempos analizados, 24 h, 7, 14, 21 y 28 días, los resultados de este estudio mostraron diferencias significativas entre los grupos de enjuague bucal y los grupos de control.

En general, el uso de enjuagues bucales durante el tratamiento de ortodoncia, tanto de forma puntual como de forma prolongada, produce una mayor degradación de la resistencia de las cadenas elastoméricas.

Estos resultados fueron comparables a los reportados por otros autores (Behnaz y cols., 2017; Ramachandraiah y cols., 2017), quienes observaron disminuciones estadísticamente significativas en la fuerza en todos los grupos experimentales con un porcentaje medio de pérdida de fuerza después de 24 horas (Ramachandraiah y cols., 2017) que oscilaba entre 41,68 y 55,18% para todos los enjuagues bucales evaluados.

Sin embargo, durante la segunda semana, algunos autores (Menon y cols., 2019), encontraron que la fuerza disminuyó ligeramente respecto a la primera semana mientras que otros (Behnaz y cols., 2017) obtuvieron resultados muy similares.

También es destacable diferenciar entre los distintos tipos de enjuagues bucales, ya que no todos se comportan de la misma manera. Los resultados del presente trabajo sí demostraron que existe una mayor pérdida de propiedades de las cadenas elastoméricas cuando se utilizan enjuagues bucales a base de alcohol.

Respecto a los colutorios que contienen alcohol a diferentes concentraciones (Larrabee y cols., 2012; Pithon y cols., 2013; Menon y cols., 2019; Ramachandraiah y cols., 2017), como el Listerine®, varios autores (Larrabee y cols., 2012; Menon y cols., 2019; Kumar y cols., 2014; Al-Ani., 2019; Sadeghian y cols., 2017) obtuvieron resultados similares y con significatividad estadística en sus trabajos, encontrando que en todos los grupos apareció un claro incremento en la degradación de la fuerza de las

cadenas elastoméricas en comparación con el grupo control y con los enjuagues sin alcohol.

Concretamente, en el estudio de pérdida de fuerza de las cadenas sumergidas en colutorios a base de alcohol al 26,9% a las 24 horas, Menon y cols., (Menon y cols., 2019),

encontraron un porcentaje de degradación del 49,48%, mientras que el grupo sumergido en clorhexidina al 0,2% causó menor pérdida, con un 46,7% de degradación (Menon y cols., 2019). Resultados similares fueron obtenidos en otros estudios (Ramachandraiah y cols., 2017) en los que el porcentaje medio de pérdida de fuerza tras 24 horas fue del 41,68% a 55,18% para todos los grupos evaluados, y comparable a lo estudiado por otros autores (Behnaz y cols., 2017), quienes obtuvieron una caída de la fuerza estadísticamente significativa en todos los grupos de experimentación. Estos últimos autores encontraron que, a las 24 horas de medición, el grupo del Listerine® Total Care Zero (48,34%) y el Listerine® Healthy White con agentes blanqueadores (53,38%) tuvieron una pérdida elevada, mientras que la pérdida de fuerza del grupo control solo disminuyó un 42,18%. (Behnaz y cols., 2017)

Otros autores (Larrabee y cols., 2012) que estudiaron el colutorio Cepacol® encontraron incluso un mayor porcentaje de pérdida de fuerza (54,2%) a las 24 horas respecto al colutorio Listerine® (53%). Estos resultados fueron similares a los obtenidos en el presente trabajo, ya que a las 24 horas se encontró una caída de la fuerza estadísticamente significativa en los grupos de colutorios que tenían alcohol, como el Listerine®.

En los estudios que compararon la degradación de la fuerza durante un intervalo de 7 días, como el de Al-Ani (Al- Ani., 2019), encontraron que el enjuague bucal Listerine®

generó una descomposición de la fuerza menor al 50,53% frente al 51,61% en el grupo control en las cadenas Clear (Morelli®). Sin embargo, en las cadenas Lilac y Yellow (Morelli®) los porcentajes fueron mayores (53,35% y 52,51%) respecto a los grupos control (51,98% y 51,97%). Los valores obtenidos en el grupo de enjuague Listerine Zero® fueron menores al grupo Listerine® o al grupo control menos en las cadenas Lilac que la caída de la fuerza fue ligeramente mayor (52,07%). Paralelamente a ello, otros autores (Kumar y cols., 2014), encontraron que la mayor pérdida de la fuerza del Listerine® se produjo durante los primeros 7 días y luego la pérdida de fuerza fue ya más gradual. En nuestro meta análisis el impacto del Listerine® respecto al grupo control estuvo al límite de las diferencias significativas ($p=0,054$). Hubo una pérdida de fuerza obvia tras la aplicación del producto.

Otros autores (Behnaz y cols., 2017) que estudiaron la influencia de colutorios con agentes blanqueadores a los 7 días de medición, encontraron que el colutorio con agente blanqueador manifestó valores de pérdida ligeramente mayores (59,08%) frente al colutorio sin agente blanqueador (58,51%). Respecto a otros colutorios, en nuestro metaanálisis, a los 7 días de medición, el alcohol degradó las cadenas elastoméricas con más fuerza que la clorhexidina al 0,2%, el enjuague Persica o el colutorio de fluoruro de sodio.

A los 14 días de medición algunos autores como Menon y cols., (Menon y cols., 2019) encontraron que la fuerza disminuyó ligeramente respecto a los 7 días. Los peores comportamientos los mostraron el grupo del alcohol al 26,9%, y el enjuague Listerine® seguido por el agente de fluoruro de sodio al 0,04%, la saliva artificial y la clorhexidina al 0,2%, respectivamente. Los mejores resultados los obtuvieron el enjuague de Clorex Plus®.

Otros autores (Behnaz y cols., 2017), sin embargo, obtuvieron resultados muy similares a los 7 días y a los 14 días. Los peores resultados fueron obtenidos por el colutorio Listerine Healthy White®, seguido del Listerine® Total Care Zero y del grupo control. Sin embargo, en nuestro meta análisis, tanto el alcohol como el fluoruro revelaron una pérdida de fuerza importante respecto a sus respectivos controles ($p=0,018$) a los 14 días de medición. Entre colutorios hubo diferencias notables, pero no estadísticamente significativas ($p=0,076$). El alcohol y el Listerine® generaron una degradaron en la fuerza de las cadenas elastoméricas similar y con resultados mayores respecto a la clorhexidina al 02%, Persica y el fluoruro de sodio.

A los 21 días de medición, autores como Al-Ani (Al- Ani., 2019), observaron cómo la fuerza disminuyó con la acción del colutorio, pero ligeramente. Los peores resultados se manifestaron en el grupo Listerine® con un 57,58% de descomposición. Los valores de descomposición más bajos se obtuvieron en el grupo control (53,65%) y en el grupo de Listerine® Zero (53,82%). En otros estudios (Menon y cols., 2019), el enjuague Listerine® también obtuvo el porcentaje de descomposición más alto frente a los mejores resultados del enjuague Clorhex Plus®. En el estudio de Behnaz y cols. (Behnaz y cols., 2017), también se encontraron porcentajes de pérdida menor en el grupo control (64,8%) pero los valores de los enjuagues con y sin agente blanqueador fueron muy similares, del 66,17% y 66% de pérdida de fuerza, respectivamente. Resultados reflejados de forma similar en nuestro meta análisis en el cual el uso de colutorio también mostró una degradación evidente de la fuerza respecto a los grupos control. El Listerine® generó una degradación mayor que la clorhexidina al 0,2%, Persica o el fluoruro de sodio.

A los 28 días, tanto los estudios de Menon y cols., (Menon y cols., 2019) y de Ramachandraiah y cols., (Ramachandraiah y cols., 2017) encontraron que el Listerine® generó una degradación total de la fuerza del 71,6% y del 69,25%, respectivamente. El enjuague bucal Listerine® causó una descomposición de la fuerza del 71,6% a los 28 días seguido del alcohol al 26,9% con una descomposición del 69,26%, del Colgate Phos-Flur® (65,22%), del enjuague Clorhex Plus® (64,91%), de los agentes de fluoruro de sodio al 0,04% (64,2%) y por último de la clorhexidina al 0,2% (64%).

Otros autores (Behnaz y cols., 2017), encontraron que el porcentaje de descomposición mayor lo obtuvo el colutorio de agente blanqueador, Listerine Healthy White® con una pérdida del 86,48%, seguido por el Listerine® Total Care Zero (76,73%) y el grupo control (66,3%). Estos resultados, contradicen lo mostrado por otros autores (Pithon y cols. 2013) quienes mostraron que la interacción de las cadenetras con los enjuagues bucales con agente blanqueador no tuvo influencia significativa en la pérdida de fuerza.

El presente estudio encontró que, a los 28 días, ni el alcohol ($p= 0,184$) ni el colutorio Listerine® ($p= 0,217$) presentaron diferencias estadísticamente significativas respecto a sus controles. A este tiempo, la potencia estadística disminuyó considerablemente. Tampoco se encontraron diferencias entre las fuerzas medidas de los diferentes colutorios ($p= 0,778$).

Respecto a las limitaciones encontradas al realizar esta revisión, puntualizar que, la mayoría de los autores proporcionaron las medidas exactas de fuerza registrada, menos Omidkhoda y cols., (Omidkhoda y cols., 2015) que lo hizo en términos de reducción porcentual.

En la mayoría de los estudios (Javanmardi y Salehi., 2016; Mirhashemi y cols., 2012; Pithon y cols., 2013; Larrabee y cols., 2012; Menon y cols., 2019; Kumar y cols., 2014; Al- Ani., 2019; Omidkhoda y cols., 2015; Behnaz y cols., 2017; Oshagh y cols., 2015), apenas se estudia una casa comercial, en lugar de comparar varias para poder comparar su comportamiento frente a la descomposición en función del tiempo y del tipo de colutorio. Únicamente Ramachandraiah y cols., (Ramachandraiah y cols., 2017) y Sadeghian y cols., (Sadeghian y cols., 2017) compararon tres y dos casas comerciales respectivamente. Dos autores (Omidkhoda y cols., 2015; Nahidh y cols., 2017) hicieron diferencia entre distancia entre eslabones y únicamente uno comparó cadenas pre estiradas y sin preestirar. (Ramachandraiah y cols., 2017)

Se deberían estandarizar los criterios como el número de módulos que se miden, la distancia entre pins o el tipo de cadeneta para obtener mejores resultados.

5.2. SEGUNDA PARTE: ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DE DOS COLUTORIOS A BASE DE CETILPIRIDIMINO SOBRE LA DEGRADACIÓN DE LA FUERZA DE CADENAS ELASTOMÉRICAS DE ORTODONCIA. ESTUDIO IN VITRO

Se realizó un estudio prospectivo in vitro en el que se estudió la degradación de la fuerza de las cadenas elastoméricas transparentes de ortodoncia de 4 casas comerciales (Rocky Mountain, Ormco, Morelli y Dentaaurum) en dos tipos de configuraciones, con y sin enlace entre eslabones. Y a las que, además, se les añadieron dos tipos de colutorios bucales a base de cloruro de cetilpiridinio para, de igual forma, observar si el uso de éstos afectaba en la pérdida de las propiedades de las mismas. Los colutorios seleccionados para el estudio fueron PERIO·AID® 0,05% (Clorhexidina 0,05% + CPC 0,05%) y Vitis CPC Protect® (CPC 0,07%).

Tras el metaanálisis realizado y lo revisado en la literatura, podemos afirmar que algunos colutorios como el Listerine® o aquellos que contienen alcohol afectan de forma negativa a la degradación de la fuerza de las cadenas elastoméricas, aumentando la pérdida de sus propiedades (Larrabe y cols., 2012; Pithon y cols., 2013; Menon y cols., 2019; Ramachandraiah y cols., 2019; Kumar y cols., 2014; Al-Ani., 2019; Sadeghian y cols., 2017), pero existen otros colutorios como los que contienen cloruro de cetilpiridinio que no han sido tan estudiados, y que a día de hoy sabemos que podrían ser un complemento en la higiene de nuestros pacientes de ortodoncia por su actividad antiplaca (Lee y cols., 2017; Harper y cols., 1996; Pawha y cols., 2011) y que, como hemos podido revisar en estudios del último año, influyen de manera positiva disminuyendo la carga viral en la cavidad oral y en enfermedades como el SARS CoV-2. (Mezarina Mendoza y cols., 2022)

Además, estudios como el de Gómez y Valerón., en 2021, determinaron que la combinación del cloruro de cetilpiridinio y la clorhexidina puede ser muy beneficiosa, mostrando resultados muy positivos en enfermedades como la candidiasis pseudomembranosa. (Gómez y Valerón., 2021)

Para el presente estudio, un total de 240 muestras de cadenas elastoméricas se midieron a los tiempos de 0 horas, 24 horas, 7 días, 14 días y 21 días. Los primeros estudios y resultados publicados sobre la degradación de las propiedades mecánicas de los elastómeros en función al tiempo aparecieron en la década de 1970. Según Chang y cols., ya los estudios de Hershey y Reynolds., en 1979 (Chang y cols., 2018), informaron que el 50% de la fuerza se perdió durante el primer día, mientras que durante las siguientes cuatro semanas solo se perdió el 10% de la fuerza inicial (Chang y cols., 2018). Sin embargo, otros autores (Kardach y cols., 2017) llegaron a la conclusión de que en ambos tipos de cadenas se produjo la mayor disminución de la fuerza durante la primera semana (7 días) hasta conseguir un nivel constante en las semanas siguientes.

Por todo ello y con la motivación de saber si en el caso de cadenas elastoméricas se refiere, se podrían acortar las citas de ortodoncia a menos de 28 días, como hacemos de manera habitual en las consultas de ortodoncia, se decidió hacer el estudio en un total de 21 días, de manera similar a como lo realizaron autores como Al-Ani., en 2019 y Javanmardi y Salehi., en 2016 (Al-Ani., 2019; Javanmardi y Salehi., 2016). Por otro lado, otros autores realizaron las mediciones con intervalo total de 28 días, aunque en todos ellos el patrón de degradación de la fuerza siguió la misma evolución que los trabajos a 21 días. (Menon y cols., 2019; Behnaz y cols., 2017; Nahidh y cols., 2017; Ramachandraiah y cols., 2017; Mirhashemi y cols., 2012; Sadeghian y cols., 2017;

Omidkhoda y cols., 2015; Oshagh y cols., 2015; Kumar y cols., 2014; Pithon y cols., 2013; Larrabee y cols., 2012)

Las condiciones del estudio fueron seguidas según la normativa ISO 21606:2007 para materiales elastoméricos de uso ortodóncico.

El registro de la fuerza se llevó a cabo en una máquina de tracción universal tipo Instron (Lam Technologies; LMT100) como en los estudios de Behnaz y cols., Kumar y cols., Mirhashemi y cols., y Sadeghian y cols., (Behnaz y cols., 2018; Kumar y cols., 2014; Mirhashemi y cols., 2017; Sadeghian y cols., 2017)

En otros estudios, (Pithon y cols., 2013; Javanmardi y Salehi., 2016; Al-Ani., 2019; Ramachandraiah y cols., 2017; Nahidh y cols., 2017; Menon y cols., 2019; Omidkhoda y cols., 2015; Oshagh y cols., 2015) las mediciones se realizaron con un dinamómetro digital tipo Lutron (FG 500 N).

En cuanto a la distancia entre pins, a la hora de la prueba de tracción extendimos las muestras hasta 4 veces la longitud de prueba y la mantuvimos así durante 5 segundos.

Después de 5 segundos, relajamos la extensión hasta una extensión de 3 veces la longitud de prueba, distancia a la cual se almacenaron las muestras. Todo ello, siguiendo el protocolo ISO 21606: 2007 para materiales elastoméricos de uso ortodóncico y de forma similar que otros estudios como los de Mirhashemi y cols. (Mirhashemi y cols., 2012), Ditmer y cols., (Ditmer y cols., 2010), o lo recomendado ya en 1970, por Bishara y Andreassen. (Andreassen y Bishara., 1970). Sin embargo, existen discrepancias entre los autores, puesto que muchos de ellos como Behnaz y cols., Sadeghian y cols., Omidkhoda y cols., Oshagh y cols. y Kumar y cols., (como Behnaz y cols., 2018; Sadeghian y cols., 2017; Omidkhoda y cols., 2015; Oshagh y cols., 2015; Kumar y cols., 2014) determinaron una distancia entre pins de 25mm

justificados por un estudio de Nattrass y cols., en 1996 (Nattrass y cols., 1998) en el que demostró que es la distancia más frecuente x ser la distancia media entre canino y primer molar, junto con el uso de 4 eslabones de cadena elastomérica. Aunque de estos estudios nombrados solo el de Oshagh y cols., y Kumar y cols., utilizaron los 4 eslabones. (Oshagh y cols., 2015; Kumar y cols., 2014). Otros autores como Pithon y cols., Larrabee y cols., y Menon y cols., establecieron la distancia entre pins a 23,5 mm (Pithon y cols., 2013; Larrabee y cols., 2012; Menon y cols., 2019), y Al- Ani., en 2019 y Nahidh y cols., a 29 mm. (Al- Ani., 2019; Nahidh y cols., 2017).

Respecto al número de eslabones, nuestras muestras fueron de 5 eslabones como en los estudios de Sadeghian y cols., Javanmardi y Salehi., y Pithon y cols., (Sadeghian y cols., 2017; Javanmardi y Salehi., 2016; Pithon y cols., 2013) Los estudios de Oshagh y cols., y Kumar y cols., se realizaron con muestras de 4 eslabones (Oshagh y cols., 2015; Kumar y cols., 2014), Menon y cols., y Larrabee y cols., con muestras de 3 eslabones (Menon y cols., 2019; Larrabee y cols., 2012) y el estudio de Behnaz y cols., con 6 eslabones. (Behnaz y cols., 2017)

Respecto a la elección del grupo control, nuestro estudio fue realizado con agua destilada, al igual que muchos autores (Al-Ani., 2019; Nahidh y cols., 2017; Oshagh y cols., 2015; Kumar y cols., 2014; Pithon y cols., 2013; Larrabee y cols., 2012), sin embargo, en otros estudios utilizaron saliva artificial (Menon y cols., 2019; Behnaz y cols., 2017; Ramachandraiah y cols., 2017; Sadeghian y cols., 2017; Javanmardi y Salehi., 2016; Omidkhoda y cols., 2015) y muchos otros, como nosotros, agua destilada.

En cuanto al almacenamiento de las muestras, fueron conservadas en una incubadora digital a $(37 \pm 2) ^\circ\text{C}$ y una humedad relativa de $(50 \pm 10 \%)$ siguiendo el protocolo ISO

21606: 2007 para materiales elastoméricos de uso ortodóncico simulando las condiciones en boca, de igual forma que la mayoría de los estudios revisados (Pithon y cols., 2013; Oshagh y cols., 2015; Sadeghian y cols., 2017; Menon y cols., 2019; Larrabee y cols., 2012; Nahidh y cols., 2017; Mirhashemi y cols., 2017; Ramachandraiah y cols., 2017; Behnaz y cols., 2018; Kumar y cols., 2014; Al-Ani., 2019), sin embargo, Omidkhoda y cols., en 2015, Eladies y cols., en 2005 o Taloumis y cols. en 1997 (Omidkhoda y cols., 2015; Eladies y cols., 2005; Taloumis y cols., 1997), las conservaron a 22-24°C simulando las condiciones ambientales fuera de boca.

En el presente estudio, la aplicación de los colutorios se realizó siguiendo la pauta del fabricante, 60 segundos dos veces al día, variable que coincidió con casi todos los estudios. (Al-Ani., 2019; Menon y cols., 2019; Nahidh y cols., 2017; Ramachandraiah y cols., 2017; Mirhashemi y cols., 2017; Sadeghian y cols., 2017; Javanmardi y Salehi., 2016; Omidkhoda y cols., 2015; Oshagh y cols., 2015; Larrabee y cols., 2012)

A la hora de comparar los resultados y el comportamiento entre diferentes tipos de cadenas elastoméricas como en nuestro estudio, cortas y largas, con o sin enlace inter eslabón, destacar que la mayoría de los estudios realizados sobre los cambios en las propiedades de las cadenas elastoméricas de ortodoncia y colutorios han sido realizados con un solo tipo de cadena y, prácticamente todos, emplearon la cadena elastomérica corta. (Al-Ani., 2019; Menon y cols., 2019; Behnaz y cols., 2017; Nahidh y cols., 2017; Ramachandraiah y cols., 2017; Sadeghian y cols., 2017; Javanmardi y Salehi., 2016; Kumar y cols., 2014; Pithon y cols., 2013; Larrabee y cols., 2012). Solo los estudios de Omidkhoda y cols., en 2015, hicieron distinción entre cadenas cortas y cerradas, los cuales mostraron que las cadenas elastoméricas con menor distancia intereslabón produjeron una mayor pérdida de fuerza, en contraposición de los

estudios de Baty y cols., y de De Genova y cols., (Baty y cols., 1994; De Genova y cols., 1985; Omidkhoda y cols., 2015). Según nuestros resultados no hubo diferencias estadísticamente significativas pero las cadenas elastoméricas sin distancia intereslabón manifestaron mejores resultados.

