Cuaderno de odontología. Revista científica
Vol. 4(especial2), 1-10, 2026
https://doi.org/10.62574/w2jwt766

Efecto de enjuagues bucales con y sin alcohol sobre la fuerza de cadenas elastoméricas ortodónticas: estudio in vitro

Effect of alcohol-containing and alcohol-free mouthwashes on the force of orthodontic elastomeric chains: an in vitro study

Tania Rocío Matute-Sánchez
trmatutes24@est.ucacue.edu.ec
Universidad Católica de Cuenca. Azogues, Cañar, Ecuador
https://orcid.org/0009-0008-0187-235X

Katherine de los Ángeles Cuenca-León
kcuencal@ucacue.edu.ec
Universidad Católica de Cuenca. Azogues, Cañar, Ecuador
https://orcid.org/0000-0002-7816-0114

Miriam Verónica Lima-Illescas
mlimai@ucacue.edu.ec
Universidad Católica de Cuenca. Azogues, Cañar, Ecuador
https://orcid.org/0000-0001-6844-3826

Edisson Mauricio Quito-Pacheco
epachecoq@ucacue.edu.ec
Universidad Católica de Cuenca. Azogues, Cañar, Ecuador
https://orcid.org/0000-0002-6168-3218

RESUMEN

Objetivo: determinar el efecto de los enjuagues bucales con y sin alcohol sobre la degradación de la fuerza de las cadenas elastoméricas ortodónticas. **Materiales y métodos:** se realizó un estudio experimental in vitro, controlado y comparativo. Se evaluaron 180 segmentos de cadenas elastoméricas de tres fabricantes distintos, distribuidos en tres grupos según el medio de inmersión: saliva artificial, enjuague sin alcohol y enjuague con alcohol. **Resultados:** la fuerza disminuyó progresivamente en todos los grupos. La mayor pérdida se observó en el enjuague con alcohol (74,29 % en T6), seguido del enjuague sin alcohol (71,62 %) y de la saliva artificial (63,30 %) ($p < 0,001$). **Conclusión:** la degradación de la fuerza de las cadenas elastoméricas está influenciada por el tiempo y el medio de inmersión, y resulta más acentuada en presencia de enjuagues bucales con alcohol.
Descriptores: ortodoncia; elastómeros; antisépticos bucales. (DeCS).

ABSTRACT

Objective: To determine the effect of mouthwashes containing and not containing alcohol on the reduction in the strength of orthodontic elastomeric chains. **Materials and methods:** An experimental, controlled, comparative in vitro study was conducted. A total of 180 segments of elastomeric chains from three different manufacturers were evaluated, divided into three groups according to the immersion medium: artificial saliva, alcohol-free mouthwash and alcohol-based mouthwash. **Results:** Strength decreased progressively in all groups. The greatest loss was observed in the alcohol-containing mouthwash group (74.29% at T6), followed by the alcohol-free mouthwash group (71.62%) and the artificial saliva group (63.30%) ($p < 0.001$). **Conclusion:** the degradation of the strength of elastomeric chains is influenced by time and the immersion medium, and is more pronounced in the presence of alcohol-based mouthwashes.
Descriptors: orthodontics; elastomers; mouthwashes. (MeSH).

Recibido: 08/06/2026. Revisado: 19/06/2026. Aprobado: 25/07/2026. Publicado: 06/08//2026.
Artículo original breve

INTRODUCCIÓN

El tratamiento ortodóntico busca corregir las alteraciones de la posición dentaria y de las relaciones oclusales asociadas a las maloclusiones, con el propósito de favorecer la armonía facial y una adecuada función del sistema estomatognático (1). Entre los aditamentos empleados para generar fuerzas controladas de desplazamiento dental se encuentran los resortes helicoidales y las cadenas elastoméricas, recurso ampliamente utilizado desde la década de 1960 para el cierre de espacios, la tracción, la distalización y la corrección de rotaciones dentarias (2).

Las cadenas elastoméricas se sintetizan a partir de poliuretano y ofrecen ventajas clínicas como un manejo simple, una mínima cooperación del paciente, biocompatibilidad y bajo costo; sin embargo, su principal limitación es la pérdida progresiva de fuerza durante el uso, la cual puede comprometer la eficacia del tratamiento (3). Esta degradación está influenciada por factores como la temperatura, la humedad, la acción enzimática salival, la dieta y la exposición a productos químicos presentes en los enjuagues bucales (3,4). Se ha reportado que la mayor disminución de fuerza ocurre durante las primeras 24 horas, con pérdidas entre el 50 % y el 70 % del valor inicial, seguida de una estabilización progresiva (5).

