

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Odontología
Programa de estudios de postgrado
Maestría en ortodoncia y ortopedia maxilofacial



TESIS DE MAESTRÍA

Efecto de soluciones antisépticas en la inhibición de adhesión bacteriana y microtopografía de cadenas elásticas utilizadas en ortodoncia. in vitro

Evelyn Marisol Contreras Ubedo

AUTOR

Dr. Javier Alberto Curan Cantoral

ASESOR

Dr. Leopoldo Raúl Vesco Leiva

COORDINADOR DE MAESTRÍA

Dr. Bienvenido Argueta Hernández

REVISOR

Dr. Carlos Alvarado Barrios

DIRECTOR ESCUELA DE POSTGRADO

ACTO QUE DEDICO

- A Dios:** Por haberme dado la fuerza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar esta etapa.
- A mis padres:** Por su amor incondicional, su apoyo constante y sus sacrificios. Gracias por ser mi ejemplo de esfuerzo y dedicación. Todo logro es también suyo.
- A mi hermana:** Por su compañía, comprensión y palabras de aliento en cada paso de este recorrido.
- A mis compañeros:** Por compartir experiencias, aprendizajes y momentos inolvidables durante esta travesía. Gracias por su amistad y apoyo incondicional.
- A mis catedráticos:** Por guiar no solo mi formación profesional, sino también mis valores y principios.
- A mi facultad:** Por brindarme los espacios, recursos y oportunidades para crecer académica y personalmente.
- A mi Universidad:** Por abrirme las puertas al conocimiento y formar parte esencial de mi desarrollo profesional. Gracias por forjar en mí el compromiso de servir y aportar a la sociedad.

Índice

1. Sumario.....	6
2. Introducción	7
3. Justificación.....	9
4. Planteamiento del problema	12
5. Objetivos.....	14
5.1. Objetivo General:	14
5.2. Objetivos específicos:	14
6. Hipótesis	16
7. Marco Teórico	18
7.1. Antecedentes generales	18
7.1.1. Antisépticos y desinfectantes	18
7.1.2. Alcoholes.....	18
7.1.3. Glutaraldehído	19
7.1.4. Clorhexidina	19
7.2. Antecedentes específicos	20
7.3. Microbiología Oral.....	22
7.3.1. El estudio de la microbiología oral	22
7.4. Microbiota oral.....	23
7.4.1. Microbiota oral normal	24
7.5. Bioseguridad	25
7.6. Contaminación en la consulta ortodóntica.....	25
7.6.1. Formas de contaminación.....	25
7.6.2. Desinfección de instrumental	26
7.6.3. Clasificación de instrumentos y materiales ortodónticos según el riesgo de infección.....	28

7.7.	Cadenas elásticas	31
7.7.1.	Degradación de fuerza	32
7.7.2.	Efecto de agentes desinfectantes en la degradación de fuerza.....	33
8.	Metodología	35
8.1.	Diseño de la investigación	35
8.2.	Muestra.....	35
8.2.1.	criterios de inclusión	36
8.2.2.	Criterios de exclusión.....	36
8.3.	Variables	36
8.3.1.	Variable dependiente	36
8.3.2.	Variable independiente.....	36
8.4.	Estandarización	38
8.5.	Recursos.....	39
8.5.1.	Recursos institucionales.....	39
8.5.2.	Recursos digitales	39
8.5.3.	Recursos humanos	39
8.5.4.	Recursos económicos.....	40
8.5.5.	Materiales	40
8.6.	Metodología.....	41
8.7.	Análisis estadístico	45
9.	Bioética	46
10.	Resultados.....	47
10.1.	Adherencia Bacteriana	47
10.2.	Fisuras.....	49
11.	Discusión	60
12.	Conclusiones.....	62
13.	Recomendaciones.....	63
14.	Perspectivas de futuro	64

15.	<i>Conflictos de interés</i>	<i>64</i>
16.	<i>Bibliografía:.....</i>	<i>65</i>
	<i>Hoja de Firmas.....</i>	<i>70</i>

1. Sumario

El propósito de este estudio in vitro fue determinar el efecto de tres soluciones antisépticas (alcohol etílico al 70%, clorhexidina al 5% y solución enzimática al 4%) en la inhibición de la adherencia bacteriana y la microtopografía de cadenas elásticas de tres marcas comerciales (3M®, American Orthodontics® y Rocky Mountain®) utilizadas en ortodoncia. Se trabajó con un total de 750 eslabones, divididos aleatoriamente en cinco grupos experimentales y de control. Las cadenas se sometieron a tracción e incubación en una solución McFarland con *Streptococcus mutans* en una cámara anaerobia durante 28 días.

Los resultados revelaron que todas las cadenas presentaron contaminación inicial (hasta 103 UFC), corroborando hallazgos previos que señalan contaminación bacteriana de fábrica. El tratamiento con alcohol etílico al 70% y clorhexidina al 5% redujo significativamente el recuento de UFC, sin afectar adversamente la superficie de las cadenas, coincidiendo con estudios previos que señalan su efectividad y seguridad para materiales elásticos. En contraste, la solución enzimática al 4% incrementó tanto la adherencia bacteriana como la presencia de fisuras, evidenciando alteraciones en la microtopografía que favorecen la retención de contaminantes.

Asimismo, se observó que la densidad de fisuras disminuyó de forma general tras la desinfección con alcohol al 70% en las tres marcas, sin dejar residuos ni afectar sus propiedades mecánicas. Las diferencias significativas entre marcas mostraron que Rocky Mountain® presentó la menor densidad de fisuras, mientras que 3M® y American Orthodontics® tuvieron resultados similares entre sí, pero mayores que Rocky Mountain®.

Se concluye que las cadenas elásticas de ortodoncia presentan contaminación bacteriana inicial, por lo que es fundamental su desinfección antes del uso clínico. El alcohol etílico al 70% demostró ser la opción más efectiva y segura, mientras que la solución enzimática no se recomienda para este tipo de materiales debido a su impacto negativo en la microestructura y su efecto contrario en la carga bacteriana. Estos hallazgos resaltan la importancia de aplicar protocolos de desinfección apropiados para garantizar la bioseguridad en procedimientos ortodóncicos.

2. Introducción

El control de infecciones dentro de las clínicas dentales, es un desafío constante para los odontólogos, ya que la mayoría de veces los microorganismos son capaces de evadir las medidas de desinfección utilizadas (1,2). Por otra parte la poca importancia que algunos profesionales le dan a la bio seguridad dentro de su práctica clínica favorece un aumento en la prevalencia de posibles infecciones cruzadas (3, 4).

Al realizar una evaluación de las especialidades dentales, la ortodoncia sobresale en cuanto a su alto riesgo de factores predisponentes a una contaminación cruzada. La práctica clínica de ortodoncia es caracterizada por mantener un flujo alto de pacientes diarios, esto a su vez multiplica los posibles vehículos de transmisión, siendo estos; equipos, instrumentos, materiales y operadores. Todo lo anteriormente mencionado expone a asistentes, clínicos y pacientes a riesgos de infección (5,6).

En ortodoncia se utilizan diferentes tipos de materiales, Las cadenas elásticas destacan del resto de materiales debido a su alta capacidad de provocar una contaminación cruzada. Comercialmente su presentación es en forma de carretes que contienen entre 1 a 4.5 metros de material, esta característica dificulta su uso individual y a la vez propicia una continua contaminación del material debido al manejo clínico (7).