Otro aspecto interesante de nuestro estudio fue la comparación de cuatro casas comerciales de ortodoncia frente a la mayoría de los estudios de cadenetas y colutorios que fueron realizados con solo una (Al- Ani., 2019; Menon y cols., 2019; Behnaz y cols., 2017; Nahidh y cols., 2017; Mirhashemi y cols., 2012; Javanmardi y Salehi., 2016; Omidkhoda y cols., 2015; Oshagh y cols., 2015; Kumar y cols., 2014; Pithon y cols., 2013; Larrabee y cols., 2012). Solo en los estudios de Sadeghian y cols., y Ramachandraiah y cols., sí que utilizaron 2 y 3 marcas. (Sadeghian y cols., 2017; Ramachandraiah y cols., 2017)

Respecto a los colutorios estudiados por los autores, en cuanto al patrón de degradación de la fuerza de las cadenas de ortodoncia, hay mucha variedad. Los más estudiados han sido el Listerine®, la clorhexidina en diferentes concentraciones y el fluoruro de sodio (Al- Ani., 2019; Menon y cols., 2019; Behnaz y cols., 2017; Nahidh y cols., 2017; Ramachandraiah y cols., 2017; Sadeghian y cols., 2017; Omidkhoda y cols., 2015; Oshagh y cols., 2015; Pithon y cols., 2013). Autores como Pithon y cols., han estudiado el efecto de los agentes blanqueadores y a otros como Nahidh y cols., extractos de plantas. (Pithon y cols., 2013; Nahidh y cols., 2017)

Sin embargo, solo hemos encontrado un estudio realizado por Pithon y cols., en 2013 que estudiaran el efecto de enjuagues bucales con cloruro de cetilpiridinio en el cambio de las propiedades de ortodoncia. (Pithon y cols., 2013)

En cuanto a las comparaciones entre los colutorios empleados en nuestro estudio, PERIO·AID® 0,05% (clorhexidina 0,05% + cloruro de cetilpiridinio 0,05%) y Vitis CPC Protect® (cloruro cetilpiridinio 0,07%), el grupo de PERIO·AID® 0,05% mostró mejores resultados que los otros dos grupos en algunos de los tipos de cadenas (en función del tipo de eslabón y casa comercial) y Vitis CPC Protect® mostró mayor degradación que los otros dos grupos en algunos de los tipos de cadenas elastoméricas. El grupo control se situaría en una posición intermedia, con una fuerza tan alta como PERIO·AID® 0,05% y con la fuerza tan baja como Vitis CPC Protect® en otros.

A las 24 horas de medición, en nuestro estudio hubo una pérdida de fuerza estadísticamente significativa ($p < 0,001$) en los tres grupos de colutorios. Respecto a casas comerciales, el peor resultado fue obtenido por la cadena elastomérica de la casa Morelli sin distancia intereslabón (corta) donde la degradación de la fuerza llegó hasta el 39%.

En dos trabajos de Pithon y cols., en 2013 (Pithon y cols., 2013) en los que estudiaron la degradación de la fuerza de las cadenas elastoméricas de ortodoncia en diferentes enjuagues bucales con clorhexidina y enjuagues con cloruro de cetilpiridinio al 0,75% + cloruro de sodio al 0,05%, y de cloruro de cetilpiridinio al 0,05% con peróxido de hidrógeno, también mostraron que la mayor degradación de la fuerza ocurrió durante las primeras 24 horas.

Otra similitud con nuestros resultados fue que, durante todos los días de medición respecto a los colutorios empleados, la mayor pérdida de fuerza ocurrió en el grupo control, en el cual no había sumergido ningún colutorio, si bien el grupo control de este estudio fue saliva artificial y en nuestro estudio fue agua destilada. (Pithon y cols., 2013)

Realmente estos autores (Pithon y cols., 2013) fueron los únicos que incluyeron en su trabajo algún colutorio con cloruro de cetilpiridinio y, aun así, no disponemos de muchos datos puesto que el objetivo real de este trabajo no fue estudiar los efectos del CPC en la degradación de la fuerza de las cadenas elastoméricas de ortodoncia sino el efecto de los agentes blanqueadores. De todas formas, ningún colutorio empleado en este trabajo, entre los que se encontraban los compuestos por cloruro de cetilpiridinio, aumentaron la degradación de las cadenas elastoméricas de ortodoncia de forma significativa. (Pithon y cols., 2013)

La existencia de la escasa literatura publicada sobre el efecto de los enjuagues de cloruro de cetilpiridinio sobre el patrón de degradación de la fuerza de las cadenas elastoméricas de ortodoncia podría considerarse una limitación del presente estudio ya que fue complicado comparar datos. Sin embargo, al mismo tiempo, ha permitido la realización de un estudio novedoso, y ha supuesto la apertura de una nueva línea de investigación interesante tanto a nivel clínico como científico.

Se recomienda para futuros estudios que vayan a continuar con esta misma línea de investigación, que lleven a cabo un protocolo estandarizado y riguroso sobre el tipo de cadena a estudiar, el número de eslabones, la distancia entre pins o las condiciones ambientales para que la comparación entre ellos nos proporcione datos estadísticamente exactos, siguiendo además la normativa ISO 21606: 2007 para materiales elastoméricos.

VI. CONCLUSIONES

VI.CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas en el presente estudio han sido las siguientes:

1. En la revisión sistemática y meta – análisis se demostró que se produce una mayor caída de la fuerza de las cadenas elastoméricas tras ser sometidas a la acción de diferentes enjuagues bucales, especialmente aquellos que contienen alcohol. Los enjuagues bucales como el Listerine® y los que contienen alcohol aumentan la velocidad de degradación de las propiedades físicas de las cadenas elastoméricas de ortodoncia. Las diferencias respecto al grupo control son mayores durante los primeros 21 días, equiparándose los valores a los de saliva artificial a los 28 días de uso. Los resultados respecto a los enjuagues bucales a base de fluoruro de sodio son controvertidos ya que se observó una mayor degradación respecto al grupo control durante la primera y la tercera semana de uso. La aplicación de enjuagues bucales a base de Persica o clorhexidina al 0,2% no produjo ningún efecto adverso sobre la degradación de las cadenas elastoméricas para ninguno de los periodos analizados.
2. Las cadenas elastoméricas de ortodoncia sufren una fuerte caída de la fuerza durante los primeros días de tratamiento, siendo a partir de la primera semana cuando manifiestan valores más constantes. El enjuague bucal PERIO·AID® 0,05% manifestó mejores resultados en cuanto a degradación de la fuerza de las cadenas elastoméricas que el Vitis CPC Protect®. Hubo diferencias estadísticamente significativas entre ellos. Por lo tanto, PERIO·AID® 0,05% es la

mejor opción para recomendar a nuestros pacientes como elemento de higiene complementaria en los tratamientos de ortodoncia.

3. Entre las cuatro casas comerciales estudiadas, Morelli®, Dentaurum®, Rocky Mountain® y Ormco®, la cadena elastomérica sin distancia intereslabón de la casa comercial Ormco® fue la que demostró mejores propiedades durante todo el estudio, sufriendo menos pérdida de sus propiedades en función a lo largo del tiempo, independientemente del colutorio aplicado.
4. En general, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de cadenas elastoméricas con o sin distancia intereslabón, aunque las que no tenían manifestaron mejores resultados a lo largo de todo el estudio.

VII. BIBLIOGRAFÍA

VII. BIBLIOGRAFÍA

Addy M, Jenkins S, Newcombe R. The effect of triclosan, stannous fluoride and chlorhexidine on: (I) plaque regrowth over a 4-day period. J Clin Periodontol. 1990; 17:693-7.

Addy M, Moran JM. Clinical indications for the use of chemical adjuncts to plaque control: chlorhexidine formulations. Periodontol 2000. 1997; 15:52- 4.

Addy M, Moran J, Newcombe RG. Meta-analyses of studies of 0.2% delmopinol mouth rinse as an adjunct to gingival health and plaque control measures. J Clin Periodontol. 2007 Jan;34(1):58-65.

Al – Ani RA. The effect of mouth wash containing alcohol on force degradation of colored elastomeric chains. Indian Journal of Public Health Research & Development. 2019 october;10(10).

Aldrees AM, Al-Foraidi SA, Murayshed MS, Almoammar KA. Color stability and force decay of clear orthodontic elastomer chains: An invitro study. Int Orthod. 2015 Sep; 13(3):287-301.

Alshehri FA. The use of mouthwash containing essential oils (LISTERINE®) to improve oral health: A systematic review. Saudi Dent J. 2018 Jan;30(1):2-6.

Andreasen GF, Bishara S. Comparison of alastik chains with elastics involved with intra-arch molar to molar forces. Angle Orthod. 1970 Jul;40(3):151-8.

Bibliografía

Balhoff DA, Shuldberg M, Hagan JL, Ballard RW, Armbruster PC. Force decay of elastomeric chains - a mechanical design and product comparison study. J Orthod. 2011 Mar;38(1):40-7.

Banks PA, Chadwick SM, Asher-McDade C, Wright JL. Fluoride-releasing elastomerics--a prospective controlled clinical trial. Eur J Orthod. 2000 Aug;22(4):401-7.

Bañó-Polo M, Martínez-Gil L, Sánchez Del Pino MM, Massoli A, Mingarro I, León R, García-Murria MJ. Cetylpyridinium chloride promotes disaggregation of SARS-CoV-2 virus-like particles. J Oral Microbiol. 2022 Jan 24;14(1):2030094.

Baratieri C, Mattos CT, Alves M Jr, Lau TC, Nojima LI, de Souza MM, Araujo MT, Nojima Mda C. In situ evaluation of orthodontic elastomeric chains. Braz Dent J. 2012;23(4):394-8.

Baricevic M, Mravak-Stipetic M, Majstorovic M, Baranovic M, Baricevic D, Loncar B. Oral mucosal lesions during orthodontic treatment. Int J Paediatr Dent. 2011 Mar;21(2):96-102.

Barlow M, Kula K. Factors influencing efficiency of sliding mechanics to close extraction space: a systematic review. Orthod Craniofac Res. 2008 May;11(2):65-73.

Bascones A, Morante S. Antisépticos orales. Revisión de la literatura y perspectiva actual. Av Periodoncia. 2006;18(1):31-59.

Baty DL, Storie DJ, Von Fraunhofer JA. Synthetic elastomeric chains: a literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1994;105(6):536-42.

Becker K, Brunello G, Scotti L, Drescher D, John G. Efficacy of 0.05% Chlorhexidine and 0.05% Cetylpyridinium Chloride Mouthwash to Eliminate Living Bacteria on In Situ Collected Biofilms: An In Vitro Study. *Antibiotics (Basel)*. 2021 Jun 17;10(6):730.

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 Oct-Dec;11(4):427-31.

Bokas J, Woods M. A clinical comparison between nickel titanium springs and elastomeric chains. *Aust Orthod J*. 2006 May;22(1):39-46.

Bousquet JA Jr, Tuesta O, Flores-Mir C. In vivo comparison of force decay between injection molded and die-cut stamped elastomers. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006 Mar;129(3):384-9.

Castelló CA, Zamora-Martínez N, Paredes-Gallardo V, Tarazona-Álvarez B. Effect of mouthwashes on the force decay of polymeric ligature chains used for dental purposes: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health*. 2023 Aug 4;23(1):538.

Chang JH, Hwang CJ, Kim KH, Cha JY, Kim KM, Effects of prestretch on stress relaxation and permanent deformation. *Korean J Orthod*. 2018 Nov; 48(6):384-94.

Chen MH, Chang PC. The effectiveness of mouthwash against SARS-CoV-2 infection: A review of scientific and clinical evidence. J Formos Med Assoc. 2021 Oct 8;121(5):879–85.

Corbet EF, Davies WI. The role of supra- gingival plaque in the control of progres- sive periodontal disease. A review. J Clin Periodontol 1993; 20(5): 307-13.

De Aguiar AM, de Aguiar AM, Gurgel Jde A, Vercelino CR, Filho EM, Bandeca MC, Tavares RR. The prestretching effect on the force decay of orthodontic elastic chain. J Contemp Dent Pract. 2014 jul 1;15(4):456-60

De Genova DC, McInnes-Ledoux P, Weinberg R, Shave R. Force degradation of orthodontic elastomeric chains: a product comparison study. Am J Orthod. 1985 May;87(5):377-84.

Deguchi T, Takano-Yamamoto T, Kanomi R, Hartsfield JK Jr, Roberts WE, Garetto LP. The use of small titanium screws for orthodontic anchorage. J Dent Res. 2003 May;82(5):377-81.

Del Río-Carbajo, P. Vidal-Cortés. Tipos de antisépticos, presentaciones y normas de uso. Medicina Intensiva. 2019.43(1):7-12.

Demir A, Malkoc S, Sengun A, Koyuturk AE, Sener Y. Effects of chlorhexidine and povidone-iodine mouth rinses on the bond strength of an orthodontic composite. Angle Orthod. 2005;75(3):392-6.

Dittmer MP, Demling AP, Borchers L, Stiesch M, Kohorst P, Schwestka-Polly R. The influence of simulated aging on the mechanical properties of Orthodontic elastomeric chains without an intermodular link. *J Orofac Orthop*. 2012 Aug;73(4):289-97.

Eduardo FP, Corrêa L, Heller D, Daep CA, Benitez C, Malheiros Z, Stewart B, Ryan M, Machado CM, Hamerschlak N, Rebello Pinho JR, Bezinelli LM. Salivary SARS-CoV-2 load reduction with mouthwash use: A randomized pilot clinical trial. *Heliyon*. 2021 Jun;7(6): 07346.

Eliades T, Eliades G, Silikas N, Watts DC. Tensile properties of orthodontic elastomeric chains. *Eur J Orthod*. 2004 Apr;26(2):157-62.

Eliades T, Eliades G, Silikas N, Watts DC. In vitro degradation of polyurethane orthodontic elastomeric modules. *J Oral Rehabil*. 2005 Jan;32(1):72-7.

Evans KS, Wood CM, Moffitt AH, Colgan JA, Holman JK, Marshall SD, Pope DS, Sample LB, Sherman SL, Sinclair PM, Trulove TS. Sixteen-week analysis of unaltered elastomeric chain relating in-vitro force degradation with in-vivo extraction space tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2017; 151(4):727-34.

Ferriter JP, Meyers CE Jr, Lorton L. The effect of hydrogen ion concentration on the force-degradation rate of orthodontic polyurethane chain elastics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1990 Nov;98(5):404-10.

Flötra L, Gjermo P, Rølla G, Waerhaug J. Side effects of chlorhexidine mouth washes. Scand J Dent Res. 1971;79(2):119-25.

Gómez-Moreno G, Valerón -Rodríguez F. Pseudomembranous oral candidiasis resolved with a mouthwash containing 0.05% chlorhexidine + 0.05% cetylpyridinium chloride. Eur Rev Med Pharmacol Sci. 2021 Sep;25(18):5725-28.

Haas AN, Pannuti CM, Andrade AK, Escobar EC, Almeida ER, Costa FO, Cortelli JR, Cortelli SC, Rode SD, Pedrazzi V, Oppermann RV. Mouthwashes for the control of supragingival biofilm and gingivitis in orthodontic patients: evidence-based recommendations for clinicians. Braz Oral Res. 2014 Jul 11;28:1-8.

Halimi A, Azeroual MF, Doukkali A, El Mabrouk K, Zaoui F. Elastomeric chain force decay in artificial saliva: an in vitro study. Int Orthod. 2013 Mar;11(1):60-70.

Haaps S, Slot DE, Berchier CE, Van der Weijden GA. The effect of cetylpyridinium chloride-containing mouth rinses as adjuncts to toothbrushing on plaque and parameters of gingival inflammation: a systematic review. Int J Dent Hyg. 2008 Nov;6(4):290-303.

Harris N, García, F. (2014) Odontología preventiva primaria. México: Manual moderno. 2ª Ed. Cap. 1.

Hershey HG, Reynolds WG. The plastic module as an orthodontic tooth- moving mechanism. Am J Orthod. 1975 May; 67(5): 554-62.

Javanmardi Z, Salehi P. Effects of Orthokin, Sensikin and Persica mouth rinses on the force degradation of elastic chains and NiTi coil springs. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2016 Spring;10(2):99-105.

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 May-Jun;26(3):373-378.

Kanuru RK, Azaneen M, Narayana V, Kolasani B, Indukuri RR, Babu PF. Comparison of canine retraction by in vivo method using four brands of elastomeric power chain. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2014 Nov;4(1):32-7.

Kim KH, Chung CH, Choy K, Lee JS, Vanarsdall RL. Effects of prestretching on force degradation of synthetic elastomeric chains. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2005 Oct;128(4):477-82.

Komine A, Yamaguchi E, Okamoto N, Yamamoto K. Virucidal activity of oral care products against SARS-CoV-2 in vitro. *J Oral Maxillofac Surg Med Pathol*. 2021 jul;33(4):475-77.

Kumar K, Shetty S, Krithika MJ, Cyriac B. Effect of commonly used beverage, soft drink, and mouthwash on force delivered by elastomeric chain: a comparative in vitro study. *Journal of International Oral Health*. 2014;6(3):7-10.

Larrabee TM, Liu SS, Torres-Gorena A, Soto-Rojas A, Eckert GJ, Stewart KT. The effects of varying alcohol concentrations commonly found in mouth rinses on the force decay of elastomeric chain. *Angle Orthod*. 2012 Sep;82(5):894-9.

Lee JE, Lee JM, Lee Y, Park JW, Suh JY, Um HS, Kim YG. The antiplaque and bleeding control effects of a cetylpyridinium chloride and tranexamic acid mouth rinse in patients with gingivitis. *J Periodontal Implant Sci*. 2017 Jun;47(3):134-42.

Lendlein A, Kelch S. Shape-Memory Polymers. *Angew. Chemie Int. Ed*. 2002, 41 (12), 2034– 57.

Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JP, Clarke M, Devereaux PJ, Kleijnen J, Moher D. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *J Clin Epidemiol*. 2009 Oct;62(10):e1-34.

Lindhe J, Karring T, Martínez H. (2000) *Periodontología clínica e implantología odontológica*. Ed. Madrid: Médica Panamericana.

Liu J, Liao X, Qian S, Yuan J, Wang F, Liu Y, Wang Z, Wang FS, Liu L, Zhang Z. Community Transmission of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2, Shenzhen, China, 2020. *Emerg Infect Dis*. 2020 jun;26(6):1320-23.

Lu TC, Wang WN, Tarng TH, Chen JW. Force decay of elastomeric chain – a serial study. Part II. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1993 Oct;104(4):373-7.

Martindale. (1993) The Extra pharmacopoeia. 30 Ed. London: The Pharmaceutical Press. pp 781-805.

Massoud AI, Bulic M, Viana G, Bedran-Russo AK. Force decay and dimensional changes of thermoplastic and novel thermoset elastomeric ligatures. Angle Orthod. 2016; 86:818-25.

Masoud AI, Tsay TP, BeGole E, Bedran-Russo AK. Force decay evaluation of thermoplastic and thermoset elastomeric chains: A mechanical design comparison. Angle Orthod. 2014 nov;84(6):1026-33.

Mateos-Moreno MV, Mira A, Ausina-Márquez V, Ferrer MD. Oral antiseptics against coronavirus: in-vitro and clinical evidence. J Hosp Infect. 2021 Jul; 113:30-43.

Mateos Moreno MV, Lenguas Silva AL, Pastor Ramos V, García Ávila I, García Vázquez MT, García Vicent G, Lamas Oliveira M, Rodríguez Alonso E, Tapias Perero VF, Terán de Agustín AI, Valdepeñas Morales J, Vivas Mefle CA. Dentistry in the COVID-19 environment. Adaptation of the dental health units in Madrid's public primary health Rev Esp Salud Publica. 2020 nov 12;94(1):e1-19.

Menon VV, Madhavan S, Chacko T, Gopalakrishnan S, Jacob J, Parayancode A. Comparative assessment of force decay of the elastomeric chain with the use of various mouth rinses in simulated oral environment: an in vitro study. J Pharm Bioallied Sci. 2019 May; 11(2):269-73.

Bibliografía

Mezarina Mendoza JPI, Trelles Ubillús BP, Salcedo Bolívar GT, Castañeda Palacios RDP, Herrera Lopez PSG, Padilla Rodríguez DA, Uchima Koecklin KH. Antiviral effect of mouthwashes against SARS-COV-2: A systematic review. Saudi Dent J. 2022 Mar;34(3):167-93.

Mezomo M, de Lima ES, de Menezes LM, Weissheimer A, Allgayer S. Maxillary canine retraction with self-ligating and conventional brackets. Angle Orthod. 2011 Mar;81(2):292-7.

Mirhashemi A, Saffarshahrudi A, Sodagar A, Atai M. Force-degradation pattern of six different orthodontic elastomeric chains. J Dent (Tehran). 2012 Fall;9(4):204-15.

Mitra R, Londhe SM, Kumar P. A comparative evaluation of rate of space closure after extraction using E-chain and stretched modules in bimaxillary dentoalveolar protrusion cases. Med J Armed Forces India. 2011 Apr;67(2):152-6.

Mohammed H, Rizk MZ, Wafaie K, Almuzian M. Effectiveness of nickel-titanium springs vs elastomeric chains in orthodontic space closure: A systematic review and meta-analysis. Orthod Craniofac Res. 2018 Feb;21(1):12-19.

Morales-Pulachet EC. Degradación de fuerzas en cadenas elastoméricas de dos marcas diferentes. Estudio in vitro. Revista Kiru. 2015;11(2):110-14.

Muñoz-Basagoiti J, Perez-Zsolt D, León R, Blanc V, Raich-Regué D, Cano-Sarabia M, Trinité B, Pradenas E, Blanco J, Gispert J, Clotet B, Izquierdo-Useros N. Mouthwashes with CPC Reduce the Infectivity of SARS-CoV-2 Variants In Vitro. *J Dent Res*. 2021 Oct;100(11):1265-72.

Nahidh M, Abbass Abdullah N, Hassan AF, 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.

Nattrass C, Ireland AJ, Sherriff M. The effect of environmental factors on elastomeric chain and nickel titanium coil springs. *Eur J Orthod*. 1998 Apr;20(2):169-76.

Nattrass C, Ireland AJ, Sherriff M. An investigation into the placement of forced delivery systems and the initial forces applied by clinicians during space closure. *Br J Orthod*. 1997 May;24(2):127-31.

Nehme M, Mason S, Hughes N, Targett D, Parkinson C, Tyson-Johnson D, Kennedy L, Milleman J. A randomized clinical study investigating the staining profile of an experimental stannous fluoride dentifrice. *Am J Dent*. 2013 Mar;26 Spec No A:32A-38A.