En pacientes con ortodoncia fija, el uso de enjuagues bucales suele recomendarse como complemento de la higiene oral (6). Diversos estudios in vitro han evaluado el efecto de distintos agentes antisépticos sobre la degradación de la fuerza de las cadenas elastoméricas (7,8), y han evidenciado que los enjuagues con alcohol se asocian con una mayor pérdida de fuerza que los formulados sin alcohol (9,10). Una revisión sistemática reciente confirmó que los enjuagues bucales modifican la

morfología, la estructura y las propiedades mecánicas de los materiales ortodónticos, con efectos variables según su composición química (11,12).

La exposición continua a determinados componentes de los enjuagues bucales, en especial el alcohol, podría afectar el desempeño mecánico de las cadenas elastoméricas y reducir su eficacia clínica a lo largo del tiempo (13). En este contexto, el objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto de enjuagues bucales con y sin alcohol sobre la degradación de la fuerza de cadenas elastoméricas ortodónticas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio experimental in vitro, controlado y comparativo; por no involucrar seres humanos ni animales, no se requirió aprobación de un comité de ética. El diseño metodológico se definió a partir de una fase piloto equivalente al 10 % de la muestra total, la cual permitió estandarizar los procedimientos y estimar la variabilidad inicial de la fuerza.

Se utilizaron cadenas elastoméricas continuas, tipo corta, de color gris, procedentes de tres fabricantes: American Orthodontics® (M1), Ormco® (M2) y Morelli® (M3). Como medios de inmersión se emplearon saliva artificial (S1), un enjuague bucal sin alcohol con cloruro de cetilpiridinio (S2) y un enjuague con aceites esenciales y etanol (S3). El tamaño muestral se determinó con un nivel de significancia del 5 % y un poder estadístico del 80 %, y se establecieron 20 muestras por combinación marca-medio, para un total de 180 segmentos (4).

Los segmentos se montaron sobre pines de acero inoxidable fijados en placas acrílicas, separados 1 cm entre sí, con cuatro eslabones activos por segmento. Los grupos experimentales se sumergieron diariamente durante 2 minutos en el enjuague correspondiente y, posteriormente, se almacenaron en saliva artificial a 37 °C durante el resto del tiempo experimental; este ciclo se repitió diariamente hasta

completar los intervalos de medición, y la saliva se renovó cada día. La fuerza se registró mediante un dinamómetro digital AMF-500 (rango 0-500 gf, precisión ±1 gf) en los tiempos T1 (inicial), T2 (24 h), T3 (7 días), T4 (14 días), T5 (21 días) y T6 (28 días).

Se calcularon medidas de tendencia central y de dispersión, expresadas como media ± desviación estándar. Se evaluó la normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk y, al confirmarse la distribución normal, se aplicó un ANOVA mixto de medidas repetidas, considerando como factores la marca, el medio de inmersión y el tiempo de evaluación; las comparaciones múltiples se realizaron mediante la prueba post hoc de Tukey, con un nivel de significancia de $p < 0,05$. El procesamiento se realizó con IBM SPSS Statistics versión 25.0.

RESULTADOS

Se analizaron 180 muestras de cadenas elastoméricas. En todas las marcas se observó una reducción progresiva de la fuerza, más marcada durante las primeras 24 horas (Tabla 1). La cadena M1 disminuyó de 657,17 gf en T1 a 269,33 gf en T6, mientras que M2 pasó de 611,83 gf a 278,17 gf. M3 evidenció la mayor degradación, con una pérdida prácticamente total de la fuerza al final del período (540,00 gf en T1 a 0 gf en T6). Las diferencias entre los tiempos de medición fueron estadísticamente significativas en las tres marcas ($p < 0,001$).

Al analizar los medios de inmersión, S1 presentó la menor degradación (603,50 gf en T1 a 221,50 gf en T6); S2 mostró una reducción intermedia (601,33 gf a 170,67 gf), y S3 produjo la mayor pérdida de fuerza (604,17 gf a 155,00 gf), con valores inferiores a S1 y S2 desde T2 hasta T6. Las diferencias entre los tiempos fueron significativas en la mayoría de las comparaciones ($p < 0,001$), aunque en T6 no se observaron diferencias significativas entre los medios de inmersión ($p = 0,18$) (Tabla 1).