Las cadenas elásticas son un material ampliamente utilizado por los ortodontistas, sin embargo, surge una duda sobre si sus propiedades mecánicas y biológicas se podrían ver afectadas al ser sometidas a procedimientos de esterilización o desinfección. Tomando en consideración que los elásticos y las cadenas elásticas son polímeros amorfos hechos a base de poliuretano, los cuales presentan características elásticas y plásticas (8,9,10). El someter estos materiales a un proceso de esterilización por calor, generaría como resultado una alteración permanente sobre las características mecánicas del mismo (11).

Por esta razón la presente investigación tiene como objetivo evaluar el efecto sobre la adhesión bacteriana y la superficie evaluada microscópicamente, que tienen tres métodos de desinfección sobre las cadenas elásticas, (alcohol isopropílico, clorhexidina y solución enzimática) los cual han demostrado en investigaciones previas, no tener efectos degenerativos sobre las propiedades mecánicas de este material elastico(11,12,13).

3. Justificación

La cavidad oral se encuentra poblada por un alto número de microorganismos, los cuales coexisten en un equilibrio dentro del huésped. Se estima que el ecosistema microbiológico oral incluye más de 500 especies de bacterias, microplasmas, protozoos y levaduras (14).

Gandini en su publicación de 2002 hace referencia a la importancia del control infeccioso dentro de los ambientes clínicos, mencionando también lo indispensable que es el conocimiento de bioseguridad microbiológica en los profesionales de la salud.

Los microorganismos que coexisten dentro de la cavidad oral cuentan con diversas estrategias para incrementar su adherencia en forma de colonias bacterianas, tanto en superficies de tejido blando como el tejido duro (15). Entre los mecanismos utilizados por las bacterias para adherirse a las diferentes superficies se pueden mencionar la reacción electrostática y las fuerzas de Van del Waals. Se debe notar que este mismo mecanismo de adherencia puede ser utilizado por los microorganismos sobre todas las superficies de materiales o aditamentos que se coloque dentro de la cavidad oral, esto debido a que se establece una relación entre la superficie libre de energía de dichos aditamentos o materiales con la capacidad de retención microbiana que establece cargas altas de energía, las cuales favorecen la adherencia de colonias bacterias (16,17).

En la especialidad de ortodoncia se emplea una gran cantidad de aditamentos, algunos se mantienen fijos desde el inicio del tratamiento hasta su finalización y otros permanecen en un constante recambio, este es el caso de las cadenas elásticas, las cuales son ampliamente utilizadas como auxiliar biomecánico en diferentes abordajes terapéuticos. Por lo que se podría decir que es un material de uso frecuente en la práctica de ortodoncia.

Las cadenas elásticas, así como los otros aditamentos y materiales que se colocan en la cavidad oral durante la terapia ortodóntica, pueden llegar a producir un cambio o aumento de la microflora oral; por ello surge la necesidad de identificar tanto los aspectos beneficiosos como aquellos aspectos que puedan generar un riesgo a los pacientes durante la colocación de este tipo de aditamentos (15)

Aunado al potencial inherente que llegan a tener estas nuevas superficies dentro de la cavidad oral para producir una retención microbiológica, podemos encontrar la posibilidad de que durante el manejo, tanto clínico como industrial, de estos productos comerciales, se puede llegar a aumentar tanto el número o las especies de microorganismos que conforman la microbiota oral normal de los pacientes (18)

El uso de aditamentos ortodónticos ha sido asociado al acúmulo de placa dento-bacteriana y a una colonización de bacterias que altera el equilibrio dentro de la cavidad oral. La prevención de una alteración en la microbiología de la cavidad oral, debe ser un aspecto importante a considerar, ya que puede ser causada por un mal manejo de higiene del paciente, contaminación de los materiales durante el manejo clínico o por procesos de manufacturación con una higiene deficiente. El control de infecciones dentro del manejo clínico, así como el establecimiento de rutinas que busquen disminuir la transmisibilidad de microorganismos hacia los pacientes, son aspectos a los cuales en ocasiones no se les da la importancia necesaria. Aún con los avances dentro de la fabricación de materiales, específicamente materiales elásticos, la adherencia de microorganismos hacia estos materiales continúa siendo objeto de investigaciones.

Varias investigaciones han tenido como objetivo evaluar la adhesión bacteriana en diferentes aditamentos de ortodoncia (19, 20, 21, 22) los cuales en su totalidad indican la importancia de la desinfección de dichos materiales previo a su colocación en la cavidad oral.

Las cadenas elásticas además de ser materiales que pueden provocar un aumento en la retención de placa dental bacteriana a nivel macroscópico, también pueden presentar

un aumento en la presión microscópica debido a irregularidades en la superficie causadas por la tracción a la que estas están sometidas para poder generar fuerzas ortodoncistas que propician el movimiento dental, tal como lo menciona Subramani en 2020 (23), la evaluación microscópica de la superficie de estos materiales elásticos. Puede brindarnos información importante sobre el potencial de adherencia bacteriana de los mismos.

Este tipo de estudio experimental en el que se incluye una evaluación microbiológica a lo largo de diferentes estadios de manejo clínico de los materiales elásticos; siendo estos su estado inicial proveniente del distribuidor. Una ausencia de desinfección previa a la colocación intra oral y una serie de procesos de desinfección que incluyen 3 sustancias antisépticas (clorhexidina, alcohol isopropílico y solución enzimática). Pretende aumentar el conocimiento sobre el nivel de contaminación existente en las cadenas elásticas, el efecto que pueden llegar a tener los diferentes agentes desinfectantes sobre la superficie del material y su potencial de adherencia bacteriana durante una contaminación controlada. Para así poder fomentar una línea de prevención y control de enfermedades ayudando y potencializando la práctica ortodóntica, brindando de esta manera tratamientos con altos estándares de calidad y profesionalismo (23).

4. Planteamiento del problema

En la actualidad el manejo de la transmisión de enfermedades infecciosas es una de las preocupaciones que aún se mantiene latente en la mayoría de las personas, esta preocupación debería ser aún mayor en los profesionales de la salud. Debido a que dentro de la cavidad oral se encuentra una gran cantidad de microorganismos, el manejo y la prevención de infecciones cobra un alto nivel de prioridad tanto para el profesional como para el paciente.

La ortodoncia es una especialidad que se diferencia de las otras en cuanto al número de pacientes que son atendidos dentro del ambiente clínico cada día. Este alto volumen de tránsito de pacientes puede llegar a aumentar la posibilidad de una infección o contaminación cruzada. Se han realizado varios estudios en los que enfatizan específicamente a la práctica ortodóntica, como en la práctica clínica dentro de la odontología que presentan mayor incidencia de riesgo infeccioso. Un ejemplo es la publicación realizada por Kirchhoff en 1987(24), donde una de sus conclusiones es que la ortodoncia tienen la segunda incidencia más alta de riesgo de infección por hepatitis B, Dentro del Área de odontología. Otra de las publicaciones para destacar es la de Azeredo en 2011(25), en la cual se demuestra por medio de exámenes microbiológicos la presencia predominantemente de estafilococos, microorganismos anaerobios y cocos gram positivos, en las superficies de los diferentes materiales manejados dentro de la clínica.