Nightingale C, Jones SP. A clinical investigation of force delivery systems for orthodontic space closure. *J Orthod*. 2003 Sep;30(3):229-36.

Okamoto N, Saito A, Okabayashi T, Komine A. Virucidal activity and mechanism of action of cetylpyridinium chloride against SARS-CoV-2. *J Oral Maxillofac Surg Med Pathol*. 2022. Nov;34(6):800-4.

Omidkhoda M, Rashed R, Khodarahmi N. Evaluation of the effects of three different mouthwashes on the force decay of orthodontic chains. *Dent Res J*. 2015 Jul-Aug;12(4):348-52.

Oshagh M, Ajami S. A comparison of force decay: elastic chain or tie-back method? *World J Orthod*. 2010 Winter;11(4):45-51.

Park YC, Choi YJ, Choi NC, Lee JS. Esthetic segmental retraction of maxillary anterior teeth with a palatal appliance and Orthodontic mini-implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007 Apr;131(4):537-44.

Pawha N, Kumar A, Gupta S. Short term clinical effectiveness of a 0.07% cetylpyridinium chloride mouth rinse in patients undergoing fixed orthodontic appliance treatment. *Saudi Dent J*. 2011 Jul;23(3):135-41.

Pérez Martín, T. Eficacia y posibles efectos adversos del cloruro de cetilpiridinio en pacientes portadores de aparatología fija ortodóncica. 2015. Tesis Doctoral.

Pithon MM, Santana DA, Sousa KH, Farias IM. Does chlorhexidine in different formulations interfere with the force of orthodontic elastics? *Angle Orthod*. 2013 Mar;83(2):313-8.

Pithon MM, Rodrigues AC, Sousa EL, Santos LP, Soares Ndos S. Do mouthwashes with and without bleaching agents degrade the force of elastomeric chains? Angle Orthod. 2013 Jul;83(4):712-7.

Pontefract H, Hughes J, Kemp K, Yates R, Newcombe RG, Addy M. The erosive effects of some mouthrinses on enamel. A study in situ. J Clin Periodontol. 2001 Apr;28(4):319-24.

Pradeep AR, Agarwal E, Naik SB. Clinical and microbiologic effects of commercially available dentifrice containing aloe vera: a randomized controlled clinical trial. J Periodontol. 2012 jun;83(6):797-804.

Pulcini A, Bollaín J, Sanz-Sánchez I, et al. Clinical effects of the adjunctive use of a 0.03% chlorhexidine and 0.05% cetylpyridinium chloride mouth rinse in the management of peri-implant diseases: A randomized clinical trial. J Clin Periodontol. 2019;46(3):342-353.

Quirynen M, Soers C, Desnyder M, Dekeyser C, Pauwels M, van Steenberghe D. A 0.05% cetyl pyridinium chloride/0.05% chlorhexidine mouth rinse during maintenance phase after initial periodontal therapy. J Clin Periodontol. 2005 Apr;32(4):390-400.

Rajendiran M, Trivedi HM, Chen D, Gajendrareddy P, Chen L. Recent Development of Active Ingredients in Mouthwashes and Toothpastes for Periodontal Diseases. Molecules. 2021 Apr 1;26(7):2001.

Ramachandraiah S, Sridharan K, Nishad A, Manjusha KK, Abraham EA, Ramees MM. Force Decay Characteristics of commonly used Elastomeric Chains on Exposure to various Mouth Rinses with different Alcohol Concentration: An in vitro Study. J Contemp Dent Pract. 2017 Sep 1;18(9):813-820.

Renton Harper P, Addy M, Moran J, Doherty F, Newcombe RG. A comparison of clorhexidine, cetylpyridinium chloride, triclosan, and C31G mouthrinse products for plaque inhibition. J Periodontol. 1996;67(5):486-9.

Rock WP, Wilson HJ, Fisher SE. A laboratory investigation of orthodontic elastomeric chains. Br J Orthod. 1985 Oct;12(4):202-7.

Ross N, ManKodi S, Mostler K, Charles C, Bortels L. J Clin Periodontol 1993; 20:279-81.

Sadeghian S, Heydari G, Shirvani A, Sadeghian R. The Effect of Sodium Fluoride and Listerine Mouthwashes on the Force Decay of Orthodontic Elastomeric Chains, J Res Med Dent Sci, 2017, 5 (5): 115-122.

Sarkis- Onofre R, Skupien JA, Cenci MS, Moraes RR, Pereira – Cenci T. The role of resin cement on bond strength of glass-fiber posts luted into root canals: a systematic review and meta -analysis of in vitro studies. Oper Dent. 2014; 39 (1): E31-44

Schaeken MJ, Van der Hoeven J, Saxton CA, Cummins D. The effect of mouthrinses containing a zinc and triclosan on plaque accumulation and development of gingivitis and formation of calculus in a 28 week clinical test. J Clin Periodontol. 1996; 23:465-70.

Sheen S, Eisenburger M, Addy M. Effect of toothpaste on the plaque inhibitory properties of a cetylpyridinium chloride mouth rinse. J Clin Periodontol. 2003;30(3):255-60.

Sheth VH, Shah NP, Jain R, Bhanushali N, Bhatnagar V. Development and validation of a risk-of-bias tool for assessing in vitro studies conducted in dentistry: the QUIN. J Prosthet Dent. 2022 Jun 22.

Silva A, Azevedo M, Sampaio Maia B, Sousa Pinto B. the effect of mouthrinses on severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 viral load: a systematic review. J Am Dent Assoc. 2022; 153 (7): 635-48.

Socransky SS, Haffajee AD. The bacterial etiology of destructive periodontal disease: current concepts. J Periodontol 1992; 63(4 Suppl): 322-31.

Stevenson JS, Kusy RP. Force application and decay characteristics of untreated and treated polyurethane elastomeric chains. Angle Orthod. 1994;64(6):455-64.

Taloumis LJ, Smith TM, Hondrum SO, Lorton L. Force decay and deformation of orthodontic elastomeric ligatures. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1997; 111:1-11.

Tran L, Tam DNH, Elshafay A, et al. Quality assessment tools used in systematic reviews of in vitro studies: a systematic review. BMC Med Res Methodol. 2021; 21:101.

Bibliografía

Tufekci E, Casagrande ZA, Lindauer SJ, Fowler CE, Williams KT. Effectiveness of an essential oil mouthrinse in improving oral health in orthodontic patients. Angle Orthod. 2008 Mar;78(2):294-8.

Von Fraunhofer JA, Coffelt MT, Orbell GM. The effects of artificial saliva and topical fluoride treatments on the degradation of the elastic properties of orthodontic chains. Angle Orthod. 1992 Winter;62(4):265-74.

Wahab SW, Bister D, Sherriff M. An investigation into UV light exposure as an experimental model for artificial aging on tensile strength and force delivery of elastomeric chain. Eur J Orthod. 2014 Feb;36(1):47-54.

Witt, J.; Bsoul, S.; El, T.; Gibb, R.; Dunavent, J.; Hamilton, A. El efecto de los regímenes de cepillado de dientes sobre las propiedades inhibidoras de la placa de un enjuague bucal experimental con cloruro de cetilpiridinio. J. Clin. Periodontol. 2006, 33, 737–742.

Wong AK. Orthodontic elastic materials. Angle Orthod 1976; 46:196-205.

Zubizarreta Macho, A. Alonso Ezpeleta, L O. Gutiérrez-Ortega, C. Maestre-Vera, J R. Capacidad antiséptica del digluconato de clorhexisina 0,05% y cloruro de cetilpiridinio 0,05%. Estudio clínico prospectivo y microbiológico. Cient.Dent. Vol16 (1). 2019; 7-15.

VIII. ANEXOS

ANEXO I. FIGURAS

FIGURA 1 (Introducción)

Diagrama de pérdida de fuerza de cadenas elastoméricas durante las primeras 24 horas mostrando la presencia de 2 secciones: abrupta caída inicial seguida por una curva de menor gradiente. Tomado de Eladies y cols. 2003.

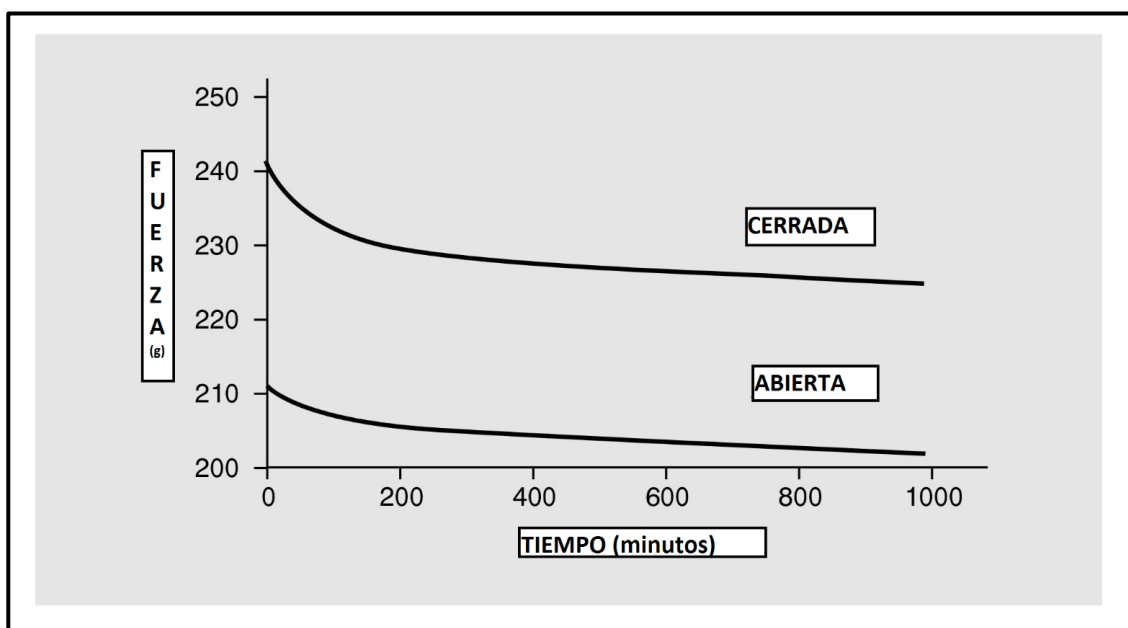


FIGURA 2 (Material y método)

Cadena elastomérica Morelli® corta y larga.



FIGURA 3 (Material y método)

Cadena elastomérica Dentaureum® corta.



FIGURA 4 (Material y método)

Cadena elastomérica Rocky Mountain® corta y larga.



FIGURA 5 (Material y método)

Cadena elastomérica Ormco® corta y larga.

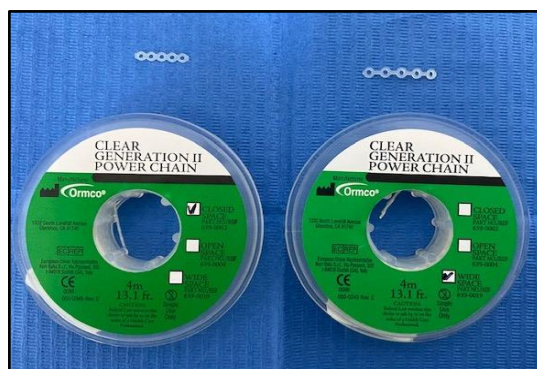


FIGURA 6 (Material y método)

Colutorio de PERIO-AID® (Clorhexidina al 0,05% + CPC 0,05%).



FIGURA 7 (Material y método)

Colutorio VITIS CPC Protect® (Cloruro de cetilpiridinio al 0,07%).



FIGURA 8 (Material y método)

Grupo 1 de estudio (Control). Agua destilada.

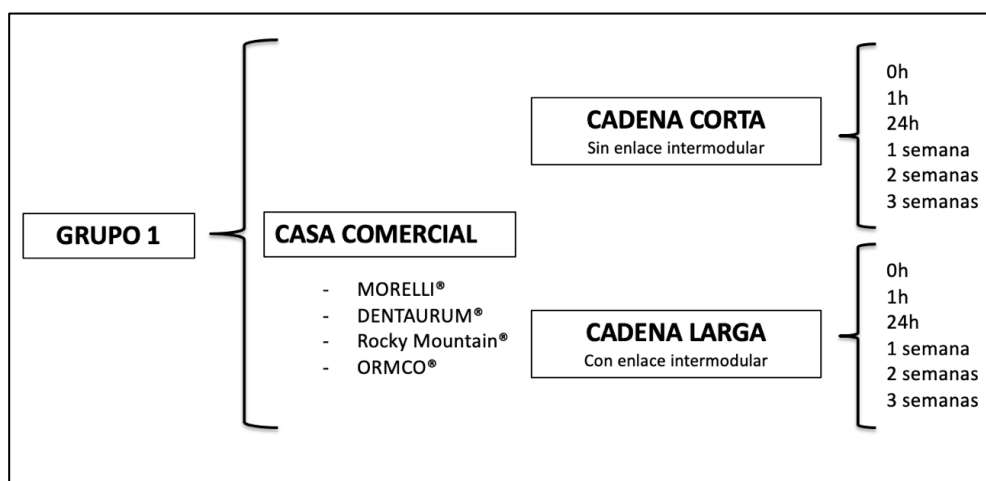


FIGURA 9 (Material y método)

Grupo 2 de estudio. Colutorio VITIS CPC Protect® (Cloruro de cetilpiridinio al 0,07%).

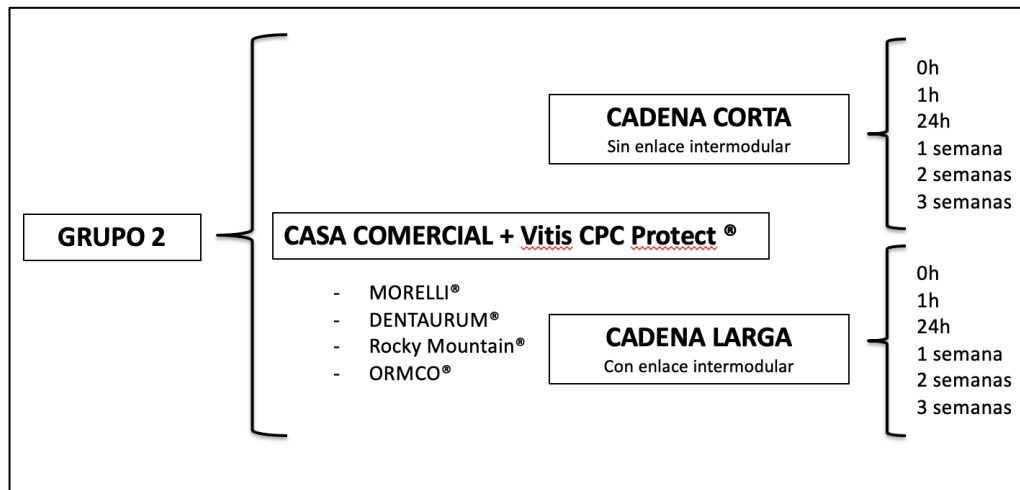
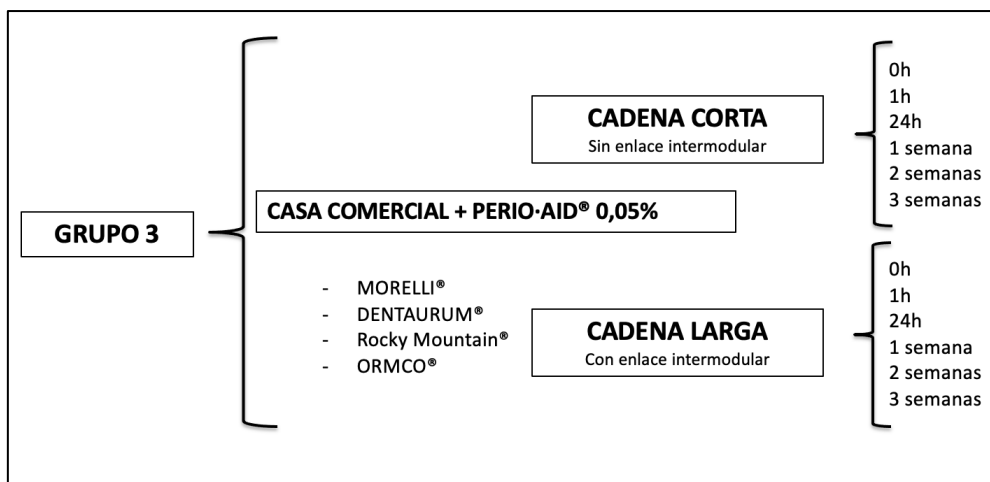


FIGURA 10 (Material y método)

Grupo 3 de estudio. Colutorio PERIO·AID® 0,05% (Clorhexidina al 0,05% + Cloruro de cetilpiridinio al 0,05%).

**FIGURA 11** (Material y método)

Propiedades mecánicas de las cadenas elastoméricas.

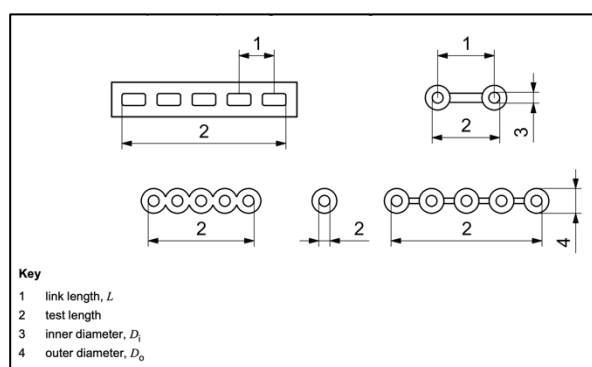


FIGURA 12 (Material y método)

Máquina de Tracción Universal LAM Technologies.



FIGURA 13 (Material y método)

Varillas metálicas desde las que se realiza la prueba de tracción.

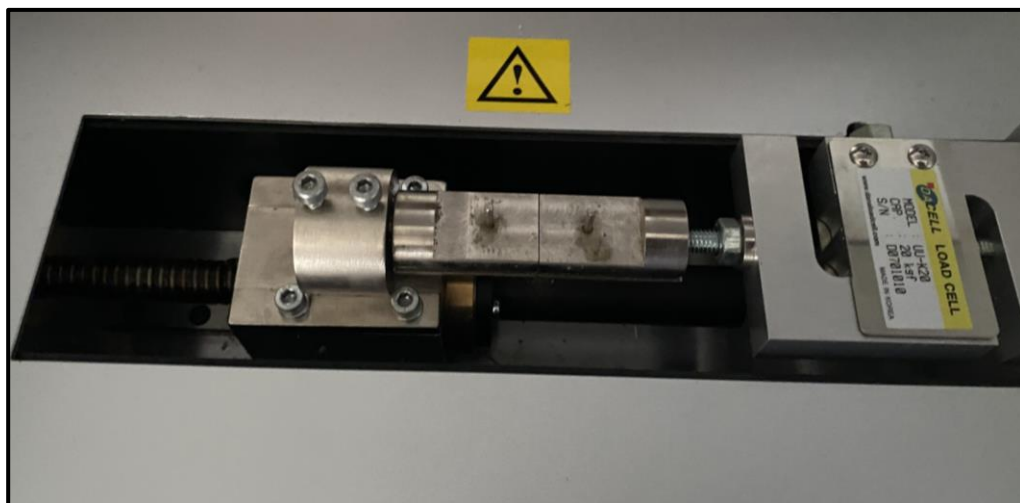


FIGURA 14 (Material y método)

Prueba de extensión de las cadenas elastoméricas.

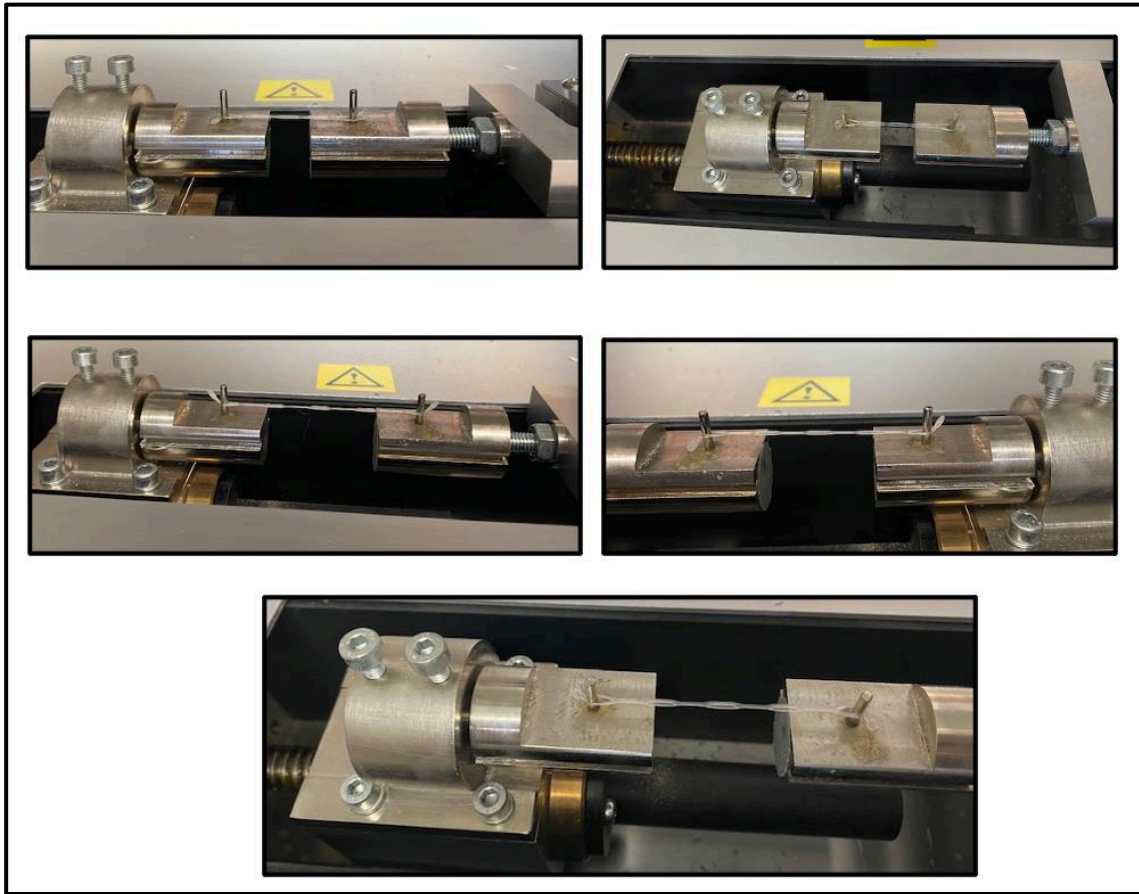


FIGURA 15 (Material y método)

Cadena elastomérica de 5 módulos tras la prueba de extensión.