Tabla 1. Medidas descriptivas de la degradación de las cadenas elastoméricas según los intervalos de tiempo, la marca de cadena elastomérica y el medio de inmersión.

Grupo	T1	T2	T3	T4	T5	T6
M1 (media)	657,17	427,67	396,50	362,17	321,67	269,33
M1 (D.E.)	±12,50	±39,37	±33,94	±34,54	±37,37	±44,14
M2 (media)	611,83	390,33	362,83	336,83	308,83	278,17
M2 (D.E.)	±8,12	±44,45	±40,80	±36,28	±33,45	±42,84
M3 (media)	540,00	346,75	300,33	206,00	61,67	0,00
M3 (D.E.)	±16,46	±22,91	±19,21	±90,67	±95,08	±0,00
p (marca)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
S1 (media)	603,50	427,75	384,50	339,67	302,17	221,50
S1 (D.E.)	±46,49	±52,74	±60,29	±76,04	±92,05	±158,15
S2 (media)	601,33	381,00	351,67	316,50	200,33	170,67
S2 (D.E.)	±55,06	±28,74	±33,80	±46,82	±143,05	±121,87
S3 (media)	604,17	356,00	323,50	248,83	189,67	155,00
S3 (D.E.)	±48,93	±32,89	±36,81	±111,85	±135,84	±111,01
p (medio)	0,949	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,180

ANOVA de medidas repetidas. D.E.: desviación estándar. gf: gramos fuerza. Nivel de significancia del 5 % ($p < 0,05$). T1 (fuerza inicial), T2 (24 h), T3 (7 días), T4 (14 días), T5 (21 días) y T6 (28 días).

Al analizar el porcentaje de degradación de la fuerza, se evidenció un incremento progresivo en los tres medios, con valores consistentemente mayores en S3, que alcanzó el 74,29 % en T6, frente al 71,62 % en S2 y el 63,30 % en S1 (Figura 1).

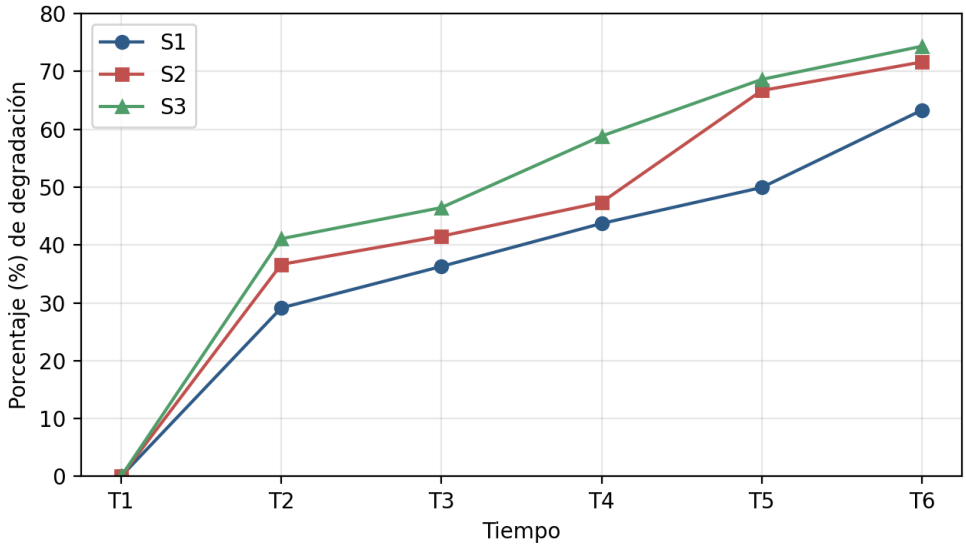

Figura 1. Porcentaje de degradación de la fuerza en los medios S1, S2 y S3, en los intervalos T1-T6.

La comparación del comportamiento mecánico de las tres marcas en los tres medios de inmersión mostró que M1 y M2 mantuvieron mayores valores residuales de fuerza en S1, mientras que M3 presentó la mayor degradación en los tres medios, en especial en S3, donde alcanzó valores nulos en los intervalos finales. La comparación múltiple post hoc de Tukey evidenció diferencias estadísticamente significativas entre las tres marcas en la mayoría de los intervalos de tiempo ($p < 0,001$), con escasas excepciones puntuales entre M1 y M2 en tiempos intermedios (Figura 2).