Tomando en cuenta lo anterior y haciendo énfasis en que algunos de los materiales utilizados en ortodoncia, siendo uno de estos las cadenas elásticas, son utilizados directamente desde el empaque y colocados sin ningún procedimiento de asepsia dentro de la cavidad oral, Cobra importancia el conocimiento que podamos obtener acerca del estado inicial de contaminación que estos puedan presentar.

Si bien estos materiales presentan la indicación en sus empaques referente a que no se encuentran estériles, es necesario realizar un control de las marcas más utilizadas para determinar la presencia de estafilococos aureus, estafilococos epidermidis, escherichia coli, bacilos subtilis y estreptococos mutans, Asimismo también es importante determinar qué sustancias antisépticas disponibles para uso clínico con citotóxicidad nula, puedan ser utilizadas para la eliminación de esta contaminación inicial.

De esta forma es importante que los profesionales en el área de ortodoncia puedan conocer sí: ¿Existe o no una contaminación inherente inicial en los materiales elásticos utilizados en la práctica clínica?, específicamente en aquellos que no pueden ser sometidos a una esterilización por calor como lo son las cadenas elásticas; ¿el uso de sustancias antisépticas como el alcohol, la clorhexidina o las soluciones enzimáticas pueden propiciar una disminución en la adherencia microbiana sobre las cadenas elásticas? Y ¿la presencia de fisuras en las cadenas elásticas tienen un efecto significativo sobre la adherencia bacteriana sobre estos?

5. Objetivos

5.1. Objetivo General:

Determinar el efecto de tres soluciones antisépticas (alcohol 70%, clorhexidina 5% y solución enzimática 4%), en la inhibición de adherencia bacteriana y la microtopografía de la superficie de cadenas elásticas de 3 marcas comerciales (3M®, American orthodontics® y Rocky Mountain®) utilizadas en ortodoncia.

5.2. Objetivos específicos:

- Determinar el efecto de una solución enzimática al 4% en la inhibición de adherencia bacteriana y la formación de fisuras microscópicas en las cadenas elásticas de las marcas comerciales 3M®, American orthodontics® y Rocky Mountain®
- Determinar el efecto de una solución de alcohol 70% en la inhibición de adherencia bacteriana y la formación de fisuras microscópicas en las cadenas elásticas de las marcas comerciales 3M®, American orthodontics® y Rocky Mountain®
- Determinar el efecto de una solución de clorhexidina al 5% en la inhibición de adherencia bacteriana y la formación de fisuras microscópicas en las cadenas elásticas de las marcas comerciales 3M®, American orthodontics® y Rocky Mountain®

- Comparar la adhesión de colonias bacterianas en las cadenas elásticas de 3 diferentes marcas (3M®, American orthodontics® y Rocky Mountain®), preparadas con las soluciones antisépticas (solución enzimática 4%, alcohol etílico 70% y clorhexidina 5%)
- Comparar fisuras microscópicas en la superficie de las cadenas elásticas de las marcas comerciales 3M®, American orthodontics® y Rocky Mountain® tras ser expuestos a las tres sustancias desinfectantes (solución enzimática 4%, alcohol etílico 70% y clorhexidina 5%)

6. Hipótesis

Hipótesis nula 1

No existe diferencia significativa en la aparición de fisuras microscópicas ni en la adherencia bacteriana a las cadenas elásticas de ortodoncia entre las tres soluciones antisépticas; alcohol etílico 70%, clorhexidina 5% y solución enzimática 4%.

Hipótesis alterna 1

Existen diferencias significativas en la aparición de fisuras microscópicas y/o en la adherencia bacteriana a las cadenas elásticas de ortodoncia entre al menos dos de las tres soluciones antisépticas; alcohol 70%, clorhexidina 5% y solución enzimática 4%.

Hipótesis nula 2

- No existe diferencia significativa en la aparición de fisuras microscópicas ni en la adherencia bacteriana a las cadenas elásticas de ortodoncia entre las tres marcas comerciales evaluadas; 3M®, American orthodontics® y Rocky Mountain®

Hipótesis alterna 2

- Existen diferencias significativas en la aparición de fisuras microscópicas y/o en la adherencia bacteriana a las cadenas elásticas de ortodoncia entre al menos dos de las tres marcas comerciales evaluadas; 3M®, American orthodontics® y Rocky Mountain®

Hipótesis nula 3

- No existe una interacción significativa entre la solución antiséptica utilizada; alcohol 70%, clorhexidina 5% y solución enzimática 4% y la marca comercial de la cadena elástica; 3M®, American orthodontics® y Rocky Mountain®, en la aparición de fisuras microscópicas y la adherencia bacteriana.

Hipótesis alterna 3

- Existe una interacción significativa entre la solución antiséptica utilizada; alcohol 70%, clorhexidina 5% y solución enzimática 4% y la marca comercial de la cadena elástica; 3M®, American orthodontics® y Rocky Mountain®, en la aparición de fisuras microscópicas y la adherencia bacteriana.

7. Marco Teórico

7.1. Antecedentes generales

7.1.1. Antisépticos y desinfectantes

El término biocida hace referencia en un término general a un agente químico, generalmente estos agentes son de un espectro amplio y su acción principal es la inactivación de microorganismos. Los biocidas tienen una actividad antimicrobiana que puede variar, entre estas variaciones se encuentra en la función “estática” que se refiere a agentes que inhiben el crecimiento de microorganismos (bacteriostático, fungistático o esporostático), También se encuentra en la función “sido” que hace referencia aquellos agentes cuya acción principal es generar la muerte de los microorganismos (esporicida, viricida ò bactericida)(26)

Las sustancias antisépticas se pueden definir como sustancias biocidas, ya que estas buscan destruir o inhibir el crecimiento de microorganismos. Los antisépticos pueden ser utilizados sobre tejido vivo, son las sustancias utilizadas por personal sanitario, durante el lavado y desinfección de superficies cutáneas y también son utilizados como exfoliantes quirúrgicos. Por otro lado los desinfectantes aunque cumplen una acción similar estos son utilizados en objetos o superficies Y no se aplican sobre tejido vivo (14).

7.1.2. Alcoholes

Los alcoholes han demostrado ser efectivos antimicrobianos, entre los más utilizados se puede mencionar el alcohol etílico, isopropílico y el n propanol (14)

Los alcoholes no carecen de actividad esporicida, debido a esto no son recomendados para realizar una esterilización, sin embargo, son ampliamente utilizados para procesos de desinfección de superficies duras y antisepsia sobre tejido vivo, especialmente sobre tejido cutáneo.

En concentraciones bajas los alcoholes se pueden utilizar como conservantes compensatorios y también para potenciar la actividad de otros biocidas. En el mercado se encuentran productos de alcohol que dentro de su composición incluye niveles bajos de otras biopsias, en particular clorhexidina, estos biocidas pueden permanecer en la piel después de evaporado el alcohol Y de esta manera se puede aumentar de forma significativa la eficacia antiséptica del producto (27).

En cuanto a la concentración de los alcoholes se ha demostrado qué concentraciones por debajo del 50% tienen una eficacia antimicrobiana significativamente menor, mientras que la concentración en un rango del 60 al 90% se considera óptima para la actividad antimicrobiana (14).