FIGURA 16 (Material y método)

Placa de Soporte de metacrilato.

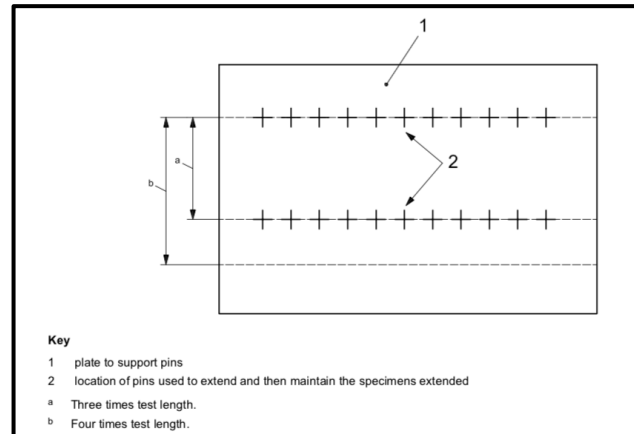


FIGURA 17 (Material y método)

Cadenas elastoméricas extendidas a 4 veces la longitud de la prueba.

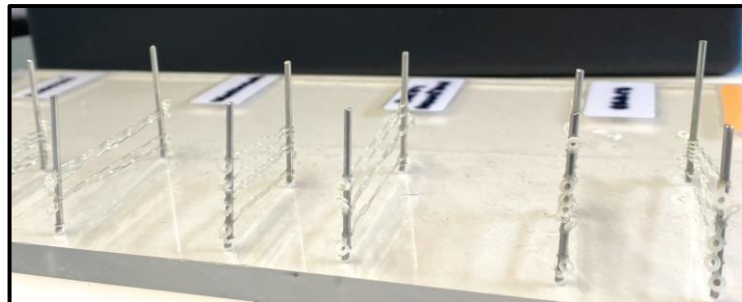


FIGURA 18 (Material y método)

Cadenas elastoméricas en extensión a 3 veces la longitud de la prueba.

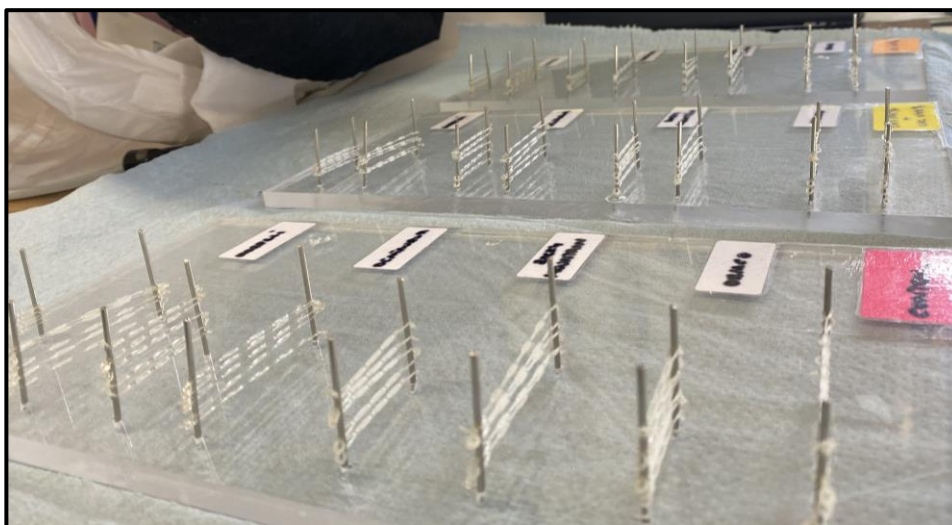


FIGURA 19 (Material y método)

Placas de metacrilato con grupos de estudio.

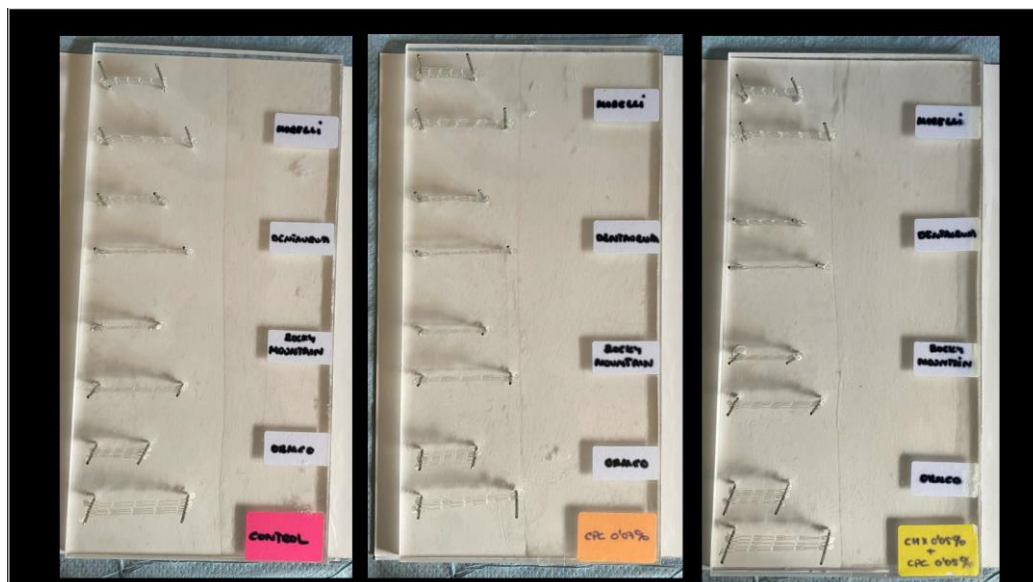


FIGURA 20 (Material y método)

Incubadora digital donde se almacenaron las placas de metacrilato con las cadenas elastoméricas en agua destilada a condiciones ambientales.



FIGURA 21 (Material y método)

Programa informático Lam Technologies®.



FIGURA 22 (Resultados)

Diagrama PRISMA 2020 para revisiones sistemáticas.

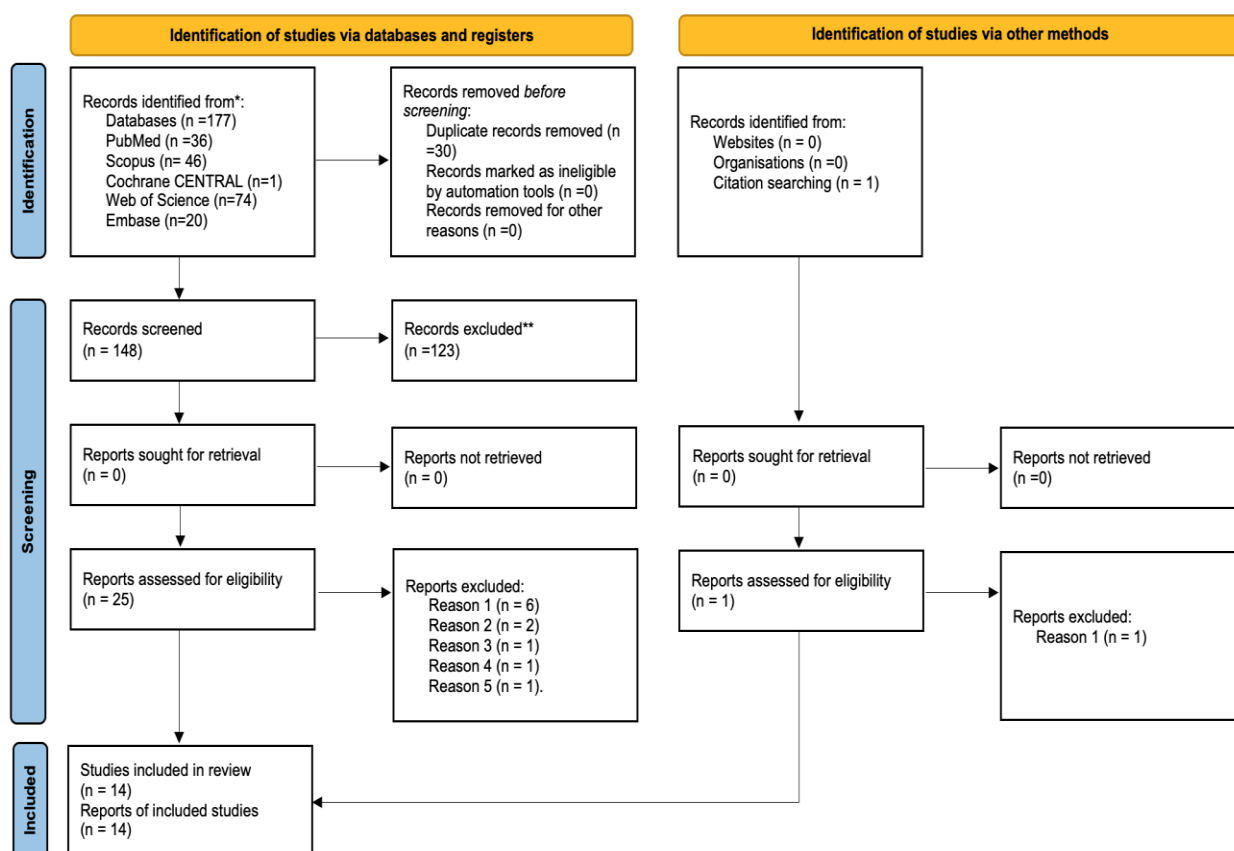


FIGURA 23 (Resultados)

Forest Plot: Comparación de la degradación de la fuerza entre el colutorio y su grupo control a las 24 horas para cada uno de los estudios incluidos en el meta-análisis. SMD Force= Stantard Mean Difference.

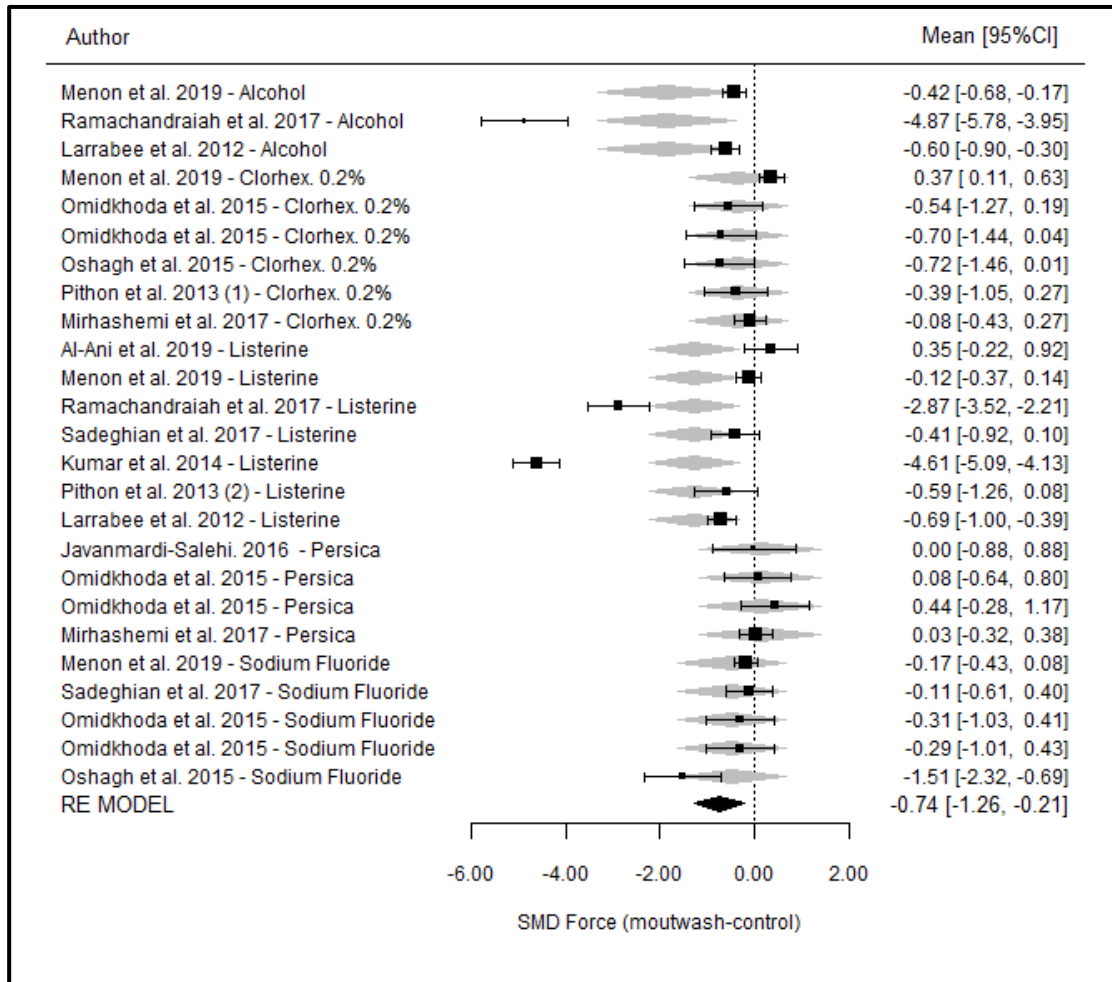


FIGURA 24 (Resultados)

Forest Plot: Comparación de la degradación de la fuerza entre el colutorio y su grupo control a los 7 días para cada uno de los estudios incluidos en el meta-análisis. SMD Force= Stantard Mean Difference.

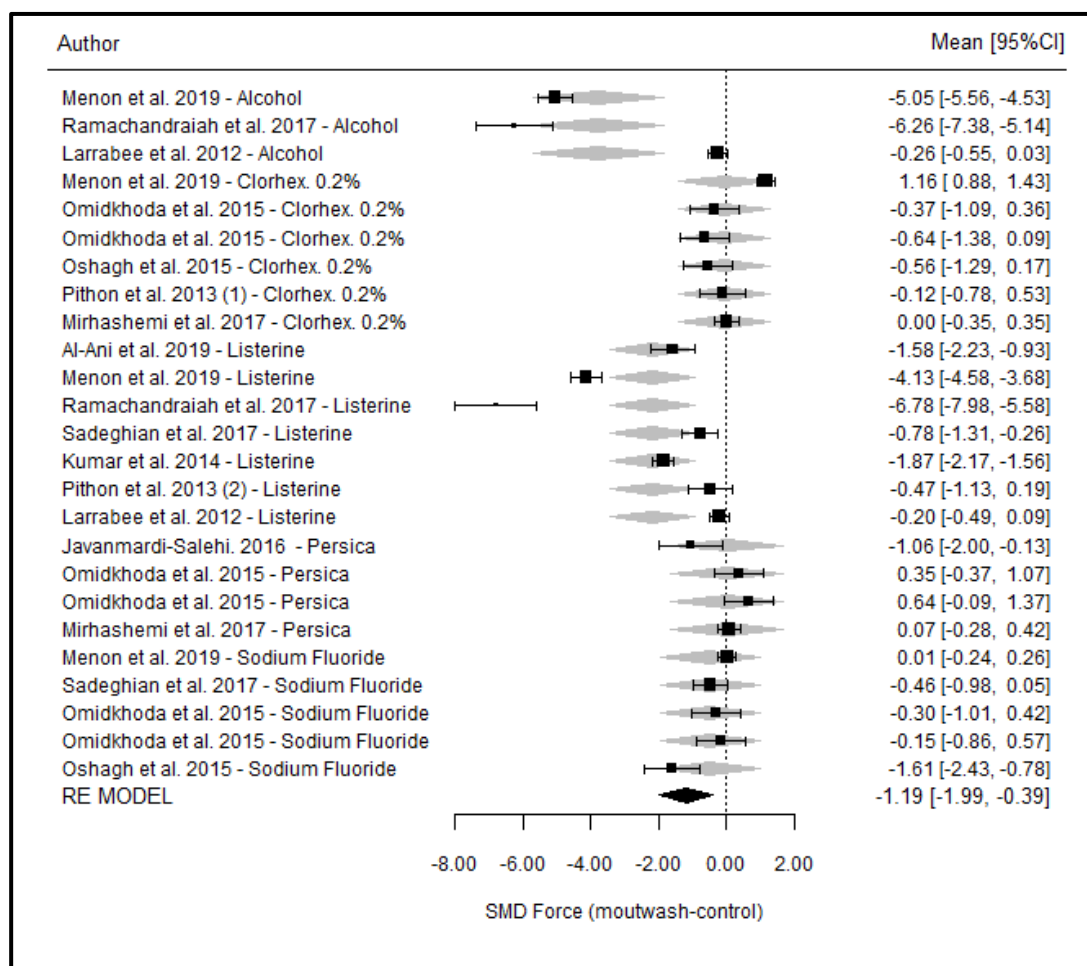


FIGURA 25 (Resultados)

Forest Plot: Comparación de la degradación de la fuerza entre el colutorio y su grupo control a los 14 días para cada uno de los estudios incluidos en el meta-análisis. SMD Force= Stantard Mean Difference.

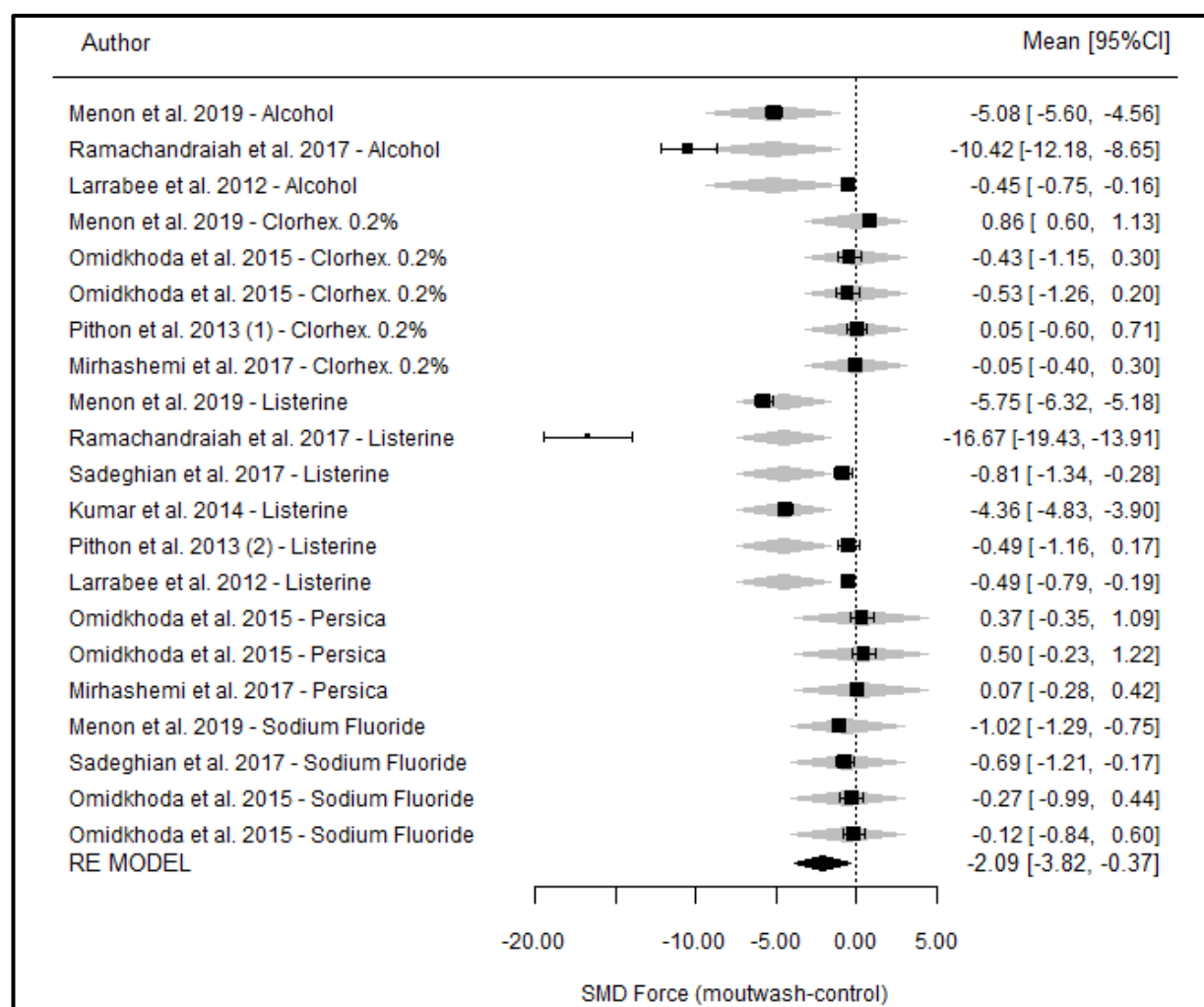


FIGURA 26 (Resultados)

Forest Plot: Comparación de la degradación de la fuerza entre el colutorio y su grupo control a los 21 días para cada uno de los estudios incluidos en el meta-análisis. SMD Force= Stantard Mean Difference.