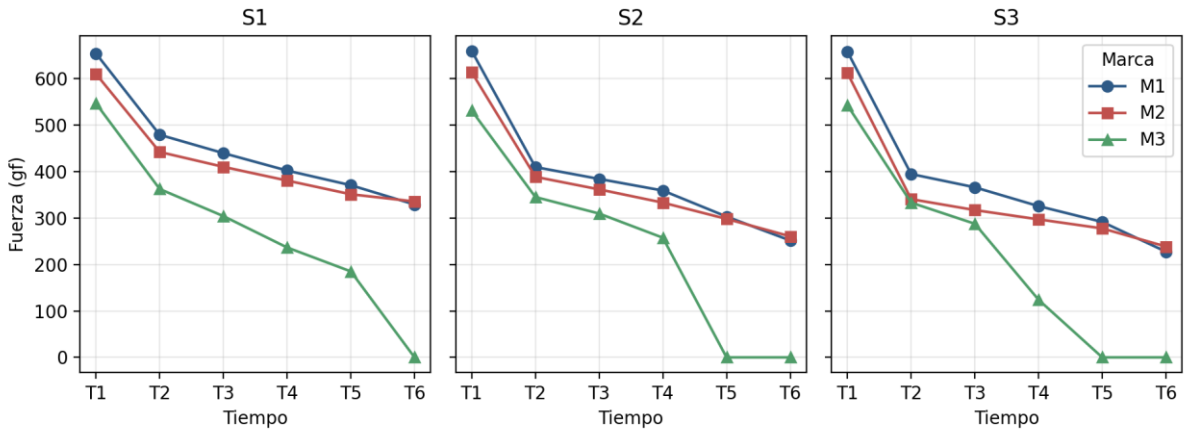

Figura 2. Comparación del comportamiento mecánico de las cadenas elastoméricas según la marca y el medio de inmersión a lo largo del tiempo (T1-T6), expresado como medias de fuerza (gf).

DISCUSIÓN

La pérdida de fuerza de las cadenas elastoméricas es un fenómeno ampliamente reconocido en la literatura ortodóntica y está relacionada con la naturaleza del material y su interacción con el entorno oral (3,4). El comportamiento observado en el presente estudio, con la mayor reducción de fuerza durante el primer día de aplicación seguida de una disminución progresiva, corrobora lo descrito por Menon et al., quienes identificaron este período como la fase más crítica de degradación (14).

Al analizar el efecto de los medios de inmersión, S3 mostró la mayor disminución de fuerza, lo que podría asociarse con la presencia de alcohol en su formulación, con pérdidas superiores al 70 % al final del período experimental; en contraste, S2, sin alcohol, generó una reducción más moderada, mientras que la saliva artificial mostró el comportamiento más estable. Estos hallazgos son concordantes con los reportados por Šimunović et al., quienes demostraron que las cadenas elastoméricas expuestas a enjuagues con contenido alcohólico experimentan una degradación significativamente mayor que las inmersas en soluciones libres de

alcohol (13). De manera similar, otros estudios han evidenciado que los enjuagues de base alcohólica incrementan la pérdida de fuerza en relación con los no alcohólicos, lo cual respalda la diferencia observada entre S3 y S2 (9,10).

En cuanto a las marcas evaluadas, M2 mostró mayor estabilidad mecánica, mientras que M3 evidenció mayor susceptibilidad a la degradación. Estos patrones son consistentes con lo reportado por Virdi et al., quienes observaron que las cadenas de segunda generación presentan una menor disminución de fuerza y mayor estabilidad que otras marcas bajo condiciones orales simuladas (5). La concordancia entre ambos estudios sugiere que las diferencias observadas no se deben únicamente a la naturaleza polimérica del material, sino también a variaciones en la formulación del poliuretano, el grado de entrecruzamiento y los procesos de fabricación propios de cada marca.

Desde un enfoque clínico, estos hallazgos indican que el uso frecuente de enjuagues con alcohol podría acelerar la pérdida de fuerza de las cadenas elastoméricas y reducir su efectividad durante el tratamiento; incluso los enjuagues sin alcohol, pero con agentes tensioactivos como el cloruro de cetilpiridinio, mostraron un efecto significativo sobre la degradación, lo cual coincide con lo señalado por Sam et al. en cadenas expuestas a enjuagues fluorados (15). Por tratarse de un diseño in vitro, este estudio no reproduce completamente la complejidad del medio oral, dado que factores como la masticación, el pH variable y las enzimas salivales podrían modificar adicionalmente el comportamiento mecánico de las cadenas elastoméricas; por ello, se recomienda que futuros estudios incluyan pruebas de termociclado y evaluaciones clínicas longitudinales.