7.1.3. Glutaraldehído

La importancia del glutaraldehído radica en que se ha encontrado la posibilidad de esta solución para ser utilizada como un desinfectante y esterilizante. Tal como lo menciona Passagot en su publicación de 1987 el glutaraldehído puede ser utilizado para la desinfección a baja temperatura de superficies, así como también de equipo quirúrgico y clínico (28).

Además de sus propiedades desinfectantes el glutaraldehído es un potente agente viricida, pudiendo llegar a reducir la actividad del antígeno de la hepatitis B (29).

7.1.4. Clorhexidina

Probablemente una de las soluciones con potencial biocida más conocida y ampliamente utilizada es la clorhexidina. Esta solución es utilizada como un agente antiséptico en procedimientos que van desde el lavado de manos hasta la desinfección de productos médicos y superficies clínicas.

El amplio uso de esta solución se debe al amplio espectro que esta posee, acompañado de esto la eficacia de esta solución, la compatibilidad que éste tiene con la superficie cutánea y su bajo potencial de irritación hacen que esta solución sea empleada de forma frecuente (24)

7.2. Antecedentes específicos

2022, Anil Ardesbna et al, identificaron la contaminación causada por streptococo aureus en diferentes materiales de uso frecuente en ortodoncia, determinaron que los materiales recibidores de proveedores comerciales presentan una contaminación inicial o contaminación de fábrica. Utilizaron diferentes métodos de desinfección; autoclave de vapor, luz UV y alcohol 70% todos estos probaron ser eficientes para la correcta desinfección. Se realizo una prueba estadística ANOVA teniendo como resultado el valor de $P < 0.05$ para contaminación inicial indica la presencia de una contaminación de fabrica en los materiales (30).

2007, Giovana Rembowski et al. evaluaron la superficie de cadenas elásticas de las marcas 3M, Morelli y Ortho-Organizers al momento de ser desempacadas para evaluar el nivel de contaminación inicial, para esto las incubaron en agar BHI por 7 días, se evalúan los resultados con prueba estadística ANOVA, cuyos resultados no indicaron una significancia estadística, concluyendo que los niveles de contaminación inicial no son estadísticamente significativos (5).

2013, Pandurangan Harikrishnan et al. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la adhesión microbiana en diferentes materiales de uso común en ortodoncia (ligaduras metálicas, ligaduras elásticas y arcos de acero) se utilizaron 6 segmentos de cada material y se evaluó la adhesión con un microscopio de barrido electrónico. Se realizo un análisis de T student y se obtuvo como resultado un valor $P < 0.001$ entre las ligaduras elásticas y las ligaduras metálicas. Se concluye que las ligaduras elásticas presentan un crecimiento bacteriano mayor que los otros materiales evaluados.(29)

2014, Karina Losito et al. Se busco evaluar el efecto de dos desinfectantes; clorhexidina 0.12% y acido peracético 0.2% en la disminución de la fuerza generada por cadenas elásticas de la marca 3M. la muestra consistió en 150 segmentos dividida en 3 grupos, uno control y dos experimentales. Las cadenas elásticas se sumergieron en los agentes desinfectantes por 30 minutos y luego se colocaron bajo tracción y se evaluó la fuerza que generaron a los 7, 14, 21 y 28 días. Los resultados se analizaron con una prueba

estadística ANOVA con una significancia de 5% y una prueba post hoc de Tukey, obteniendo valores de $P > 0.05$, concluyendo que no hay una diferencia significativa y que ambas soluciones pueden utilizarse sin alterar la fuerza generada por los materiales.(31)

2015, Matheus Melo Pithon et al. Este estudio tiene el objetivo de investigar el efecto de diferentes métodos de desinfección sobre las propiedades mecánicas de las cadenas elásticas. Se evaluó el uso de clorhexidina, luz UV, alcohol, autoclave y ácido peracético. Se emplearon 15 segmentos de 5 eslabones de cadena elástica de la marca Morelli para cada grupo experimental; se aplicó una prueba de varianza de Turkey y se concluyó que no hay pérdida de propiedades mecánicas con ninguno de los diferentes métodos de desinfección $P > 0.05$.(32)

2013, Denise Yagura et al. El objetivo fue investigar la relación entre el grado y el tiempo de estiramiento de las cadenas elásticas de la marca 3M con su deformación permanente. Se emplearon 10 segmentos de 10 mm aplicando un rango de tracción del 20 al 100%. Los resultados se analizaron con una prueba estadística ANOVA con una significancia de 5% y una prueba post hoc de Tukey, se encontró una diferencia significativa $P < 0.05$ entre la primera semana con la 2da, 3ra y 4ta semana, pero no una diferencia significativa entre las semanas 2, 3 y 4. Por lo que se recomienda cambiar estos materiales cada 3 semanas y no mantenerlas por más de 4.(33)

1994, Spiller en su publicación énfasis en la contaminación cruzada que muchos odontólogos pueden estar realizando dentro de sus consultorios, asimismo también hace mención a la nueva ley federal que prioriza el control de la esterilización y desinfección dentro de los consultorios. Tomando esto como motivación desarrolla un nuevo método, el cual según él asegura la esterilización eficiente y económica. A este nuevo método se le da el nombre de “Spil a lig” este propone utilizar dispensarios de ligaduras y cadenas elásticas, para evitar el contacto que propicia la contaminación cruzada (17).

2013, Abdelali Halimi et al. Diseñó un estudio para conocer las propiedades mecánicas de las cadenas elásticas después de estirarse en varias soluciones de saliva artificial y

en el aire. Se seleccionaron cinco marcas de cadenas elásticas de diferentes fabricantes. Luego se sumergieron en soluciones preparadas previamente, con muestras de control expuestas solo al aire. La fuerza suministrada por las cadenas decayó rápidamente y de manera diferente con el tiempo. Este decaimiento varió dependiendo de múltiples factores como el PH de los ambientes. En el PH más ácido, la descomposición de la fuerza se produjo en mayor magnitud. Se realizó una prueba estadística ANOVA con una significancia de 5% y una prueba post hoc de Tukey, se encontró que en la saliva artificial con PH = 7 y 37 °C de temperatura, la cadena transparente mostró una degradación de fuerza mayor que la de color gris (valor $P > 0.05$). La cadena cerrada mostró una degradación de fuerza más lenta, en comparación con la cadena abierta(20).

7.3. Microbiología Oral

7.3.1. El estudio de la microbiología oral

El descubrimiento de Leeuwenhoek se relaciona directamente con el origen de la microbiología oral, ya que este descubrimiento observó que en la saliva y en el material depositado sobre los dientes, denominado material, se pudo observar una gran cantidad de bacterias.

El libro los microorganismos de la boca humana publicado en la década de los ochenta expone la teoría de una relación quimio parasitaria haciendo referencia a la relación que existe entre los microorganismos con potencial ácido que actúan sobre los carbohidratos de la dieta; y cómo esta relación produce sustancias ácidas que afectan al esmalte y la dentina por medio de la de desmineralización (32).

Uno de los aspectos destacado por Miller es la dificultad para aislar los microorganismos presentes en la cavidad oral, esto es principalmente causado por la alta diversidad microbiológica.