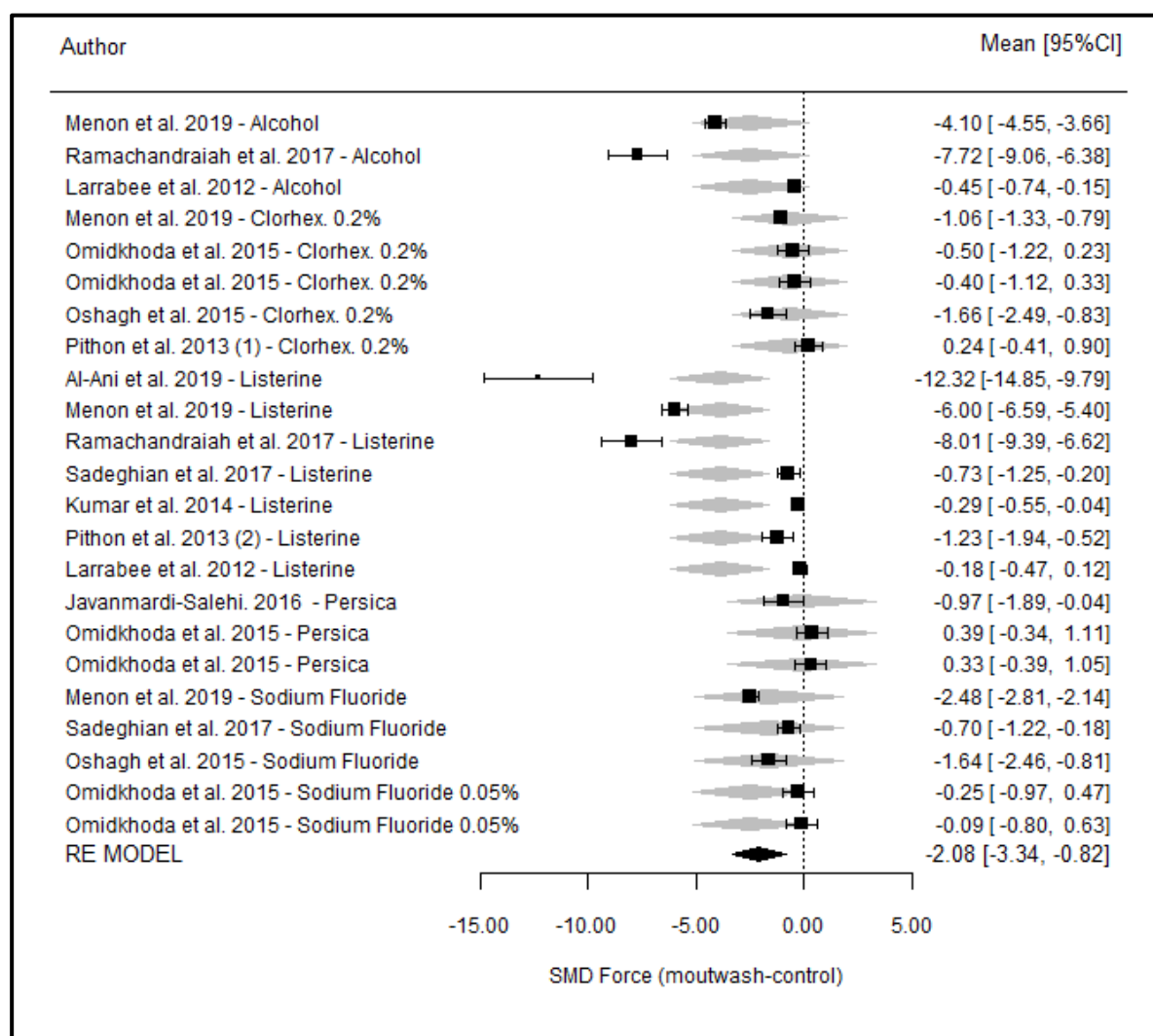


FIGURA 27 (Resultados)

Forest Plot: Comparación de la degradación de la fuerza entre el colutorio y su grupo control a los 28 días para cada uno de los estudios incluidos en el meta-análisis. SMD Force= Stantard Mean Difference.

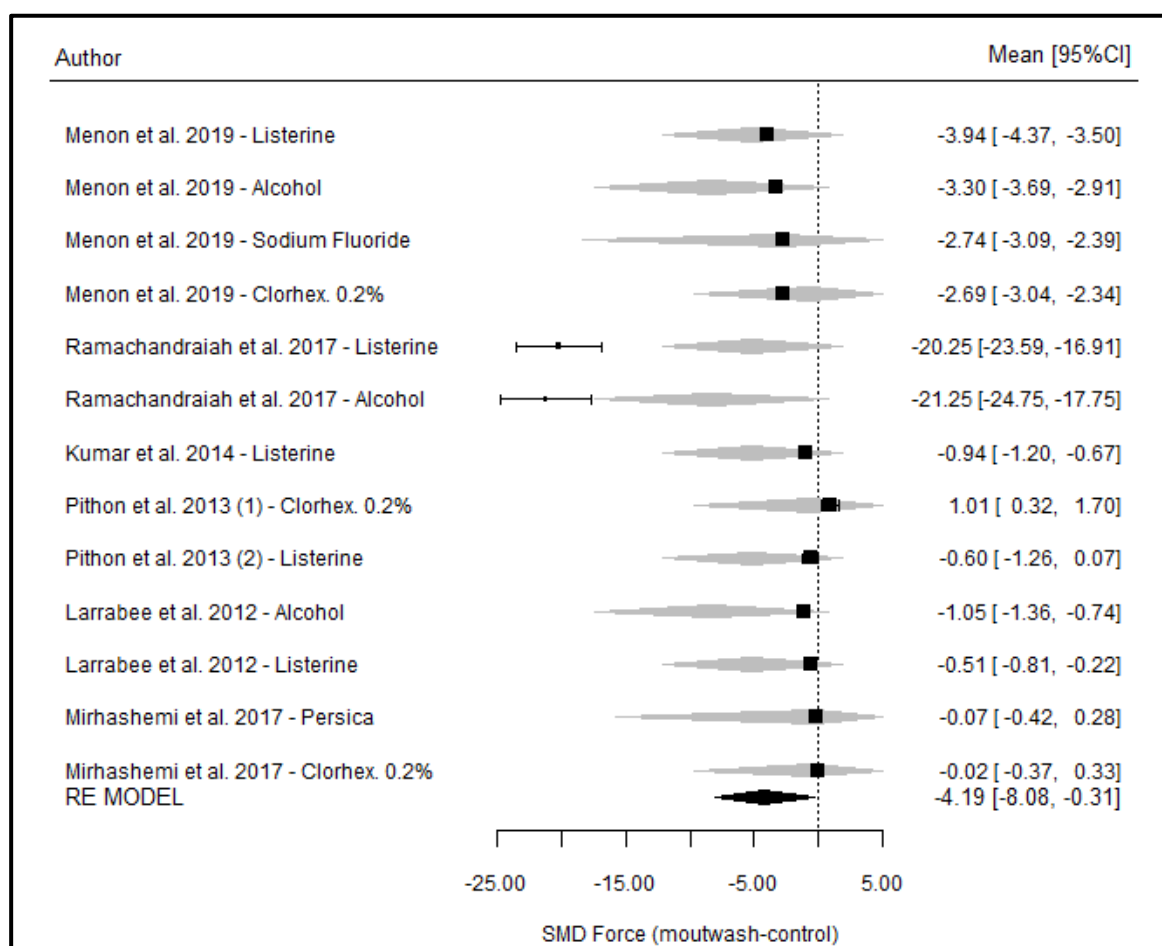


FIGURA 28 (Resultados)

Gráfico descriptivo de los valores de F en función del tiempo.

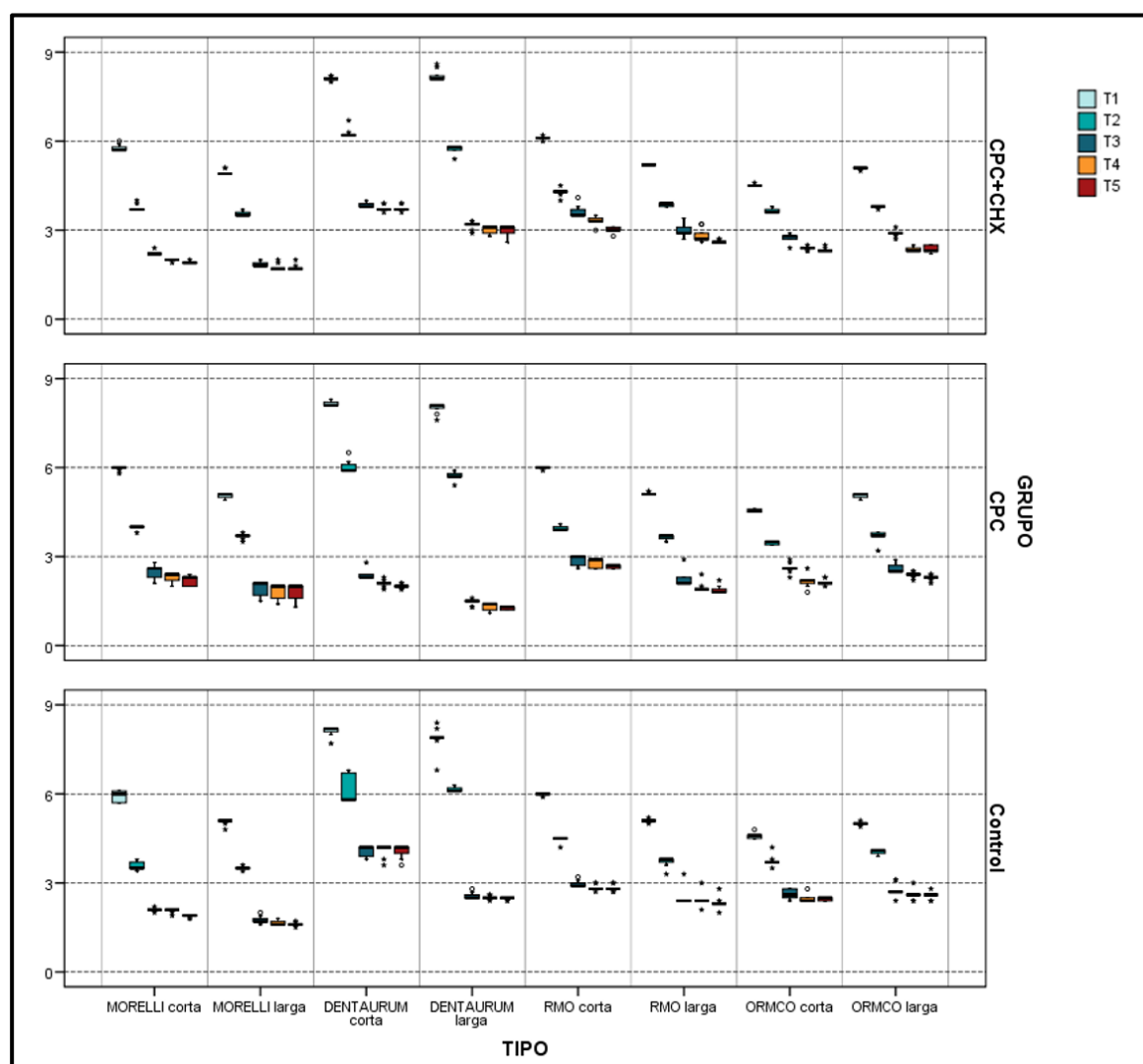


FIGURA 29 (Resultados)

Degradación media global de la F de T1 a T5 en % según tipo de cadeneta y colutorio.

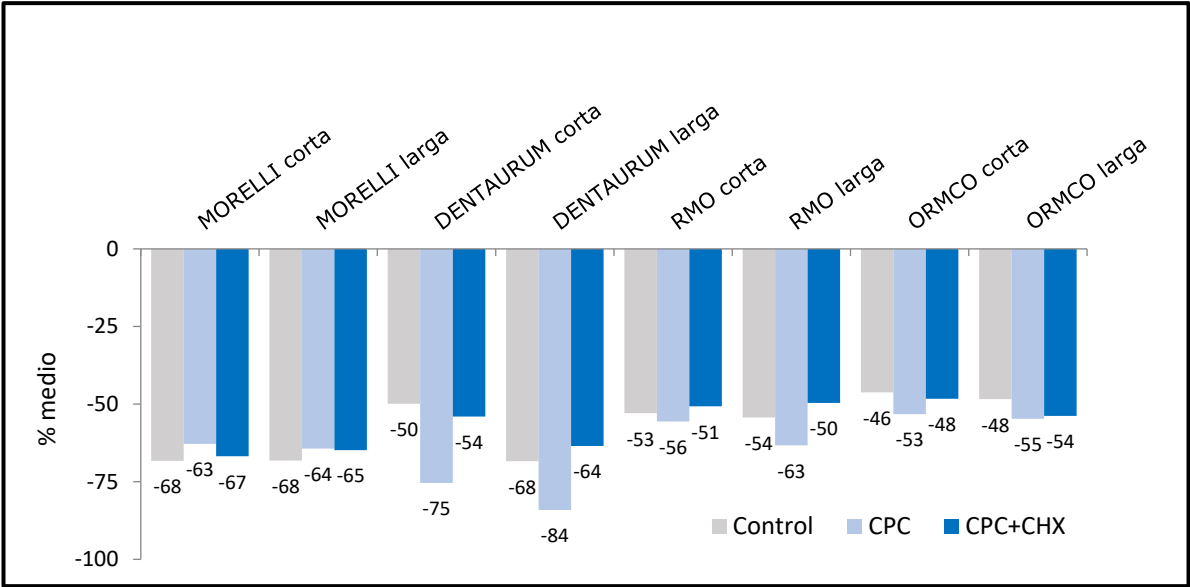


FIGURA 30 (Resultados)

Degradación de la Fuerza en función del tiempo del grupo control.

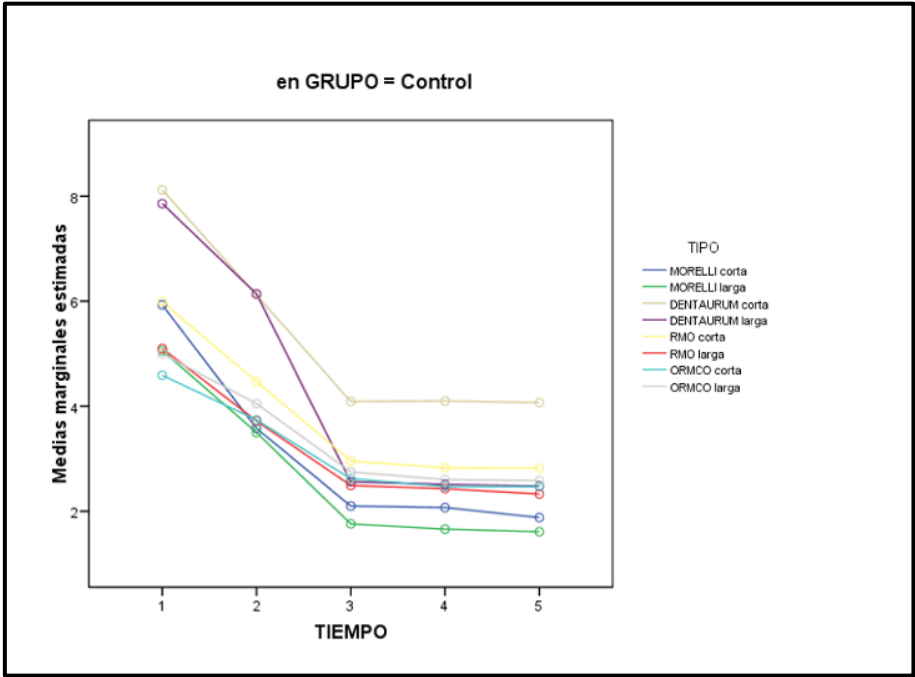
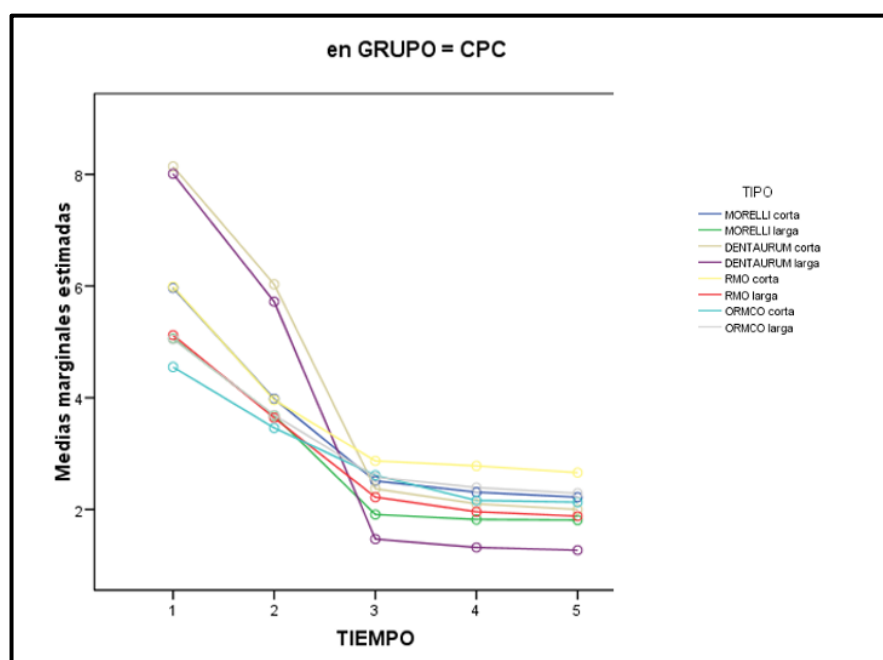
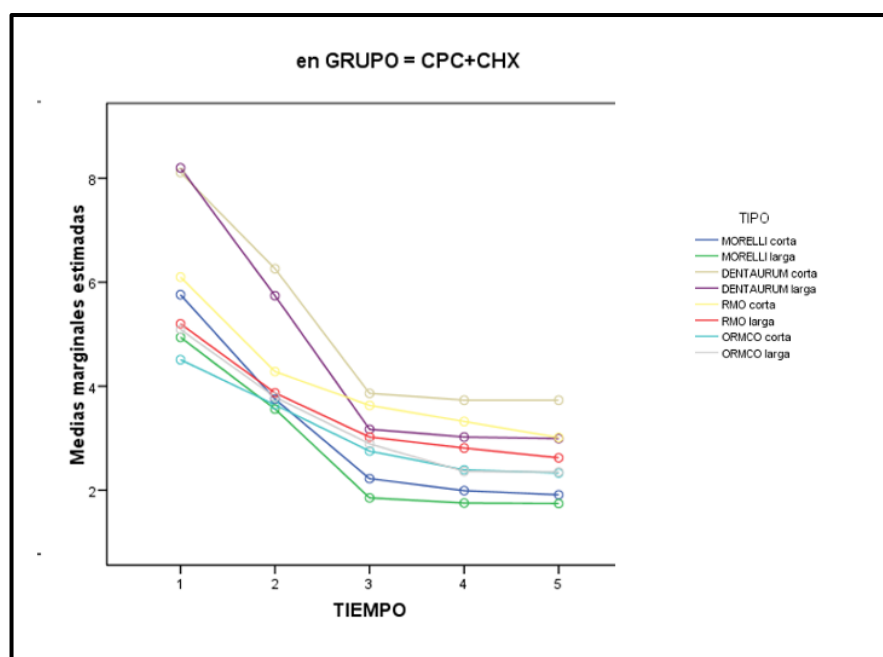


FIGURA 31 (Resultados)

Degradación de la Fuerza en función del tiempo del grupo VITIS CPC Protect®.

**FIGURA 32** (Resultados)

Degradación de la Fuerza en función del tiempo del grupo PERIO· AID® 0,05%.



ANEXO II. TABLAS

TABLA 1 (Material y método)

Estrategia de búsqueda para identificar estudios en bases de datos electrónicas.

Ecuación de búsqueda:
<i>(((orthodontic chain) OR (elastomeric chain) OR (elastic chain) OR (power chain) OR (chain))) AND (((force decay) OR (force degradation)))) AND (((mouthwashes [MeSH Terms]) OR (mouthwash) OR (mouth rinse) OR (mouthrinse) OR (mouth-rinse) (alcohol) OR (chlorhexidine) OR (fluorure) OR (bleaching)))</i>
<i>((('orthodontic'/exp OR orthodontic) AND chain OR (('elastomeric'/exp OR elastomeric) AND chain) OR (elastic AND chain) OR (('power'/exp OR power) AND chain) OR chain) AND (('force'/exp OR force) AND decay OR (('force'/exp OR force) AND ('degradation'/exp OR degradation)))) AND ('mouthwashes'/exp OR mouthwashes OR 'mouthwash'/exp OR mouthwash OR (('mouth'/exp OR mouth) AND rinse) OR 'mouthrinse'/exp OR mouthrinse OR 'mouth rinse'/exp OR 'mouth rinse' OR 'alcohol'/exp OR alcohol OR 'chlorhexidine'/exp OR chlorhexidine OR fluorure OR 'bleaching'/exp OR bleaching)</i>

TABLA 2 (Material y método)

Artículos excluidos.

AUTOR	AÑO	CRITERIOS EXCLUSIÓN
Mousavi et al.	2020	No responde pregunta PICO. Trata la degradación de la fuerza de cadenas elastoméricas, pero NO experimentan con colutorios.
Subramani et al.	2020	No responde pregunta PICO.
Triwardhani et al.	2020	No responde pregunta PICO. Trata la degradación de la fuerza, pero no experimenta con colutorios.
Lawal et al.	2019	No responde a pregunta PICO. No estudian cadenas sino ligaduras. No experimentan con colutorios.
Patel and Thomas.	2018	No responde pregunta PICO. Estudian la degradación de la fuerza, pero no experimentan con colutorios.
Rafeeq et al.	2017	No responde pregunta PICO.
Losito et al.	2014	Cadenas eslabón medio, no cortas.
Bratu et al.	2013	No responde pregunta PICO. Habla de ligaduras, no de cadenas.
Dos santos et al.	2013	No responde pregunta PICO. No experimentan con colutorios.
Ramazanzadeh et al.	2009	No date 2012-2020.
Eladies et al.	2005	No responde pregunta PICO. Trata con ligaduras individuales, no con cadenas. No experimentan con colutorios.