CONCLUSIÓN

La fuerza de las cadenas elastoméricas disminuyó progresivamente en todos los grupos, con una degradación más acentuada en presencia de enjuagues bucales

con alcohol. En T6, la pérdida de fuerza alcanzó el 74,29 % en el enjuague con alcohol, el 71,62 % en el enjuague sin alcohol y el 63,30 % en la saliva artificial. La marca M2 presentó mayor estabilidad mecánica, mientras que M3 evidenció la mayor pérdida de fuerza. Estos hallazgos sugieren que tanto la composición del enjuague como las características propias del material pueden influir en el comportamiento clínico de las cadenas elastoméricas durante el tratamiento ortodóntico.

FINANCIAMIENTO

Este trabajo se llevó a cabo con recursos exclusivamente aportados por los autores.

CONFLICTO DE INTERESES

No existen conflictos de interés por parte de los autores respecto a la presente investigación.

AGRADECIMIENTOS

Al CIITT (Ricaurte) de la Universidad Católica de Cuenca, por facilitar el acceso a sus instalaciones y laboratorios.

REFERENCIAS

1. Saccomanno S, Quinzi V, Paskay LC, Caccone L, Rasicci L, Fani E, et al. Evaluation of the loss of strength, resistance, and elasticity in the different types of intraoral orthodontic elastics (IOE): a systematic review of the literature of in vitro studies. J Pers Med. 2023;13(10):1495.
2. 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.
3. Cseko K, Maróti P, Helyes Z, Told R, Riegler F, Szalma J, et al. The effect of extrinsic factors on the mechanical behavior and structure of elastic dental ligatures and chains. Polymers (Basel). 2022;14(1):38.
4. Torres-Rosas R, Torres-Gómez N, Camero-Leal JA, Jurado C, López-Ravelo H, Argueta-Figueroa L. Force decay and elongation of orthodontic elastomeric chains exposed to different beverages common in the diet: an in vitro study. Dent Med Probl. 2023;60(3):413-20.
5. Virdi GK, Prashar A, Kaur G, Jabbal RS, Aggarwal P, Budh S, et al. Force decay behavior of orthodontic elastomeric chains in simulated oral conditions. Cureus. 2024;16(9):e69908.

6. Phukaoluan A, Khantachawana A, Dechkunakorn S, Anuwongnukroh N, Tunthawiroon P, Srirussamee K. Influence of mouthwash rinsing on the mechanical properties of polymeric ligature ties used for dental applications. Polymers (Basel). 2021;13(14):2236.
7. Sivaraman K, Rajendran UB, Prabu N, Deepak A, Nithya T, Sreedharan A. Effects of oil pulling and chlorhexidine mouth rinse on the force decay of orthodontic elastomeric chains: a comparative in vitro study. Cureus. 2024;16(2):e53456.
8. Shamaa MS, Farahat DS, Tawfik MA. Changes in the force decay of orthodontic elastomeric chains after immersion in different mouthrinses. Egypt Dent J. 2024;70(3):2211-20.
9. Javidi P, Bashardoust N, Shekarbaghani A. Evaluation of force decay rate in orthodontic elastomeric chains in the environment of various mouthwashes: a systematic review. Dent Res J (Isfahan). 2023;20:39.
10. Larrabee TM, Liu SS, Torres-Gorena A, Soto-Rojas AE, 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):894-99.
11. Gkinosati AA, Makrygiannakis MA, Kaklamanos EG. Effects of mouthwashes on the morphology, structure, and mechanical properties of orthodontic materials: a systematic review of randomized clinical studies. Eur J Orthod. 2025;47(4):cjaf048.
12. 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;23:538.
13. Šimunović L, Blagec T, Šutej I, Meštrović S. Do oral antiseptics affect the force degradation of elastomeric chains? Appl Sci. 2023;13(12):7290.
14. 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(Suppl 2):S269-73.
15. Sam G, Venkatesan R, Soans CR, Chakraborty D, Dmello K, Visweswaran V. Assessment of color stability and force decay of orthodontic E-chains after placing in different fluoridated mouthwashes: an in vitro study. J Contemp Dent Pract. 2025;26(3):273-76.

Derechos de autor: 2026. Por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/