Una de las teorías de mayor auge propuesta por Miller en 1981, es si un punto focal de bacterias en la cavidad oral podría ocasionar infecciones periféricas en otros puntos del

organismo, dentro de esta misma teoría se realiza una estimación acerca de los diferentes microorganismos, donde se menciona que aproximadamente sólo el 50% de los microorganismos orales pueden ser cultivados en laboratorio (14)

7.4. Microbiota oral

La cavidad oral consiste en un ecosistema dinámico que se encuentra expuesto a numerosos factores que pueden afectar o condicionar la composición microbiana de las diversas superficies como lo son la mucosa, superficies dentales, materiales artificiales y saliva.

La microbiota oral presenta las siguientes características, las cuales pueden verse afectadas por factores tanto internos como externos (14)

Variabilidad: esta característica hace referencia a las diferencias tanto cualitativas como cuantitativas que presentan los ecosistemas, estas diferencias pueden estar presentes incluso dentro del mismo individuo, presentando ecosistemas diferentes según el momento del día en el cual se hayan evaluado (14).

La variabilidad de la microbiota oral depende de 3 factores; factores del huésped que incluyen higiene oral, dieta, anatomía de las superficies oclusales o cantidad de flujo salival, factores propios de los microorganismos como su capacidad de adherencia hacia superficies duras o blandas y factores físicos químicos entre ellos el PH, humedad y disponibilidad de nutrientes (14, 16).

Heterogeneidad: esta característica hace referencia a la amplia diversidad de especies que pueden llegar a ser aisladas dentro de la cavidad oral (32).

Cantidad: esta característica hace referencia a la alta concentración de microorganismos presentes en la cavidad oral, esta característica se reafirma en la publicación de quien señala que la saliva puede contener 100 millones de microorganismos por mililitro (32).

Especificidad: esta característica se refiere a la predilección de algunos microorganismos por colonizar determinadas superficies orales, un ejemplo de esto es la tendencia que presenta el estreptococos mutans a adherirse en superficies duras como las coronas dentales (32)

7.4.1. Microbiota oral normal

Al momento del nacimiento la mucosa de la boca y faringe se encuentran estériles, la contaminación de estas inicia al atravesar el canal de parto. Durante las primeras 4 a 12 horas se establece el streptococo viridans, como el integrante principal de la microbiota oral. Posteriormente se agregan estafilococos tanto aerobios como anaerobios, diplococos y bacilos (28).

Con la erupción dental se establece espiroquetas anaerobias como la prevotella melaninogénica, Además se llegan a establecer vibrios anaerobios y lactobacilos. En la cavidad oral también llegan a existir levaduras las cuales pertenecen a las especies de candida (26).

Las diferentes infecciones que llegan a aparecer en la boca y el aparato respiratorio generalmente son causadas por una microbiota buconasal mixta, que incluye microorganismos anaerobios. Entre los microorganismos causantes de estas infecciones están la Prevotella melaninogénica, Fusobacteria y Peptostreptococci, La aspiración de saliva que llega a contener más de 100 de estos microorganismos aerobios puede generar una neumonía necrosante o un absceso pulmonar (26).

Entre los determinantes ecológicos que influyen en la colonización de microorganismos están; La saliva que continuamente se encuentra recubriendo las superficies, el mantenimiento de una temperatura entre 35 - 36 °C, un PH que oscila entre 6.75 - 7.25 Y las cantidad de componentes orgánicos como glicoproteínas y proteínas que se encuentran en la saliva. Este conjunto de características generan condiciones óptimas para la adhesión y desarrollo de una gran cantidad de microorganismos (24).

La cavidad oral cuenta con una flora microbiológica establecida específica en cada persona, algunos de los microorganismos presentes dentro de la cavidad oral pueden tener un potencial patógeno sin embargo en la mayoría de las personas sanas estos llegan a tener poco o ningún efecto sobre la salud. Considerando lo mencionado anteriormente es importante destacar que cualquier microorganismo, ingerido adicionalmente a la microbiota establecida de la persona debe competir con la ecología microbiológica del huésped. Esto quiere decir que la adición de microorganismos externos a la cavidad oral puede tener efectos contraproducentes en el equilibrio microbiológico que el huésped ya tiene establecido (19).

7.5. Bioseguridad

Se conoce como bioseguridad al conjunto de medidas, normas y procedimientos destinados a minimizar o controlar un riesgo biológico (34).

Se ha demostrado por parte de la organización panamericana de la salud, que existe un riesgo de poder adquirir o transmitir enfermedades infecto contagiosas en todas las situaciones laborales que tengan relación con la atención a pacientes en el área de salud. Este riesgo aumenta al existir contacto directo con fluidos corporales, Dicha organización hace la recomendación de considerar a todos los pacientes como sujetos potencialmente infectados y a manejar los objetos y materiales utilizados durante la atención clínica con las precauciones necesarias (1).

7.6. Contaminación en la consulta ortodóntica

7.6.1. Formas de contaminación

Paciente a paciente: esta forma de contaminación se puede dar por medio de la utilización de equipo contaminado, con fluido sanguíneo o salival perteneciente a otro paciente tratado anteriormente (35).

Paciente a profesional: esta forma de contaminación se genera por una exposición parenteral o de mucosa al fluido sanguíneo del paciente, esta forma de contaminación representa un riesgo menor al 1% (35).

Profesional a paciente: es la forma de contaminación menos común, puede deberse a un inadecuado manejo de materiales e instrumentos por parte del profesional o por una deficiencia en las barreras protectoras utilizadas por el mismo (35).

7.6.2. Desinfección de instrumental

Existe una clara diferencia entre el concepto de esterilización y desinfección, estos conceptos muy frecuentemente se confunden y se utilizan incorrectamente. La esterilización es la destrucción de todos los microorganismos vivos incluyendo virus y esporas, la desinfección únicamente destruye microorganismos patógenos pero no elimina esporas ni microorganismos resistentes, siendo este un mecanismo menos letal que la esterilización, puesto que no destruye todas las formas de microorganismos vivos (27).

Para llevar a cabo el proceso de desinfección, el instrumental o materiales deben sumergirse en una solución desinfectante o enzimática. Se pueden utilizar productos químicos, que generen una desinfección de alto nivel como el glutaraldehído (26).

Según lo reportado por Jawetz en la 25ta edición del libro de microbiología médica, se conocen 3 niveles de desinfección(26):

Nivel de desinfección bajo

En este se elimina una gran cantidad de bacterias incluyendo algunos hongos y virus como el de la hepatitis B y C. Entre las soluciones desinfectantes que generan un nivel bajo de desinfección, sí encuentran el hipoclorito de sodio al 10%, más comúnmente utilizado para la desinfección de instrumental, y el alcohol etílico al 70%, comúnmente utilizado para la desinfección de superficies.

Nivel de desinfección intermedio

En este nivel ocurre una eliminación efectiva de bacterias, virus y hongos; Este nivel de desinfección no elimina esporas.

El tipo de microorganismo que se llega a eliminar por medio de las sustancias pertenecientes a este nivel intermedio, es directamente proporcional a el tiempo que los instrumentos o materiales estén expuestos a estas sustancias.