TABLA 3 (Material y método)

Características de fabricación de los materiales empleados en el estudio.

Material	Características de fabricación
Cadena elastomérica Morelli®	Dental Morelli Ltda. Alameda Jundiaí, 230/250 – Jardim Saira CEP/ ZIP Code: 18085-090 Sorocaba – SP Brasil/Brazil
Cadena elastomérica Dentaurem®	Dentaurem. Turnstr.31 75228 Ispringen Germany. Tel +497231/803-0
Cadena elastomérica Ormco®	Ormco Corporation 1332 S. Lone Hill Avenue Glendora, CA 91740-5339 Telephone no.: 1-800-854-1741
Cadena elastomérica Rocky Mountain Orthodontics®	RMO Europe SAS – 300 Rue Geiler de Kayserberg, 67400 Illkirch-Graffenstaden, France.
Colutorio PERIO-AID® 0,05%	Digluconato de clorhexidina al 0,05%, cloruro de cetilpiridinio al 0,05%. DENTAID (Headquarters). Ronda can Fatió 10 – Parc Tecnològic del Vallès. 08290 – Cerdanyola – Barcelona. Tel: +34 93 580 94 94
Colutorio Vitis CPC Protect ®	Cloruro de cetilpiridinio al 0,07%. DENTAID (Headquarters). Ronda can Fatió 10 – Parc Tecnològic del Vallès. 08290 – Cerdanyola – Barcelona. Tel: +34 93 580 94 94

TABLA 4 (Material y método)

Registro de la fuerza en N (newton) a tiempo 0 horas para las cadenas elastoméricas en grupo 1, control.

T0: 0 HORAS									
		MORELLI		DENTAUREM		RMO		ORMCO	
		CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA
(I) GRUPO CONTROL: AGUA DESTILADA	1	6	4,8	7,7	6,8	5,9	5,2	4,6	5,1
	2	5,7	5,1	8,2	8,2	6	5,1	4,5	5
	3	6,1	5,1	8,2	8,4	6	5,1	4,6	5
	4	6,1	5,1	8,1	7,9	6	5	4,6	4,9
	5	5,8	5,1	8	7,8	6	5,1	4,6	5
	6	6	5	8,2	7,9	6	5,1	4,6	5
	7	6,1	5,1	8,2	7,9	6	5,1	4,6	5
	8	6,1	5,1	8,2	7,9	6	5,1	4,8	5
	9	5,7	5,1	8,2	7,9	6	5,1	4,5	5
	10	5,7	5,1	8,2	7,9	6	5,1	4,5	5

TABLA 5 (Material y método)

Registro de la fuerza en N (newton) a tiempo 0 horas para las cadenas elastoméricas en grupo 2, CPC 0,07%.

T0: 0 HORAS									
		MORELLI		DENTAURUM		RMO		ORMCO	
		CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA
(II) GRUPO CPC PROTECT® (CPC 0,07%)	1	6	5	8,2	8,1	6	5,1	4,6	5
	2	5,8	5	8,2	7,6	6	5,2	4,6	5
	3	6	4,9	8,3	7,8	6	5,2	4,6	4,9
	4	5,9	5,1	8,1	8	5,9	5,1	4,5	5,1
	5	6	5,1	8,1	8,1	6	5,1	4,6	5
	6	6	5,1	8,1	8,1	6	5,1	4,6	5,1
	7	6	5,1	8,1	8,1	6	5,1	4,5	5,1
	8	6	5,1	8,1	8,1	6	5,1	4,5	5,1
	9	6	5,1	8,1	8,1	6	5,1	4,5	5,1
	10	6	5,1	8,1	8,1	6	5,1	4,5	5,1

TABLA 6 (Material y método)

Registro de la fuerza en N (newton) a tiempo 0 horas para las cadenas elastoméricas para el grupo 3, PERIO·AID® (CHX 0,05% + CPC 0,05%).

T0: 0 HORAS									
		MORELLI		DENTAURUM		RMO		ORMCO	
		CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA
(III) GRUPO PERIO·AID® 0,05% (CHX 0,05% + CPC 0,05%)	1	5,9	5,1	8	8,1	6,2	5,2	4,5	5,1
	2	5,7	4,9	8,1	8,5	6,1	5,2	4,6	5,1
	3	5,8	4,9	8,1	8,6	6,1	5,2	4,5	5
	4	6	5,1	8,2	8,2	6	5,2	4,5	5,1
	5	5,7	4,9	8,2	8,1	6,1	5,2	4,5	5,1
	6	5,7	4,9	8,1	8,1	6,1	5,2	4,5	5,1
	7	5,7	4,9	8,1	8,1	6,1	5,2	4,5	5,1
	8	5,7	4,9	8,1	8,1	6,1	5,2	4,5	5,1
	9	5,7	4,9	8,1	8,1	6,1	5,2	4,5	5,1
	10	5,7	4,9	8,1	8,1	6,1	5,2	4,5	5,1

TABLA 7 (Material y método)

Registro de la fuerza en N (newton) a las 24 horas para las cadenas elastoméricas del grupo control.

T1: 24 HORAS									
		MORELLI		DENTAURUM		RMO		ORMCO	
		CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA
(I) GRUPO CONTROL: AGUA DESTILADA	1	3,5	3,5	6,8	6,1	4,5	3,6	3,5	4
	2	3,7	3,4	5,8	6,2	4,5	3,8	3,7	3,9
	3	3,4	3,5	6,8	6,3	4,2	3,7	4,2	4
	4	3,7	3,6	6,7	6,1	4,5	3,3	3,8	4
	5	3,8	3,5	6,1	6,2	4,5	3,8	3,7	4,1
	6	3,5	3,5	5,8	6,1	4,5	3,8	3,7	4,1
	7	3,5	3,5	5,8	6,1	4,5	3,8	3,7	4,1
	8	3,7	3,5	5,8	6,1	4,5	3,8	3,7	4,1
	9	3,5	3,5	5,8	6,1	4,5	3,8	3,7	4,1
	10	3,5	3,5	5,8	6,1	4,5	3,8	3,7	4,1

TABLA 8 (Material y método)

Registro de la fuerza en N (newton) a tiempo a las 24 horas de medición para las cadenas elastoméricas del grupo CPC Protect®.

T1: 24 HORAS									
		MORELLI		DENTAURUM		RMO		ORMCO	
		CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA
(II) GRUPO CPC Protect® (CPC 0,07%)	1	3,8	3,6	6,1	5,9	4,1	3,6	3,4	3,2
	2	4	3,7	6,5	5,9	4	3,6	3,5	3,8
	3	4	3,5	6,1	5,8	4	3,5	3,4	3,8
	4	4	3,8	6,2	5,4	4,1	3,5	3,4	3,8
	5	4	3,7	5,9	5,7	3,9	3,7	3,5	3,8
	6	4	3,7	5,9	5,7	3,9	3,7	3,4	3,7
	7	4	3,7	5,9	5,7	3,9	3,7	3,5	3,7
	8	4	3,7	5,9	5,7	3,9	3,7	3,5	3,7
	9	4	3,7	5,9	5,7	3,9	3,7	3,5	3,7
	10	4	3,7	5,9	5,7	3,9	3,7	3,5	3,7

TABLA 9 (Material y método)

Registro de la fuerza en N (newton) a tiempo a las 24 horas de medición para las cadenas elastoméricas del grupo PERIO·AID® 0,05%.

T1: 24 HORAS									
		MORELLI		DENTAURUM		RMO		ORMCO	
		CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA
(III) GRUPO PERIO·AID® 0,05% (CHX 0,05% + CPC 0,05%)	1	3,9	3,6	6,3	5,7	4,5	3,9	3,7	3,8
	2	3,7	3,5	6,2	5,4	4	3,8	3,7	3,8
	3	4	3,6	6,7	5,8	4,3	3,8	3,6	3,7
	4	3,7	3,7	6,2	5,7	4,2	3,9	3,8	3,8
	5	3,7	3,7	6,2	5,8	4,3	3,9	3,6	3,8
	6	3,7	3,5	6,2	5,8	4,3	3,9	3,6	3,8
	7	3,7	3,5	6,2	5,8	4,3	3,9	3,6	3,8
	8	3,7	3,5	6,2	5,8	4,3	3,9	3,6	3,8
	9	3,7	3,5	6,2	5,8	4,3	3,9	3,6	3,8
	10	3,7	3,5	6,2	5,8	4,3	3,9	3,6	3,8

TABLA 10 (Material y método)

Registro de la fuerza en N (newton) a tiempo a los 7 días de medición para las cadenas elastoméricas del grupo control.

T2: 7 DÍAS									
		MORELLI		DENTAURUM		RMO		ORMCO	
		CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA
(I) GRUPO CONTROL: AGUA DESTILADA	1	2,1	2	4,2	2,5	3	3,3	2,8	3,1
	2	2,2	1,8	4,2	2,7	3,2	2,4	2,4	3,1
	3	2,1	1,9	3,8	2,8	2,9	2,4	2,7	2,4
	4	2,1	1,8	3,8	2,5	3,1	2,4	2,5	2,7
	5	2	1,6	3,9	2,6	2,9	2,4	2,5	2,7
	6	2,1	1,7	4,2	2,5	2,9	2,4	2,8	2,7
	7	2,1	1,7	4,2	2,5	2,9	2,4	2,5	2,7
	8	2,1	1,7	4,2	2,5	2,9	2,4	2,5	2,7
	9	2,1	1,7	4,2	2,5	2,9	2,4	2,7	2,7
	10	2,1	1,7	4,2	2,5	2,9	2,4	2,8	2,7

TABLA 11 (Material y método)

Registro de la fuerza en N (newton) a tiempo a los 7 días de medición para las cadenas elastoméricas del grupo CPC Protect®.

T2: 7 DÍAS									
		MORELLI		DENTAURUM		RMO		ORMCO	
		CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA
(II) GRUPO CPC Protect® (CPC 0,07%)	1	2,3	1,5	2,8	1,5	2,7	2,9	2,8	2,7
	2	2,3	1,7	2,3	1,3	2,7	2,1	2,9	2,9
	3	2,1	1,7	2,4	1,3	2,6	2,3	2,3	2,5
	4	2,8	1,6	2,4	1,6	2,7	2,3	2,6	2,5
	5	2,6	2,1	2,3	1,5	3	2,1	2,5	2,7
	6	2,6	2,1	2,3	1,5	3	2,1	2,6	2,5
	7	2,6	2,1	2,3	1,5	3	2,1	2,6	2,5
	8	2,6	2,1	2,3	1,5	3	2,1	2,6	2,5
	9	2,6	2,1	2,3	1,5	3	2,1	2,6	2,5
	10	2,6	2,1	2,3	1,5	3	2,1	2,6	2,5

TABLA 12 (Material y método)

Registro de la fuerza en N (newton) a tiempo a los 7 días de medición para las cadenas elastoméricas del grupo PERIO·AID® 0,05%.

T2: 7 DÍAS									
		MORELLI		DENTAURUM		RMO		ORMCO	
		CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA
(III) GRUPO PERIO·AID® 0,05% (CHX 0,05% + CPC 0,05%)	1	2,4	2	3,9	3,3	4,1	3,1	2,9	2,9
	2	2,2	1,8	3,8	3,3	3,7	3,4	2,7	3,1
	3	2,2	1,9	4	2,9	3,7	2,7	2,7	2,7
	4	2,2	2	3,9	3	3,8	3,1	2,4	2,8
	5	2,2	1,8	4	3,2	3,5	2,9	2,8	2,9
	6	2,2	1,8	3,8	3,2	3,5	2,9	2,8	2,9
	7	2,2	1,8	3,8	3,2	3,5	2,9	2,8	2,9
	8	2,2	1,8	3,8	3,2	3,5	2,9	2,8	2,9
	9	2,2	1,8	3,8	3,2	3,5	2,9	2,8	2,9
	10	2,2	1,8	3,8	3,2	3,5	2,9	2,8	2,9

TABLA 13 (Material y método)

Registro de la fuerza en N (newton) a tiempo a los 14 días de medición para las cadenas elastoméricas del grupo control.

T3: 14 DÍAS									
		MORELLI		DENTAURUM		RMO		ORMCO	
		CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA
(I) GRUPO CONTROL: AGUA DESTILADA	1	1,8	1,8	4,2	2,5	3	3	2,8	3
	2	1,7	1,7	4,2	2,6	2,7	2,4	2,4	2,6
	3	1,8	1,8	4,2	2,4	2,8	2,1	2,5	2,4
	4	1,7	1,7	3,8	2,5	3	2,4	2,4	2,4
	5	1,6	1,6	3,6	2,6	2,8	2,4	2,4	2,6
	6	1,6	1,6	4,2	2,5	2,8	2,4	2,5	2,6
	7	1,6	1,6	4,2	2,5	2,8	2,4	2,4	2,6
	8	1,6	1,6	4,2	2,5	2,8	2,4	2,4	2,6
	9	1,6	1,6	4,2	2,5	2,8	2,4	2,4	2,6
	10	1,6	1,6	4,2	2,5	2,8	2,4	2,5	2,6

TABLA 14 (Material y método)

Registro de la fuerza en N (newton) a tiempo a los 14 días de medición para las cadenas elastoméricas del grupo CPC Protect®.

T3: 14 DÍAS									
		MORELLI		DENTAURUM		RMO		ORMCO	
		CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA
(II) GRUPO CPC Protect® (CPC 0,07%)	1	2,1	1,4	2,2	1,3	2,6	2,4	2,6	2,3
	2	2,2	1,6	1,9	1,1	2,6	1,9	1,8	2,5
	3	2	1,6	2	1,2	2,6	1,9	2	2,2
	4	2,4	1,6	2,3	1,2	2,6	2	2,1	2,4
	5	2,4	2	2,1	1,4	2,9	1,9	2,2	2,5
	6	2,4	2	2,1	1,4	2,9	1,9	2,1	2,4
	7	2,4	2	2,1	1,4	2,9	1,9	2,2	2,4
	8	2,4	2	2,1	1,4	2,9	1,9	2,2	2,4
	9	2,4	2	2,1	1,4	2,9	1,9	2,2	2,4
	10	2,4	2	2,1	1,4	2,9	1,9	2,2	2,4

TABLA 15 (Material y método)

Registro de la fuerza en N (newton) a tiempo a los 14 días de medición para las cadenas elastoméricas del grupo PERIO·AID® 0,05%.

T3: 14 DÍAS									
		MORELLI		DENTAURUM		RMO		ORMCO	
		CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA
(III) GRUPO PERIO·AID® 0,05% (CHX 0,05% + CPC 0,05%)	1	1,9	1,9	3,7	2,9	3,5	2,7	2,5	2,5
	2	2	1,7	3,7	3,1	3	3,2	2,3	2,5
	3	2	1,7	3,9	2,8	3,5	2,9	2,3	2,4
	4	2	2	3,6	2,8	3,4	2,6	2,4	2,4
	5	2	1,7	3,9	3,1	3,3	2,7	2,4	2,3
	6	2	1,7	3,7	3,1	3,3	2,7	2,4	2,3
	7	2	1,7	3,7	3,1	3,3	2,7	2,4	2,3
	8	2	1,7	3,7	3,1	3,3	2,7	2,4	2,3
	9	2	1,7	3,7	3,1	3,3	2,7	2,4	2,3
	10	2	1,7	3,7	3,1	3,3	2,7	2,4	2,3

TABLA 16 (Material y método)

Registro de la fuerza en N (newton) a tiempo a los 21 días de medición para las cadenas elastoméricas del grupo control.

T4: 21 DÍAS									
		MORELLI		DENTAURUM		RMO		ORMCO	
		CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA
(I) GRUPO CONTROL: AGUA DESTILADA	1	1,9	1,5	4	2,5	3	2,8	2,5	2,8
	2	1,9	1,7	4,2	2,5	2,7	2,4	2,5	2,8
	3	1,8	1,6	4,1	2,5	2,7	2	2,5	2,8
	4	1,8	1,7	3,8	2,5	3	2,3	2,5	2,8
	5	1,9	1,6	3,6	2,5	2,8	2,3	2,5	2,8
	6	1,9	1,6	4,2	2,5	2,8	2,3	2,5	2,8
	7	1,9	1,6	4,2	2,5	2,8	2,3	2,5	2,8
	8	1,9	1,6	4,2	2,5	2,8	2,3	2,5	2,8
	9	1,9	1,6	4,2	2,5	2,8	2,3	2,5	2,8
	10	1,9	1,6	4,2	2,5	2,8	2,3	2,5	2,8

TABLA 17 (Material y método)

Registro de la fuerza en N (newton) a tiempo a los 21 días de medición para las cadenas elastoméricas del grupo CPC Protect®.

T4: 21 DÍAS									
		MORELLI		DENTAURUM		RMO		ORMCO	
		CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA
(II) GRUPO CPC Protect® (CPC 0,07%)	1	2	1,3	2,1	1,2	2,6	2,2	2,3	2,3
	2	2	1,6	1,9	1,2	2,6	1,9	2,3	2,1
	3	2	1,6	1,9	1,2	2,6	1,9	2	2,2
	4	2,4	1,6	2,1	1,3	2,6	2	2,1	2,4
	5	2,3	2	2	1,3	2,7	1,8	2,1	2,4
	6	2,3	2	2	1,3	2,7	1,8	2,1	2,3
	7	2,3	2	2	1,3	2,7	1,8	2,1	2,3
	8	2,3	2	2	1,3	2,7	1,8	2,1	2,3
	9	2,3	2	2	1,3	2,7	1,8	2,1	2,3
	10	2	2	2	1,3	2,7	1,8	2,1	2,3

TABLA 18 (Material y método)

Registro de la fuerza en N (newton) a tiempo a los 21 días de medición para las cadenas elastoméricas del grupo PERIO·AID® 0,05%.

T4: 21 DÍAS									
		MORELLI		DENTAURUM		RMO		ORMCO	
		CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA	CORTA	LARGA
(III) GRUPO PERIO·AID® 0,05% (CHX 0,05% + CPC 0,05%)	1	1,9	1,8	3,7	2,9	3,1	2,6	2,5	2,5
	2	1,9	1,7	3,7	3,1	3,1	2,7	2,3	2,5
	3	2	1,7	3,9	2,7	3,1	2,6	2,3	2,3
	4	1,9	2	3,6	2,6	3,1	2,6	2,4	2,2
	5	1,9	1,7	3,9	3,1	3,1	2,6	2,3	2,3
	6	1,9	1,7	3,7	3,1	3,1	2,6	2,3	2,5
	7	1,9	1,7	3,7	3,1	3,1	2,6	2,3	2,3
	8	1,9	1,7	3,7	3,1	3,1	2,6	2,3	2,3
	9	1,9	1,7	3,7	3,1	3,1	2,6	2,3	2,3
	10	1,9	1,7	3,7	3,1	3,1	2,6	2,3	2,3

TABLA 19 (Resultados)

Características estudios incluidos. M: Morelli®; OO: Ortho Organizers®; AO: American Orthodontics®; OT: Ortho Technology® (USA); 3M: 3M Unitek; OP: Ortho Plus®; D: Dentaureum® (Alemania); RMO: Rocky Mountain®; P: pre-estirada; SP: sin pre-estirar.

AUTOR	MUESTRA	TIPO DE CADENA	Nº ESLABONES	MARCA	DISTANCIA ENTRE PINS	INTERVALO MEDICIÓN	COLUTORIO/ AGENTE	CONTROL	APLICACIÓN COLUTORIO
Al - Ani	72	corta	-	M	29 mm	0h, 24h, 7d, 21d	Listerine® - Zero (sin alcohol) Listerine® Original (26,9% alcohol) Listerine®, Colgate Phos Fluor®, Clorhex Plus®, 26,9% alcohol Clorhexidina 0,2%	Agua destilada	60 seg / 12 horas
Menon y cols.	840	corta	3	OO	23,5 mm	0h, 24h, 7, 14, 21, 28 d.	Clorhex Plus®, 26,9% alcohol Clorhexidina 0,2%	Saliva artificial	60 seg / 12 horas
Behnaz y cols.	160	corta	6	AO	25 mm	0h, 24h, 7, 14, 21, 28 d.	Listerine® Total Care Zero Listerine® Healthy White	Saliva artificial	30 seg / 12 horas
Nahidh y cols.	440	corta	-	OT	29 mm	0h, 24h, 7, 14, 21, 28 d.	Listerine® te verde (Camellia Sinensis te verde; NaF) Tebodont (Melaleuca Alternifolia, aceite de árbol de té) Aloe - dent (aloe vera, aceite menta, mentol, Melaleuca Alternifolia) Herba Silca (Milenrama, manzanilla, caléndula, salvia)	Agua destilada	60 seg / 12 horas
Ramachandraiah y cols.	180	corta	3	3M; OP; OO	18 mm (P), 22 mm (SP)	0h, 24h, 7, 14, 21, 28 d.	Listerine®, Wokadine; Alcohol 21,6%; Alcohol 8,38%	Saliva artificial	60 seg / 12 horas
Mirhashemi y cols.	315	Sin enlaze	-	AO	24 mm	0h, 24h, 7, 14, 21, 28 d.	Persica; Clorhexidina 0,2% Fluoruro de Sodio 0,2%; CLX+ Fluoruro de Sodio	Saliva artificial	60 seg / 12 horas
Sadeghian y cols.	90	corta	5	AO; D	25 mm	0h, 24h, 7, 14, 21, 28 d.	Fluoruro de Sodio 0,05%; Listerine®	Saliva artificial	60 seg / 24 horas
Javanmardi and Salehi	80	corta	5	OT	15 mm	0h, 24h, 7, 14, 21, 28 d.	Orthokin®, Senskin®, Persica	Saliva artificial	60 seg / 12 horas
Omidkhoda y cols.	120	corta/ cerrada	5/7	D	25 mm	0h, 24h, 7, 14, 21, 28 d.	Clorhexidina 0,2%; Persica Fluoruro de Sodio 0,05%	Saliva artificial	60 seg / 24 horas
Oshagh y cols.	-	cerrada	4	OT	25 mm	0h, 24h, 7, 14, 21, 28 d.	Fluoruro de Sodio 0,0%	Agua destilada	60 seg / 24 horas
Kumar y cols.	480	corta	4	3M	25 mm	0h, 24h, 7, 14, 21, 28 d.	Clorhexidina 0,2%; Té Coca-Cola; Listerine Té	Agua destilada	60 seg / 12 horas
Pitton y cols.	90	corta	5	M	23,5 mm	0h, 24h, 7, 14, 21, 28 d.	Clorhexidina 0,12%; Clorhexidina 0,2% Periogard® 0,12%; Cleanform®	Agua destilada	30 seg / 12 horas
Pitton y cols.	108	corta	5	M	23,5 mm	0h, 24h, 7, 14, 21, 28 d.	Plax; Listerine® Plax Whitening; Listerine® Whitening	Agua destilada	60 seg / 12 horas
Larrabee y cols.	450	corta	3	RMO	23,5 mm	0h, 24h, 7, 14, 21, 28 d.	Alcohol 14%; Alcohol 26,9% Cepacol® (alcohol 14%); Listerine® (alcohol 26,9%)	Agua destilada	60 seg / 12 horas

TABLA 20 (Resultados)

Resultados del meta-análisis para la diferencia media estandarizada de la Fuerza en t=24h según Grupo: comparaciones entre pares de colutorios test (p-valor).

	Alcohol	Clorhexidina 0.2%	Listerine®	Persica	NaF
Alcohol					
Clorhexidina 0.2%	0.098				
Listerine®	0.516	0.194			
Persica	0.046*	0.576	0.085		
NaF	0.144	0.867	0.492	0.492	

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

TABLA 21 (Resultados)

Resultados del meta-análisis para la diferencia media estandarizada de la Fuerza en t=7d según Grupo: comparaciones entre pares de colutorios test (p-valor).

	Alcohol	Clorhexidina 0.2%	Listerine®	Persica	NaF
Alcohol					
Clorhexidina 0.2%	0.002**				
Listerine®	0.178	0.024*			
Persica	0.004**	0.936	0.037*		
NaF	0.008**	0.685	0.084	0.658	

TABLA 22 (Resultados)

Resultados del meta-análisis para la diferencia media estandarizada de la Fuerza en t=14d según Grupo: comparaciones entre pares de colutorios test (p-valor).

	Alcohol	Clorhexidina 0.2%	Listerine®	Persica	NaF
Alcohol					
Clorhexidina 0.2%	0.051				
Listerine®	0.783	0.042*			
Persica	0.064	0.902	0.062		
NaF	0.093	0.835	0.091	0.764	

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

TABLA 23 (Resultados)

Resultados del meta-análisis para la diferencia media estandarizada de la Fuerza en t=21d según Grupo: comparaciones entre pares de colutorios test (p-valor).

	Alcohol	Clorhexidina 0.2%	Listerine®	Persica	NaF
Alcohol					
Clorhexidina 0.2%	0.111				
Listerine®	0.941	0.059			
Persica	0.095	0.779	0.058		
NaF	0.156	0.844	0.093	0.651	

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

TABLA 24 (Resultados)

Resultados del meta-análisis para la diferencia media estandarizada de la Fuerza en t=28d según Grupo: comparaciones entre pares de colutorios test (p-valor).

	Alcohol	Clorhexidina 0.2%	Listerine	Persica	NaF
Alcohol					
Clorhexidina 0.2%	0.237				
Listerine	0.585	0.437			
Persica	0.372	0.956	0.565		
NaF	0.546	0.814	0.786	0.813	

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

TABLA 25 (Resultados)

Cálculo del riesgo de sesgo según QUIN (Sheth y cols., 2022).

ARTÍCULOS	Puntuación final (Total x 100 / 2x N.º criterios aplicables)	Riesgo de Sesgo (Alto: <50%; Medio: 50-70%; Bajo: >70%)
Al – Ani	(9x100) / 2x7 = 64,2%	RIESGO MEDIO
Menon y cols.,	(13x100) / 2x7 = 92,8%	RIESGO BAJO
Behnaz y cols.,	(14x100) / 2x7 = 100%	RIESGO BAJO
Nahidh y cols.,	(10x100) / 2x7 = 71,4%	RIESGO BAJO
Ramachandraiah y cols.,	(11x100) / 2x7 = 78,57%	RIESGO BAJO
Mirhashemi y cols.,	(9x100) / 2x7 = 64,2%	RIESGO MEDIO
Sadeghian y cols.,	(11x100) / 2x7 = 78,57%	RIESGO BAJO
Javanmardi and Salehi	(12x100) / 2x7 = 85,7%	RIESGO BAJO
Omidkhoda y cols.,	(12x100) / 2x7 = 85,7%	RIESGO BAJO
Oshagh y cols.,	(10x100) / 2x7 = 71,4%	RIESGO BAJO
Kumar y cols.,	(13x100) / 2x7 = 92,8%	RIESGO BAJO
Pithon y cols.,	(12x100) / 2x7 = 85,7%	RIESGO BAJO
Pithon y cols.,	(14x100) / 2x7 = 100%	RIESGO BAJO
Larrabee y cols.,	(14x100) / 2x7 = 100%	RIESGO BAJO

TABLA 26 (Resultados)

Riesgo de sesgo. Resultado (Adecuadamente especificado: 2 puntos; Inadecuadamente especificado: 1 punto; No especificado: 0 puntos; No aplicable: excluir los criterios del cálculo) y Riesgo (Alto: <50%; Medio: 50-70%; Bajo: >70%)

ARTÍCULOS	Diseño del estudio	Objetivos bien definidos	Cálculo tamaño muestral	Grupo control bien definido	Cegamiento del operador	N.º de eslabones	Distancia entre pins	Análisis estadístico adecuado	RIESGO DE SESGO
Al – Ani	In vitro	2	2	2	0	0	2	1	MEDIO
Menon y cols.,	In vitro	2	2	2	1	2	2	2	BAJO
Behnaz y cols.,	In vitro	2	2	2	2	2	2	2	BAJO
Nahidh y cols.,	In vitro	2	2	2	0	0	2	2	BAJO
Ramachandraiah y cols.,	In vitro	1	2	2	0	2	2	2	BAJO
Mirhashemi y cols.,	In vitro	1	2	2	0	0	2	2	MEDIO
Sadeghian y cols.,	In vitro	1	2	2	0	2	2	2	BAJO
Javanmardi and Salehi	In vitro	1	2	2	1	2	2	2	BAJO
Omidkhoda y cols.,	In vitro	2	2	2	0	2	2	2	BAJO
Oshagh y cols.,	In vitro	2	0	2	0	2	2	2	BAJO
Kumar y cols.,	In vitro	1	2	2	2	2	2	2	BAJO
Pithon y cols.,	In vitro	2	2	2	0	2	2	2	BAJO
Pithon y cols.,	In vitro	2	2	2	2	2	2	2	BAJO
Larrabee y cols.,	In vitro	2	2	2	2	2	2	2	BAJO

TABLA 27 (Resultados)

Pérdida de fuerza en % respecto a T1 según tipo de colutorio y cadeneta. (FD: Decaimiento de la fuerza; TD: Desviación típica; N: muestra)

TOTAL										CONTROL										VITIS CPC Protect®										PERIOD 0,05%																																							
TYPE										TYPE										TYPE										TYPE																																							
Short					Large					Short					Large					Short					Large					Short					Large					Short					Large																								
Morelli					Dettanum					Morelli					Dettanum					Morelli					Dettanum					Morelli					Dettanum					Morelli					Dettanum																								
TOTAL					TOTAL					TOTAL					TOTAL					TOTAL					TOTAL					TOTAL					TOTAL					TOTAL					TOTAL																								
RMO					RMO					RMO					RMO					RMO					RMO					RMO					RMO					RMO					RMO																								
Omico					Omico					Omico					Omico					Omico					Omico					Omico					Omico					Omico					Omico																								
240					30					30					30					80					10					10					10					80					10					10					10														
N					Average					TD					Min.					T2					T1					Median					N					Average					TD					Min.					T3					T1					Median				
					-27,1	-35,9	-28,7	-24,4	-26,7	-29,7	-27,2	-20,6	-24	-25,8	-39,6	-30,8	-24,5	-21,7	-25,4	-27,2	-18,5	-19	-28,6	-33,3	-27,3	-25,9	-28,5	-33,9	-29	-23,9	-26,9	-27	-34,9	-27,9	-22,8	-30	-29,8	-25,6	-19,3	-25,5																													
					5,6	3,4	2	4,3	4,9	3,9	2,5	3,6	4,2	7,4	3,1	1,7	6,7	4,2	1,7	3	4,1	1,6	3,9	1,4	0,9	2,2	2,8	1,6	2	1,7	3,7	4,8	1,8	1,4	2,1	2,7	1,8	0,9	1,5	0,2																													
					-44,3	-44,3	-33,3	-29,3	-36,5	-35	-34	-26,1	-36	-44,3	-44,3	-33,3	-29,3	-25	-30	-34	-23,9	-22	-36,7	-36,7	-28,6	-27,2	-32,5	-35	-33	-26,1	-36	-38,3	-38,3	-29,4	-24,4	-36,5	-34,4	-26,9	-20	-26																													
					-8,7	-31	-24,5	-11,7	-10,3	-23,7	-25	-8,7	-18	-8,7	-34,5	-27,1	-11,7	-10,3	-23,7	-25,5	-8,7	-18	-20,7	-31	-25,5	-20,7	-22,4	-30,5	-28	-22,2	-22,4	-15,6	-31	-24,5	-17,3	-28,4	-27,4	-25	-15,6	-25,5																													
					-27,2	-35,1	-28,6	-24,4	-28,4	-29,5	-26,9	-20	-26	-25	-39,3	-31,4	-29,3	-22,8	-25	-25,5	-18,7	-18	-27,5	-33,3	-27,5	-27,2	-29,6	-35	-28	-23,9	-27,5	-26,9	-35,1	-28,6	-23,5	-28,4	-29,5	-25	-20	-25,5																													
					240	30	30	30	30	30	30	30	30	80	10	10	10	10	10	10	10	10	80	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10																													
					-54,7	-61,3	-63,3	-57,6	-70,1	-47,7	-49,9	-41,5	-46	-54,6	-64,6	-65,2	-49,6	-67,4	-50,6	-51,2	-42,9	-45	-59,1	-58	-62,3	-70,9	-81,7	-52,1	-57	-42,6	-48,9	-50,3	-61,5	-62,6	-52,4	-61,3	-40,5	-41,9	-39	-43,2																													
					11,2	3,5	3,4	9,8	8,8	5,8	7,8	3,8	3,8	9,6	1,5	2,9	2,4	1,6	1,8	5,2	3,8	3,9	12,12	3,5	4,6	1,8	0,9	2,8	5	3,5	3,2	10	1	1,1	1	2	3,1	4,4	3,1	1,7																													
					-83,3	-65,6	-70	-72	-83,3	-56,7	-59,6	-50	-52	-68,6	-65,6	-68,6	-53,7	-68,4	-51,7	-52,9	-47,9	-52	-83,3	-65	-70	-72	-83,3	-56,7	-60	-50	-51	-66,3	-63,3	-63,3	-53,1	-66,3	-42,6	-48,1	-46,7	-46																													
					-33,9	-52,5	-58,3	-45,5	-59,3	-33,9	-34,6	-35,6	-38	-36,5	-61,4	-58,3	-45,5	-63,2	-46,7	-36,5	-37,8	-38	-37	-52,5	-58,8	-65,9	-80	-50	-43	-37	-42	-33,9	-59,3	-60,8	-50,6	-59,3	-33,9	-34,6	-35,6	-39,2																													
					-53	-61,4	-63,3	-53,1	-68,4	-50	-52,9	-41,3	-46	-52,5	-65,3	-66,3	-48,8	-68,4	-51,7	-52,9	-43,5	-46	-57,7	-56,7	-58,8	-71,6	-81,5	-50	-59	-42,2	-51	-49,3	-61,4	-63,3	-53,1	-60,5	-42,6	-44,2	-37,8	-43,1																													
					240	30	30	30	30	30	30	30	30	80	10	10	10	10	10	10	10	10	80	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10																													
					-58	-63,9	-59,2	-71,6	-50,6	-53,3	-48,6	-51,4	-56	-65,1	-67,2	-49,5	-68	-52,7	-52,4	-46,2	-48	-63	-61,3	-64,1	-74,2	-83,5	-53,6	-61,7	-53	-52,7	-54,9	-65,4	-64,6	-54	-63,1	-45,6	-46	-47	-53,6	-53,6																													
					10	2,6	3,2	11,1	9	4,2	7,5	4,2	3,2	8,9	1,7	2,1	2,6	2	1,8	4	2,9	2,8	10,8	2,5	4,4	1,4	1,1	2,5	3,2	4,5	1,6	8,3	1	1,6	1,2	2,1	2,3	4,2	1,5	1,7																													
					-85,5	-68,9	-72	-76,8	-85,5	-56,7	-63,5	-60,9	-55	-71,4	-68,9	-68,6	-55	-71,4	-55	-58,8	-50	-52	-85,5	-66,7	-72	-76,8	-85,5	-56,7	-64	-60,9	-55,1	-67,8	-67,8	-65,3	-56,1	-67,4	-50,8	-50	-54,9																														
					-39,5	-59,3	-60,8	-45,5	-61,7	-42,6	-38,5	-39,1	-41	-39,1	-63,2	-62,5	-45,5	-63,2	-49,2	-42,3	-39,1	-41,2	-43,5	-59,3	-60,8	-71,6	-82,7	-51,7	-53	-43,5	-50	-38,5	-64,9	-60,8	-51,9	-61,7	-42,6	-38,5	-44,4	-51																													
					-55	-64,9	-65,3	-54,3	-68,4	-51,7	-52,9	-47,2	-53	-53,2	-65,3	-66,3	-48,8	-68,4	-53,3	-52,9	-46,7	-48	-60,8	-60	-60,8	-74,1	-82,7	-51,7	-63	-51,6	-52,9	-54,3	-64,9	-65,3	-54,3	-61,7	-45,9	-48,1	-46,7	-54,9																													
					240	30	30	30	30	30	30	30	30	80	10	10	10	10	10	10	10	10	80	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10																													
					-59,2	-66	-65,7	-59,8	-72	-53,1	-55,7	-49,2	-52	-57,1	-68,3	-68,2	-49,9	-68,4	-52,9	-54,3	-46,2	-48,4	-64,2	-62,8	-64,3	-75,4	-84,1	-55,6	-63	-53,2	-54,7	-56,4	-66,8	-64,8	-54	-63,5	-50,7	-49,6	-48,3	-53,8																													
					9,7	2,9	3,3	11,5	9,2	2,5	6,3	3,4	3,3	9,3	1,5	0,8	2,3	2	1,9	3,5	1,3	1,9	10,4	2,5	4,8	0,9	0,4	0,8	2,6	2	1,6	7,2	0,8	1,4	1,2	2,8	1,5	0,8	1,6	2,1																													
					-85,2	-70,5	-74	-77,1	-85,2	-56,7	-64,7	-56,5	-58	-71,4	-70,5	-68,8	-55	-71,4	-55	-60,8	-47,9	-52	-85,2	-66,7	-74	-77,1	-85,2	-56,7	-65	-56,5	-58	-68,6	-68,3	-65,3	-56,1	-68,6	-54,1	-50	-50	-56,9																													
					-44,4	-59,3	-60,8	-48,1	-61,7	-48,3	-46,2	-44,4	-45	-44,4	-66,7	-66,7	-48,1	-63,2	-49,2	-46,2	-44,4	-45,1	-50	-59,3	-60,8	-74,1	-83,8	-55	-57	-50	-52	-44,4	-65,5	-60,8	-51,9	-61,7	-48,3	-48,1	-44,4	-51																													
					-55,1	-66,7	-65,3	-54,3	-68,4	-53,3	-54,9	-48,9	-54	-54,5	-68,3	-68,6	-48,8	-68,4	-53,3	-54,9	-45,7	-48	-61,7	-61,7	-60,8	-84	-84	-55	-65	-53,3	-54,9	-54,3	-66,7	-65,3	-54,3	-61,7	-50,8	-50	-48,9	-54,9																													

TABLA 28 (Resultados)

Evolución de F media según Tipo y Grupo de colutorio: resultados test F del modelo lineal general ANOVA de 2 vías y medidas repetidas.

	p-valor
TIEMPO	<0,001***
TIPO	<0,001***
GRUPO	<0,001***
TIPO x GRUPO	<0,001***
TIEMPO x TIPO	<0,001***
TIEMPO x GRUPO	<0,001***
TIEMPO x TIPO x GRUPO	<0,001***

TABLA 29 (Resultados)

Diferencias generales entre distintas casas comerciales a las 24 horas basadas en las medidas marginales estimadas. *La diferencia de las medias es significativa al nivel 0,5. Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

(I) MARCA	(J) MARCA	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación ¹	Intervalo de confianza al 95 % para la diferencia	
					Límite inferior	Límite superior
MORELLI	DENTAURUM	-6,722*	,676	,000	-8,520	-4,924
	RMO	-3,860*	,676	,000	-5,658	-2,062
	ORMCO	-10,102*	,676	,000	-11,900	-8,304
DENTAURUM	MORELLI	6,722*	,676	,000	4,924	8,520
	RMO	2,862*	,676	,000	1,064	4,660
	ORMCO	-3,380*	,676	,000	-5,178	-1,582
RMO	MORELLI	3,860*	,676	,000	2,062	5,658
	DENTAURUM	-2,862*	,676	,000	-4,660	-1,064
	ORMCO	-6,242*	,676	,000	-8,040	-4,444
ORMCO	MORELLI	10,102*	,676	,000	8,304	11,900
	DENTAURUM	3,380*	,676	,000	1,582	5,178
	RMO	6,242*	,676	,000	4,444	8,040

TABLA 30 (Resultados)

Degradación media de un tipo de cadeneta en concreto dependiendo del tipo de colutorio

TIPO	(I) GRUPO	(J) GRUPO	Diferencia entre medias (I-J)	Error tip.	Significación ¹	Intervalo de confianza al 95 % para la diferencia	
						Límite inferior	Límite superior
MORELLI corta	Control	CPC	-6,598*	1,355	,000	-9,866	-3,329
		CPC+CHX	-3,098	1,355	,069	-6,367	,170
	CPC	Control	6,598*	1,355	,000	3,329	9,866
		CPC+CHX	3,500*	1,355	,031	,231	6,768
	CPC+CHX	Control	3,098	1,355	,069	-,170	6,367
		CPC	-3,500*	1,355	,031	-6,768	-,231
MORELLI larga	Control	CPC	-2,891	1,355	,102	-6,160	,378
		CPC+CHX	-2,613	1,355	,165	-5,882	,655
	CPC	Control	2,891	1,355	,102	-,378	6,160
		CPC+CHX	,278	1,355	1,000	-2,991	3,546
	CPC+CHX	Control	2,613	1,355	,165	-,655	5,882
		CPC	-,278	1,355	1,000	-3,546	2,991
DENTAURUM corta	Control	CPC	21,276*	1,355	,000	18,007	24,544
		CPC+CHX	2,791	1,355	,122	-,477	6,060
	CPC	Control	-21,276*	1,355	,000	-24,544	-18,007
		CPC+CHX	-18,484*	1,355	,000	-21,753	-15,216
	CPC+CHX	Control	-2,791	1,355	,122	-6,060	,477
		CPC	18,484*	1,355	,000	15,216	21,753
DENTAURUM larga	Control	CPC	14,283*	1,355	,000	11,014	17,552
		CPC+CHX	-6,068*	1,355	,000	-9,336	-2,799
	CPC	Control	-14,283*	1,355	,000	-17,552	-11,014
		CPC+CHX	-20,351*	1,355	,000	-23,619	-17,082
	CPC+CHX	Control	6,068*	1,355	,000	2,799	9,336
		CPC	20,351*	1,355	,000	17,082	23,619
RMO corta	Control	CPC	1,508	1,355	,800	-1,760	4,777
		CPC+CHX	-10,086*	1,355	,000	-13,354	-6,817
	CPC	Control	-1,508	1,355	,800	-4,777	1,760
		CPC+CHX	-11,594*	1,355	,000	-14,863	-8,325
	CPC+CHX	Control	10,086*	1,355	,000	6,817	13,354
		CPC	11,594*	1,355	,000	8,325	14,863
RMO larga	Control	CPC	5,430*	1,355	,000	2,161	8,698
		CPC+CHX	-9,284*	1,355	,000	-12,552	-6,015
	CPC	Control	-5,430*	1,355	,000	-8,698	-2,161
		CPC+CHX	-14,713*	1,355	,000	-17,982	-11,445
	CPC+CHX	Control	9,284*	1,355	,000	6,015	12,552
		CPC	14,713*	1,355	,000	11,445	17,982
ORMCO corta	Control	CPC	-,255	1,355	1,000	-3,524	3,013
		CPC+CHX	-3,869*	1,355	,014	-7,138	-,600
	CPC	Control	,255	1,355	1,000	-3,013	3,524
		CPC+CHX	-3,614*	1,355	,025	-6,882	-,345
	CPC+CHX	Control	3,869*	1,355	,014	,600	7,138
		CPC	3,614*	1,355	,025	,345	6,882
ORMCO larga	Control	CPC	3,875*	1,355	,014	,606	7,144
		CPC+CHX	-1,784	1,355	,568	-5,053	1,485
	CPC	Control	-3,875*	1,355	,014	-7,144	-,606
		CPC+CHX	-5,659*	1,355	,000	-8,927	-2,390
	CPC+CHX	Control	1,784	1,355	,568	-1,485	5,053
		CPC	5,659*	1,355	,000	2,390	8,927

TABLA 31 (Resultados)

Comparación entre casas comerciales entre T1- T3.