10 min. --- bactericida y virucida

3 a 10 hrs --- esporicida

10 hrs. --- esterilización

De las sustancias que pueden generar una desinfección de nivel intermedio se encuentran:

Fenoles sintéticos. Estos son desinfectantes que requieren de un tiempo de acción de 10 minutos sobre las superficies, deben ser manejados con gafas, mascarilla y guantes. Entre sus ventajas se puede mencionar su efecto bactericida y virucida, bajo nivel de corrosión sobre los metales, bajo costo y no altera cauchos ò plásticos (Venturelli 2009). Entre sus desventajas se encuentra su efecto irritante sobre piel, la generación de vapores tóxicos, requiere una preparación diaria y no elimina esporas(26).

Alcohol etílico al 70%. Esta sustancia se considera un desinfectante intermedio que puede ser utilizado sobre la piel, superficies y materiales como un antiséptico.

La actividad antimicrobiana de esta sustancia se encuentra directamente relacionada con su concentración en peso con respecto a la cantidad de agua, esta concentración debe ser de entre el 70% o 77%, ya que en esta concentración la pared celular de los microorganismos sufre una deshidratación que permite el ingreso de esta sustancia a nivel celular para generar una desnaturalización de proteínas. Este efecto a nivel celular no se produce si la concentración es mayor o menor a la concentración óptima(36).

Entre las ventajas de esta solución se pueden mencionar su rápida acción bactericida, Bajo costo, baja toxicidad y un bajo nivel de irritación.

Las desventajas de esta solución; se evapora fácilmente, no es esporicida y hay una disminución en su actividad en presencia de materia orgánica(36).

Nivel de desinfección alto

En este nivel se eliminan todos los microorganismos y una cantidad limitada de esporas. La solución más utilizada en este nivel es el el glutaraldehído al 2%.

Entre las ventajas del glutaraldehído se encuentran su amplio espectro de acción, bajo nivel de corrosión, larga vida útil, se puede utilizar en instrumentos de plástico y su acción no disminuye ante la presencia de residuos orgánicos.

Las desventajas de esta solución son su potencial efecto irritante y puede producir decoloración en algunos metales(36).

7.6.3. Clasificación de instrumentos y materiales ortodonticos según el riesgo de infección

Los materiales e instrumentos utilizados en la práctica de la especialidad de ortodoncia, se pueden clasificar en 3 categorías según su riesgo de infección y Nivel de contaminación (37).

Crítico

Son todos los materiales e instrumentos que deben ser desechados o esterilizados, debido a que penetran tejidos blandos o tejido óseo, durante su utilización.

Semi crítico

Instrumentos que tienen contacto con los tejidos orales pero no llegan a penetrarlos, estos materiales deben ser esterilizados después de cada uso. Si debido a las

propiedades y características de los instrumentos o materiales pertenecientes a este nivel, no puedan ser esterilizados, deben someterse como mínimo a una desinfección de nivel intermedio.

No crítico

Son instrumentos o materiales que tienen contacto únicamente con piel y solo deben desinfectarse o someterse a un proceso de limpieza.

Al tomar en cuenta esta clasificación por niveles de contaminación, cobra importancia el poder identificar A qué nivel pertenece cada uno de los instrumentos y materiales empleados diariamente en la actividad clínica. Alejandra SM. En su manual de recomendaciones en bioseguridad para la práctica ortodóntica, publicado en el 2011, establece una categorización del instrumental y materiales según el riesgo de infección que estos presentan (tabla 1).

Tabla 1. Clasificación de instrumentos y materiales, según el riesgo de infección

Categoría	Definición	Instrumento/material
Crítico	Penetra dentro del tejido blando, Tiene contacto con hueso o entra en contacto con el torrente sanguíneo.	• Bandas • Agujas • ligaduras metálicas • botones • arcos metálicos • removedores de bandas • fresas de uso intra oral • lijas y discos de desgaste interproximal
Semi crítico	tiene contacto con membranas mucosas, no penetra tejidos blandos ni hueso. No entra en contacto con el torrente sanguíneo del paciente.	• Brackets • ligaduras metálicas y elásticas • cadenas elásticas • kit básico • corte distal • pinzas ortodónticas • lámpara de fotocurado • piezas de mano • aparatos extra orales • retractores • espejo intra oral • posicionador de brackets • cubetas de impresión
No crítico	tiene contacto únicamente con piel intacta.	• Cámara fotográfica • Torreta • pinzas de torque • espejo facial para el paciente

Fuente. Alejandra SM. Manual de recomendaciones en bioseguridad para la práctica ortodóntica.2011.

7.7. Cadenas elásticas

El término elastómeros es un término que en general incluye a aquellos materiales, que tras haber experimentado una deformación considerable retornan rápidamente a sus dimensiones originales. El elástico natural, utilizado en el antiguo imperio inca y maya, fue el primer elastómero conocido. Este material tenía un uso limitado debido a su desfavorable reacción al aumento de temperatura y a su propiedad de absorción de agua. Con la aparición de la vulcanización mencionada por primera vez en la publicación de 1839 de Charles Goodyear, Los usos y aplicaciones para el elástico natural aumentaron (38,2).

Baker, Case y Angle Fueron los principales impulsores del uso de elásticos de látex natural dentro de las terapias de ortodoncia (3).

Los elásticos formados por polímeros sintéticos, fueron desarrollados a partir de químicos derivados de petróleo en 1920. Estos polímeros tienen una atracción molecular débil que consiste de enlaces primarios y secundarios. En estado de reposo llegan a generar un patrón geométrico aleatorio de cadenas lineales moleculares, mientras que durante su extensión o distorsión estas cadenas moleculares se extiende en una forma lineal ordenada a expensas de enlaces secundarios. Cuando la extensión concluye como se permite el regreso del material a su configuración pasiva proporcionada por los enlaces primarios el punto sí los enlaces primarios sufren una ruptura, esto es un indicador de que el límite elástico ha sido excedido y se da paso a una deformación permanente (38).

Las cadenas elásticas fueron introducidas a la aplicación clínica en ortodoncia, en la década de los sesentas, a partir de ese momento se han convertido en parte integral dentro de los tratamientos de ortodoncia (37).

La aplicación de fuerzas ligeras en ortodoncia es uno de los objetivos más importantes durante el tratamiento de ortodoncia, ya que esto permite realizar de forma más efectiva los movimientos dentales manteniendo los efectos secundarios en un rango mínimo.

Es de amplio conocimiento que las cadenas elásticas son el método más popular cuando se quiere realizar una mecánica de cierre de espacios, esto debido a su fácil aplicación, bajo costo y a la comodidad tanto del ortodontista como del paciente.

Los 2 problemas más importantes por evaluar en cuanto a cadenas elásticas son: contaminación y degradación de fuerza (39).

7.7.1. Degradación de fuerza

Una de las características de las cadenas elásticas, es su incapacidad de generar Un nivel de fuerza de forma continua en un período de tiempo extendido. Una de las primeras investigaciones en hacer referencia a esta característica de las cadenas elásticas, fue la de Andreasen y Bishara en 1970, estos autores compararon La degradación de fuerza que podía presentar el látex natural contra el látex sintético en un período de 24 horas, encontrando de esta manera que el látex sintético sufrió un 74% de degradación de fuerza y en látex natural únicamente un 42%(40) .

En 1978 los autores Ash y Nikolai, realizaron un estudio comparando la degradación de fuerza que presentaban las cadenas elásticas al ser extendidas en 3 condiciones ambientales diferentes; únicamente expuestas al aire, sumergidas en agua y colocadas in vivo. Obteniendo como resultados un aumento en la degradación de fuerza de las cadenas colocadas in vivo Comparado con las colocadas en agua y aire(41).

Genova y colaboradores en 1985 evaluaron la degradación de fuerza que presentaban las cadenas elásticas al ser almacenadas en una solución de saliva artificial. Obteniendo un resultado que establecía la degradación de fuerza en las cadenas elásticas en un rango del 50% al 75%(42).

En un estudio realizado por Rock y colaboradores, en el cual se evaluaron 13 marcas comerciales de cadenas elásticas, se determinó que sin importar el número de eslabones los valores de fuerza generados en una extensión del 100% era constante(4).

Diferentes publicaciones que presentaban el mismo objetivo de evaluar la degradación de fuerza en las cadenas elásticas, llegan a la conclusión que en promedio se pierde un 50% a 70% de la fuerza inicial durante las primeras 24 horas y luego de 3 semanas mantienen una generación de fuerza en un rango del 30% al 40% de la fuerza original (40,2,41,43).

7.7.2. Efecto de agentes desinfectantes en la degradación de fuerza

Publicaciones que datan desde 1991 Han presentado como objetivo la evaluación de la degradación de fuerza que pueden presentar las cadenas elásticas al ser sometidas a agentes desinfectantes, como lo es el glutaraldehído. Los resultados obtenidos por los diferentes autores que han investigado este tema, llegan a concluir que la degradación de fuerza no es significativa cuando el material elástico se encuentra sumergido en la solución por hasta 30 minutos, sin embargo al estar sumergido por un periodo de 10 horas si se puede esperar una afección en las propiedades mecánicas de los materiales elásticos (23,35,12).

Otros agentes desinfectantes como la clorhexidina han sido evaluados con la finalidad de establecer si afectan de alguna manera las propiedades de los materiales elásticos en cuanto al mantenimiento de la fuerza inicial. Pithon en 2013 y Losito en 2014, Establecen como conclusión de sus investigaciones que el uso de clorhexidina al 0.12% como un agente desinfectante para los materiales elásticos, no tiene un efecto significativo sobre la degradación de fuerza de los mismos (29,30,41,42).

En una investigación publicada por osorio y colaboradores en 2022, se estableció como objetivo identificar el efecto sobre las propiedades mecánicas de los materiales elásticos al ser sometidos a diferentes protocolos de desinfección. Para esta investigación se utilizaron soluciones de alcohol al 70% y glutaraldehído al 2%, Cuáles se sumergieron las cadenas elásticas por un periodo de 30 minutos, Basado en los resultados obtenidos por los autores se determinó que el glutaraldehído al 2% puede ser utilizado como un desinfectante para los materiales elásticos ya que este no genera cambios en sus propiedades mecánicas (43).

Pithon y colaboradores, realizaron un estudio en 2015 cuyo objetivo principal era investigar los efectos de diferentes métodos de desinfección sobre las propiedades mecánicas de las cadenas elásticas, uno de los protocolos que se investigó fue la colocación de segmentos 2 de cadenas elásticas en un tubo de ensayo con alcohol al 70% durante 1 minuto. En las conclusiones del estudio los autores determinan que uno de los métodos más simples para promover la desinfección de cadenas elásticas fue la solución de alcohol al 70% (44)

8. Metodología

8.1. Diseño de la investigación

La presente investigación tiene un diseño de carácter experimental, debido a que al investigador se le otorgaron las condiciones necesarias para poder manipular las variables independientes y de esta manera obtener datos determinantes sobre las variables dependientes y posteriormente realizar una correlación entre ellas. La metodología experimental es de tipo in vitro, debido a que se realizó fuera de un ser vivo en un ambiente de laboratorio completamente controlado.

8.2. Muestra

Cada cadena elástica se consideró como una población finita, con una longitud total de 2.3 metros, conformada por eslabones de 2.8mm obteniendo así una cantidad de 830 eslabones. A partir de un cálculo de tamaño de muestra para poblaciones finitas, considerando un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, se determinó que una muestra de 250 eslabones era necesaria.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} \quad n = \frac{380(1.645)^2 0.4*0.6}{0.052 * 380(1.645)^2 0.4*0.6}$$

Esta muestra será dividida aleatoriamente en cinco grupos de 50 eslabones cada uno:

1. Contaminación inicial
2. Grupo control
3. Desinfección con alcohol etílico 70%
4. Desinfección clorhexidina 5%
5. Desinfección con solución enzimática 4%

8.2.1. criterios de inclusión

- Cadenas elásticas que se encuentren en su paquete original y no hayan sido sometidas a manipulación previa.
- Cadenas elásticas de segunda generación
- Color gris.

8.2.2. Criterios de exclusión

- materiales que se encuentren con una fecha de caducidad próxima.
- Paquetes que hayan tenido una manipulación previa.
- Materiales que presenten algún defecto o daño visible en su empaque.
- Cadenas elásticas que no sean de segunda generación.
- Cadenas elásticas que no sean color gris

8.3. Variables

8.3.1. Variable dependiente

Aparición de fisuras microscópicas en la superficie de las cadenas elásticas y la adherencia bacteriana

8.3.2. Variable independiente

Soluciones antisépticas utilizadas; alcohol 70%, clorhexidina 5% y solución enzimática 4% y marcas comerciales; Rocky Mountain®, American orthodontics® y 3M®.

Variable Dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala	Criterio de clasificación
Contaminación	Contaminación inicial sin manipulación	Cantidad promedio de microorganismos encontrados en el paquete sin manipulación	Cuantitativa	Razón	Ufc xx Rocky Mountain® Ufc xx American Orthodontics® Ufc xx 3M®
Adherencia bacteriana	Propiedad de los microorganismos para establecer enlaces de unión en diferentes superficies	Cantidad de UFC sobre una superficie específica	Cuantitativa	Razón	Grupo Control xx Rocky Mountain® xx American Orthodontics® xx 3M® Grupo alcohol xx Rocky Mountain® xx American Orthodontics® xx 3M® Grupo Formaldehido xx Rocky Mountain® xx American Orthodontics® xx 3M® Grupo Clorhexidina xx Rocky Mountain® xx American Orthodontics® xx 3M®
Alteración microscópica Fisuras	Características superficiales resultantes de la fabricación de los materiales (fisuras)	Densidad de fisuras encontradas en un área delimitada	Cuantitativa	Razón	Grupo Control xx Rocky Mountain® xx American Orthodontics® xx 3M® Grupo alcohol xx Rocky Mountain® xx American Orthodontics® xx 3M® Grupo Formaldehido xx Rocky Mountain® xx American Orthodontics® xx 3M® Grupo Clorhexidina xx Rocky Mountain® xx American Orthodontics® xx 3M®

Variable Independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala	Criterio de clasificación
Marca comercial	Se refiere al fabricante ò empresa que produce el material elástico	Cadenas elásticas adquiridas directamente del proveedor ò distribuidor oficial de 3M® American Orthodontics® Rocky Mountain®	Cualitativa	Nominal	Fabricante
Soluciones antisépticas	Clase de agente químico utilizado con el objetivo de inhibir ò eliminar microorganismos presentes en la superficie de las cadenas elásticas.	Selección y aplicación de tres soluciones antisépticas Alcohol 70% Clorhexidina 5% Solución enzimática 4%	Cualitativa	Nominal	Naturaleza química y mecanismo de acción Alcohol 70% Acción desnaturalizante de proteínas y membranas lipídicas Clorhexidina 5% Agente catiónico de amplio espectro con acción sobre la permeabilidad de la membrana celular Solución enzimática 4% acción proteolítica

8.4. Estandarización

Con el objetivo de asegurar un resultado fiable y objetivo durante la presente investigación, los paquetes de cadenas elasticas se obtendran de los diferentes depositos dentales y se colocaran en frascos de muestra esteriles. La obtencion de la muestra se estandarizara utilizando un metodo de campana de flujo laminar grado 2, dentro de las instalaciones del laboratorio de microbiologia de la Universidad del Valle de Guatemala.