(I) MARCA	(J) MARCA	Diferencia entre medias (I-J)	Error tip.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
					Límite inferior	Límite superior
MORELLI	DENTAURUM	1,5430	,86013	,445	-,7462	3,8322
	RMO	-13,5099*	,86013	,000	-15,7991	-11,2207
	ORMCO	-18,7215*	,86013	,000	-21,0107	-16,4323
DENTAURUM	MORELLI	-1,5430	,86013	,445	-3,8322	,7462
	RMO	-15,0529*	,86013	,000	-17,3421	-12,7637
	ORMCO	-20,2645*	,86013	,000	-22,5537	-17,9753
RMO	MORELLI	13,5099*	,86013	,000	11,2207	15,7991
	DENTAURUM	15,0529*	,86013	,000	12,7637	17,3421
	ORMCO	-5,2116*	,86013	,000	-7,5008	-2,9224
ORMCO	MORELLI	18,7215*	,86013	,000	16,4323	21,0107
	DENTAURUM	20,2645*	,86013	,000	17,9753	22,5537
	RMO	5,2116*	,86013	,000	2,9224	7,5008

TABLA 32 (Resultados)

Diferencias estadísticas entre los distintos tipos de cadena elastomérica a los 7 días.

	MORELLI corta	MORELLI larga	DENTAUR UM corta	DENTAUR UM larga	RMO corta	RMO larga	ORMCO corta
MORELLI corta							
MORELLI larga	1,000						
DENTAURUM corta	<0,001***	<0,001***					
DENTAURUM larga	<0,001***	<0,001***	<0,001***				
RMO corta	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***			
RMO larga	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	0,002**		
ORMCO corta	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	0,057	<0,001***	
ORMCO larga	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	1,000	0,127	0,001**

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

TABLA 33 (Resultados)

Degradación media de cada tipo de cadena elastomérica individualmente dependiendo del colutorio a los 14 días

TIPO	(I) GRUPO	(J) GRUPO	Diferencia entre medias (I-J)	Error tip.	Significación ¹	Intervalo de confianza al 95 % para la diferencia	
						Límite inferior	Límite superior
MORELLI corta	Control	CPC	-3,751*	1,151	,004	-6,527	-,974
		CPC+CHX	,380	1,151	1,000	-2,397	3,157
	CPC	Control	3,751*	1,151	,004	,974	6,527
		CPC+CHX	4,131*	1,151	,001	1,354	6,908
	CPC+CHX	Control	-,380	1,151	1,000	-3,157	2,397
		CPC	-4,131*	1,151	,001	-6,908	-1,354
MORELLI larga	Control	CPC	-3,100*	1,151	,023	-5,876	-,323
		CPC+CHX	-2,570	1,151	,080	-5,347	,207
	CPC	Control	3,100*	1,151	,023	,323	5,876
		CPC+CHX	,530	1,151	1,000	-2,247	3,307
	CPC+CHX	Control	2,570	1,151	,080	-,207	5,347
		CPC	-,530	1,151	1,000	-3,307	2,247
DENTAURUM corta	Control	CPC	24,695*	1,151	,000	21,918	27,472
		CPC+CHX	4,506*	1,151	,000	1,729	7,283
	CPC	Control	-24,695*	1,151	,000	-27,472	-21,918
		CPC+CHX	-20,189*	1,151	,000	-22,966	-17,412
	CPC+CHX	Control	-4,506*	1,151	,000	-7,283	-1,729
		CPC	20,189*	1,151	,000	17,412	22,966
DENTAURUM larga	Control	CPC	15,564*	1,151	,000	12,787	18,341
		CPC+CHX	-4,836*	1,151	,000	-7,612	-2,059
	CPC	Control	-15,564*	1,151	,000	-18,341	-12,787
		CPC+CHX	-20,400*	1,151	,000	-23,176	-17,623
	CPC+CHX	Control	4,836*	1,151	,000	2,059	7,612
		CPC	20,400*	1,151	,000	17,623	23,176
RMO corta	Control	CPC	,845	1,151	1,000	-1,932	3,621
		CPC+CHX	-7,175*	1,151	,000	-9,952	-4,398
	CPC	Control	-,845	1,151	1,000	-3,621	1,932
		CPC+CHX	-8,020*	1,151	,000	-10,797	-5,243
	CPC+CHX	Control	7,175*	1,151	,000	4,398	9,952
		CPC	8,020*	1,151	,000	5,243	10,797
RMO larga	Control	CPC	9,340*	1,151	,000	6,563	12,117
		CPC+CHX	-6,410*	1,151	,000	-9,187	-3,634
	CPC	Control	-9,340*	1,151	,000	-12,117	-6,563
		CPC+CHX	-15,750*	1,151	,000	-18,527	-12,974
	CPC+CHX	Control	6,410*	1,151	,000	3,634	9,187
		CPC	15,750*	1,151	,000	12,974	18,527
ORMCO corta	Control	CPC	6,348*	1,151	,000	3,571	9,125
		CPC+CHX	,831	1,151	1,000	-1,946	3,608
	CPC	Control	-6,348*	1,151	,000	-9,125	-3,571
		CPC+CHX	-5,517*	1,151	,000	-8,294	-2,740
	CPC+CHX	Control	-,831	1,151	1,000	-3,608	1,946
		CPC	5,517*	1,151	,000	2,740	8,294
ORMCO larga	Control	CPC	4,655*	1,151	,000	1,879	7,432
		CPC+CHX	5,612*	1,151	,000	2,835	8,388
	CPC	Control	-4,655*	1,151	,000	-7,432	-1,879
		CPC+CHX	,956	1,151	1,000	-1,820	3,733
	CPC+CHX	Control	-5,612*	1,151	,000	-8,388	-2,835
		CPC	-,956	1,151	1,000	-3,733	1,820

TABLA 34 (Resultados)

Diferencias estadísticas entre los diferentes tipos de cadenas elastoméricas a los 21 días

	MORELLI corta	MORELLI larga	DENTAUR UM corta	DENTAUR UM larga	RMO corta	RMO larga	ORMCO corta
MORELLI corta							
MORELLI larga	1,000						
DENTAURUM corta	<0,001***	<0,001***					
DENTAURUM larga	<0,001***	<0,001***	<0,001***				
RMO corta	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***			
RMO larga	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***		
ORMCO corta	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	
ORMCO larga	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	1,000	<0,001***	0,001**

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

TABLA 35 (Resultados)

Diferencias generales entre distintas casas comerciales a los 21 días

(I) MARCA	(J) MARCA	Diferencia entre medias (I-J)	Error tip.	Significación ¹	Intervalo de confianza al 95 % para la diferencia	
					Límite inferior	Límite superior
MORELLI	DENTAURUM	,026	,761	1,000	-1,998	2,051
	RMO	-11,461*	,761	,000	-13,486	-9,437
	ORMCO	-15,094*	,761	,000	-17,118	-13,069
DENTAURUM	MORELLI	-,026	,761	1,000	-2,051	1,998
	RMO	-11,488*	,761	,000	-13,513	-9,463
	ORMCO	-15,120*	,761	,000	-17,145	-13,095
RMO	MORELLI	11,461*	,761	,000	9,437	13,486
	DENTAURUM	11,488*	,761	,000	9,463	13,513
	ORMCO	-3,632*	,761	,000	-5,657	-1,607
ORMCO	MORELLI	15,094*	,761	,000	13,069	17,118
	DENTAURUM	15,120*	,761	,000	13,095	17,145
	RMO	3,632*	,761	,000	1,607	5,657

ANEXO III. APORTACIÓN AL CONGRESO

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ORTODONCIA (SEDO)
65 Congreso Anual
Granada, 5-8 Junio 2019



CERTIFICADO DE PÓSTER

Andres Castello, Carolina: Garcovich, Daniele: Adobes Martin, Milagros

Han participado como autores del PÓSTER titulado: CAMBIO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS CADENAS ELASTOMÉRICAS EN OROTODONCIA, presentado en el 65 Congreso de la Sociedad Española de Ortodoncia celebrado en el Palacio de Congresos de Granada del 5 al 8 de junio de 2019 y declarado de interés sanitario por el Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social.

Se certifica para que conste a los efectos curriculares oportunos.

Granada, 8 de junio de 2019.



Mario Menéndez
Presidente Comisión Científica



Ignacio Garcia Espona
Presidente Comité Organizador



Joaquin Travesi
Presidente Comisión Científica

Secretaría técnica y científica / Technical and scientific secretariat: >atlantacongress



ANEXO IV. PUBLICACIONES

Castelló et al. *BMC Oral Health* (2023) 23:538
<https://doi.org/10.1186/s12903-023-03240-3>

BMC Oral Health

RESEARCH

Open Access



Effect of mouthwashes on the force decay of polymeric ligature chains used for dental purposes: a systematic review and meta-analysis

Carolina Andrés Castelló¹, Natalia Zamora-Martínez^{1*}, Vanessa Paredes-Gallardo¹ and Beatriz Tarazona-Álvarez¹

Abstract

Background External factors such as the daily use of antimicrobial mouthwashes to maintain oral hygiene and to reduce the microbial activity can contribute to alter the mechanical properties of the elastomeric chains used during orthodontic treatments, causing loss of effectiveness. This systematic review and a meta-analysis assessed the rate of force decay and degradation of the polymeric chains depending on the type of mouthwash.

Methods A systematic search of the literature were there was an exposure of orthodontic elastomeric chains to certain mouthwashes was conducted in the electronic databases of PubMed, Cochrane Library (CENTRAL), Scopus, EMBASE and Web of Science, as well as grey literature (OpenGrey). No limit was placed on publication year and research was done up to June 2022. Based on inclusion/ exclusion criteria, data were extracted by two independent reviewers. For the quantitative analysis, studies were analysed with a mixed-effect (random effect) meta-regression model, with beta coefficients and R² values. I² index and Q and Egger tests were used to find heterogeneity among studies.

Results A total of 178 potentially eligible studies were identified, of which 14 were eventually included in the qualitative analysis and 14 in the quantitative meta-analysis. The meta-analysis showed that all the mouthwashes were associated with a greater force decay than the control groups. After 7 days ($p=0.005$) significant differences were found among the different mouthwashes, with those containing alcohol having significantly higher impact on the force decay than those containing chlorhexidine 0.2%, sodium fluoride or Persica. However, at 24 h ($p=0.200$), 14 days ($p=0.076$), 21 days ($p=0.120$) and 28 days ($p=0.778$) no statistically significant differences among the different mouthwashes were found, although those containing alcohol presented a strong tendency.

Conclusion Although mouthwashes tend to increase the speed of force decay of elastomeric chains, especially those containing alcohol, chlorhexidine 0.2% can be a good alternative due to its low impact on the force decay and its ability to maintain low microbial activity. More in vitro and in vivo studies comparing different manufacturers and other agents should be performed.

*Correspondence:
 Natalia Zamora-Martínez
natalia.zamora@uv.es

Full list of author information is available at the end of the article



© The Author(s) 2023. **Open Access** This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated in a credit line to the data.

studies that combine different manufacturers of elastomeric chains with different mouthwashes are needed.

Finally, well designed studies following standardized and strict criteria such as the number of mouthwashes that are measured, the distance between pins and the type of chain used should be performed to obtain more accurate results.

Conclusion and recommendations

The results of this work showed that a greater force decay of the elastomeric chains is produced after being subjected to the action of different mouthwashes, especially those that contain alcohol. Mouthwashes such as Listerine® and those containing alcohol increase the speed of degradation of the physical properties of orthodontic elastomeric chains. The differences with respect to the control group are greater during the first 21 days, with the values being equated to those of the artificial saliva group after 28 days of use. The results regarding the sodium fluoride-based mouthwashes are controversial, since a greater degradation was observed compared to the control group during the first and third weeks of use. The application of mouthwashes based on Persica or chlorhexidine 0.2% did not produce any adverse effect on the degradation of the chains for any of the periods analyzed.

Thus, clorhexidine 0.2% mouthwashes could be a good alternative due to its low impact on the force decay of elastic chains and its ability to maintain low microbial activity. More in vitro and in vivo studies comparing different manufacturers and other agents such as cetylpyridinium chloride should be performed.

Supplementary Information

The online version contains supplementary material available at <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03240-3>.

Supplementary Material 1

Acknowledgements

None.

Authors' contributions

C.A. Conceptualization, Methodology, Data curation, Writing- Original draft preparation. N.Z. Data curation, Conceptualization, Methodology, Writing- Original draft preparation. V.P. Data curation, Visualization, Investigation, Validation. B.T. Data curation, Supervision, Validation, Writing- Reviewing and Editing.

Funding

None.

Data Availability

All data generated or analysed during this study are included in this published article [and its supplementary information files].

Declarations

Ethics approval and consent to participate

Not applicable.

Consent for publication

Not applicable.

Competing interests

Not applicable.

Author details

¹Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Valencia, Spain

Received: 8 November 2022 / Accepted: 19 July 2023

Published online: 04 August 2023

References

- Evans KS, Wood CM, Moffitt AH, Colgan JA, Holman JK, Marshall SD, Pope DS, Sample LB, Sherman SL, Sinclair PM, Trulove TS. Sixteen-week analysis of unaltered elastomeric chain relating in-vitro force degradation with in-vivo extraction space tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2017;151(4):727–34.
- Andreasen y Bishara. Comparison of alastik chains with elastics involved with intra-arch molar to molar forces. 1970.
- Javanmardi Z, Salehi P. Effects of Orthokin, Sensikin and Persica mouth rinses on the force degradation of elastic chains and NITI coil springs. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2016 Spring;10(2):99–105.
- Mirhashemi A, Saffarshahroudi A, Sodagar A, Atai M. Force-degradation pattern of six different orthodontic elastomeric chains. *J Dent (Tehran)*. 2012 Fall;9(4):204–15.
- Nattrass C, Ireland AJ, Sherriff M. The effect of environmental factor son elastomeric chain and nickel titanium coil springs. *Eur J Orthod*. 1998;20(2):169–76.
- Silva A, Azevedo M, Sampaio-Maia B, Sousa-Pinto B. The effect of mouthrinses on severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 viral load: a systematic review. *J Am Dent Assoc*. 2022;153(7):635–48.
- Pithon MM, Rodrigues AC, Sousa EL, Santos LP, Soares Ndos S. Do mouthwashes with and without bleaching agents degrade the force of elastomeric chains? *Angle Orthod*. 2013;83(4):712–7.
- Larrabee TM, Liu SS, Torres-Gorena A, Soto-Rojas A, Eckert GJ, Stewart KT. The effects of varying alcohol concentrations commonly found in mouth rinses on the force decay of elastomeric chain. *Angle Orthod*. 2012;82(5):894–9.
- Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JP, Clarke M, Devereaux PJ, Kleijnen J, Moher D. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration. *BMJ*. 2009;339.
- Sheth VH, Shah NP, Jain R, Bhanushali N, Bhatnagar V. Development and validation of a risk-of-bias tool for assessing in vitro studies conducted in dentistry: the QUIN. *J Prosthet Dent*. 2022 Jun 22.
- Menon VV, Madhavan S, Chacko T, Gopalakrishnan S, Jacob J, Parayancode A. Comparative assessment of force decay of the elastomeric chain with the use of various mouth rinses in simulated oral environment: an in vitro study. *J Pharm Bioallied Sci*. 2019;11(2):269–73.
- Kumar K, Shetty S, Krithika MJ, 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.
- Al – Ani RA. The effect of mouth wash containing alcohol on force degradation of colored elastomeric chains. *Indian J Public Health Res Dev*. 2019 october;10(10).
- Sadeghian S, Heydari G, Shirvani A, Sadeghian R. The effect of sodium fluoride and listerine mouthwashes on the force decay of orthodontic elastomeric chains. *J Res Med Dent Sci*. 2017;5(5):115–22.
- Pithon M, Santana DA, Soussa KH, Oliveira Farias IM. Does chlorhexidine in different formulations interfere with the force of orthodontic elastics. *Angle Orthod*. 2013; 83(2).
- Omidkhoda M, Rashed R, Khodarahmi N. Evaluation of the effects of three different mouthwashes on the force decay of orthodontic chains. *Dent Res J*. 2015 Jul-Aug;12(4):348–52.

17. Behnaz M, Dalaie K, Hosseinpour S, Namvar F, Kazemi L. The effect of tooth-pastes with bleaching agents on the force decay of elastomeric Orthodontic chains. *Eur J Dent*. 2017 Oct-Dec;11(4):427–31.
18. Oshagh M, Ajami S. A comparison of force decay: elastic chain or tie-back method? *World J Orthod*. 2010 Winter;11(4):45–51.
19. Ramachandralah S, Sridharan K, Nishad A, Manjusha KK, Abraham EA, Ramees MM. Force decay characteristics of commonly used elastomeric chains on exposure to various mouth rinses with different alcohol concentration: an in vitro study. *J Contemp Dent Pract*. 2017;18(9):813–20.
20. Nahidh M, Abbass Abdullah N, Hassan AF, 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.
21. Ash JL, Nikolai RJ. Relaxation of orthodontic elastomeric chains and modules in vivo and in vitro. *J Dent Res*. 1978 May – Jun;57(5–6): 685 – 90.
22. De Genova DC, McInnes-Ledoux P, Weinberg R, Shaye R. Force degradation of orthodontic elastomeric chains—a product comparison study. *Am J Orthod*. 1985;87(5):377–84.
23. Andhare P, Datana S, Agarwal SS, Chopra SS. Comparison of in vivo and in vitro force decay of elastomeric chains/modules: a systematic review and meta analysis. *J World Fed Orthod*. 2021;10(4):155–62.
24. Tran L, Tam DNH, Elshafay A, et al. Quality assessment tools used in systematic reviews of in vitro studies: a systematic review. *BMC Med Res Methodol*. 2021;21:101.
25. Sarkis-Onofre R, Skupien JA, Cenci MS, Moraes RR, Pereira-Cenci T. The role of resin cement on bond strength of glass-fiber posts luted into root canals: a systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Oper Dent*. 2014;39(1):E31–44.

Publisher's Note

Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

ANEXO V. ARTÍCULOS PENDIENTES DE PUBLICACIÓN

COMPARATIVE EVALUATION OF THE EFFECT OF TWO CETYLPYRIDINIUM CHLORIDE-BASED MOUTHWASHES ON THE STRENGTH LOSS OF ORTHODONTIC ELASTOMERIC CHAINS: AN VITRO STUDY.

Abstract

Background: The purpose of the study was to assess the strength degradation and loss of effectiveness of four types of polymeric ligature chains after their immersion in two different cetylpyridinium chloride-based mouthwashes with antimicrobial properties.

Material and Methods: A total of 240 elastomeric chain samples from four different manufacturers (Rocky Mountain®, Ormco®, Morelli® and Dentaaurum®) in two types of configurations (with and without intermodular links) was studied. The samples were immersed and divided into 3 study groups: 1. distilled water, 2. Vitis CPC Protect® mouthwash (CPC 0.07%) and 3. PERIO-AID® 0.05% mouthwash (chlorhexidine 0.05% + CPC 0.05%). The follow-up periods for the measurements were at 0 hours, 24 hours, 7 days, 14 days and 21 days. During the 21 days of the trial, VITIS CPC Protect® and PERIO-AID® mouthwashes were administered to groups 2 and 3, respectively, twice a day for 60 seconds, following the manufacturers' protocols. To proceed with the measurement of the force, a universal traction machine was used. The units of measurement were in Newton (N) and de percentage of strenght loss was recorded. The normality of the strength variables was checked using the Kolmogorov–Smirnov test. A 3-way analysis of variance (ANOVA) with repeated measures was applied to assess the influence of manufacturer, setting and mouthwash group separately.

Results: There was a drop in strength of up to 35.9% at 24 hours and 70.1% during the first week in all groups. After a week, the short chains (52%) degraded less than the long ones (57.3%) with a statistically significant difference (p value<0.001) and the same pattern was observed until 21 days (p <0.001). At 24 hours, the general degradation of the elastomeric chains exposed in distilled water was 25.8%, in VITIS CPC Protect® 28.6% and in PERIO- AID® 0.05%, 27% with significant differences (p <0.001) between any of the three mouthwashes. Finally, at 21 days, the overall mean degradation was 57.1% in the control group, 64% in the VITIS CPC Protect® group and 56.4% in the PERIO-AID® 0.05% group. The VITIS CPC Protect® group obtained a much greater loss of strength, being this drop statistically significant (p <0.001).

The elastomeric chains from Ormco® would have experienced, in general, the least loss of force, when immersed in the control group or PERIO AID® 0.05% (46% and 48% of loss of strength in short-link chains, respectively). RMO® also showed good results, especially with PERIO AID® 0.05% (50% and 51% loss of strength in short-link and long-link chains, respectively). The short-link chain from Dentaaurum® showed a 50% of loss in the control group and 54% in the PERIO AID® 0.05% group. Morelli's elastomeric chains would lose between 65% and 70% of their strength in all groups, while Dentaaurum's in VITIS CPC Protect® would lose more than 75%.

Conclusions: Since PERIO-AID® 0.05% showed significantly better results than VITIS CPC Protect® over time, it can be considered the best option to recommend as a complementary hygiene element in orthodontic treatments when elastomeric chains are to be used. Those polymeric chains without intermodular links from Ormco® where the ones that showed better properties.