Agregado a esto, los equipos e instrumentos como microscopio, mecheros, azas de inoculación, porta objetos y recipientes para las soluciones a evaluar; que se utilizaron para el manejo, almacenamiento y cultivo de las muestras, contaron con una revisión y calibración previa, asegurando de esta manera la confiabilidad del estudio.

8.5. Recursos

8.5.1. Recursos institucionales

- Instalaciones del laboratorio del departamento de microbiología de la Universidad del Valle de Guatemala

8.5.2. Recursos digitales

- Hoja de tabulación de datos Excel
- Programa SPSS

8.5.3. Recursos humanos

- Mgs. Christa Contreras - coordinadora del área de microbiología de la Universidad del Valle de Guatemala
- Dr. Javier Curan – Asesor
- Dra. Evelyn Contreras – investigadora

8.5.4. Recursos económicos

- Cadena elástica 3M® Q.250
- Cadena elástica American Orthodontics® Q.297
- Cadena elástica Rocky Mountain® Q. 295
- Medio de cultivo Q.300
- Solución McFarland Q.200
- Total Q1622

8.5.5. Materiales

- Cadenas elásticas (3M®, American orthodontics® y Rocky Mountain®)
- 30 moldes de acetato para la preparación de los grupos experimentales
- Solución Mcfarland 0.5
- Agar PCA
- Microscopio Olympus CX23

8.6. Metodología

8.6.1. Obtención y preparación de muestras

Obtener cadenas elásticas de las siguientes marcas: 3M®, American orthodontics® y Rocky Mountain®, una vez obtenidas se tomará dentro de una campana de flujo laminar tipo 2 una muestra de 250 eslabones (segmentos de 10 eslabones) por marca comercial, estos se dividirán aleatoriamente en 5 grupos. Cada grupo evaluará 5 segmentos de 10 eslabones.

- 1) Grupo de contaminación y evaluación microscópica inicial
- 2) Grupo experimental 1: cadenas elásticas que serán sometidas a una tracción e incubación dentro de una solución McFarland.
- 3) Grupo experimental 2: cadenas que serán sometidas a una tracción, desinfección e incubación dentro de una solución McFarland.
 - a. Solución enzimática 4%
 - b. Alcohol etílico 70%
 - c. Clorhexidina al 5%

En el grupo control se evaluará la contaminación y la microtopografía de las cadenas salidas del empaque, en los grupos 2 y 3 los segmentos serán colocados en bases de acrílico, las cuales tendrán pines de sujeción que someterán a el material a una fuerza de tracción de 50g. Estos serán sumergidos en una solución de McFarland compuesta por S.mutans y se incubaran en una cámara anaerobia por 28 días. (figura 1)

8.6.2. Evaluación de la contaminación inicial

El grupo control se mantendrá sin manipulación y se incubará en un agar PCR para poder identificar la contaminación de fabrica del material. Este análisis de contaminación se realizó introduciendo los segmentos de este grupo control en tubos de polipropileno con caldo BHI (brain heart infussion) estéril y colocándolos en un vortex por 1 minuto; Para poder obtener una suspensión la cual se colocara en cajas petri con agar PCR, utilizando el método de vertido en placa, para luego incubarlo por 48 horas a una temperatura de 37 °C y proceder con el conteo de UFC (unidades formadoras de colonias).(figura 2)

Este grupo control luego de ser sometido a la centrifugación, será enviado a una evaluación microscópica de superficie para determinar la densidad de fisuras iniciales de el material.

Esquema del proceso experimental Obtención y preparación de la muestra

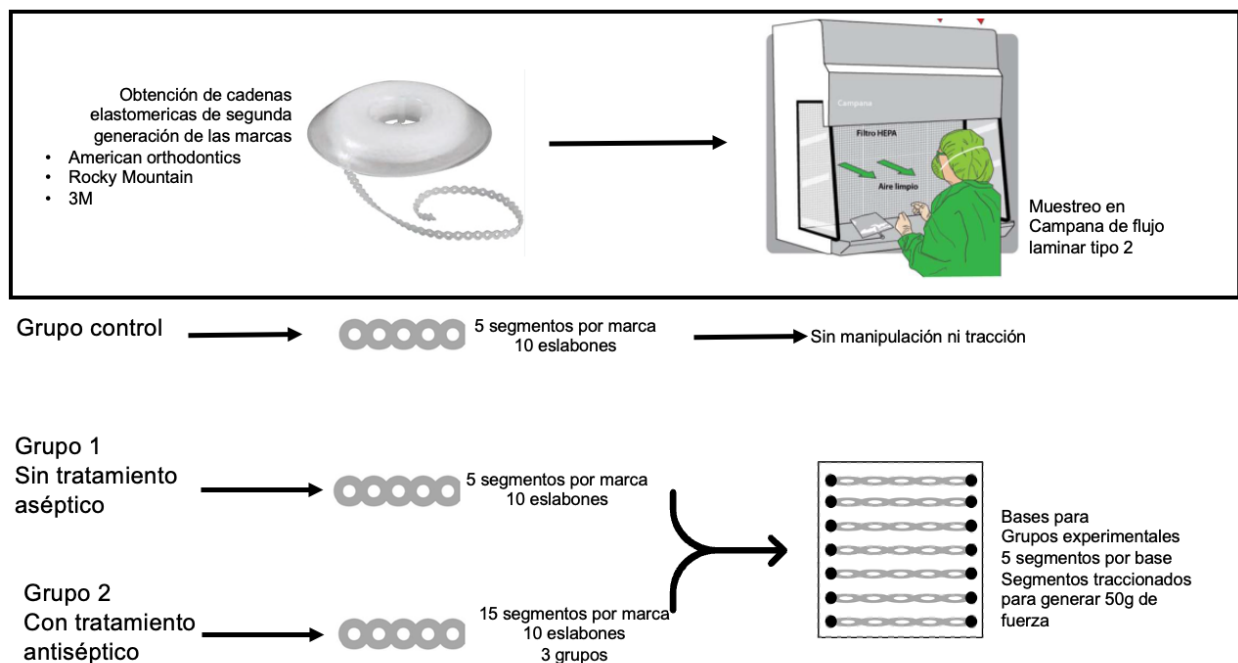


Figura 1: proceso de recolección de muestra

8.6.3. Tratamiento experimental

Esquema del proceso experimental Intervención en los grupos

La intervención en los grupos se representa por marca a ser evaluada, cada marca de cadena elastomérica tendrá un grupo 1, grupo 2 y un grupo control.

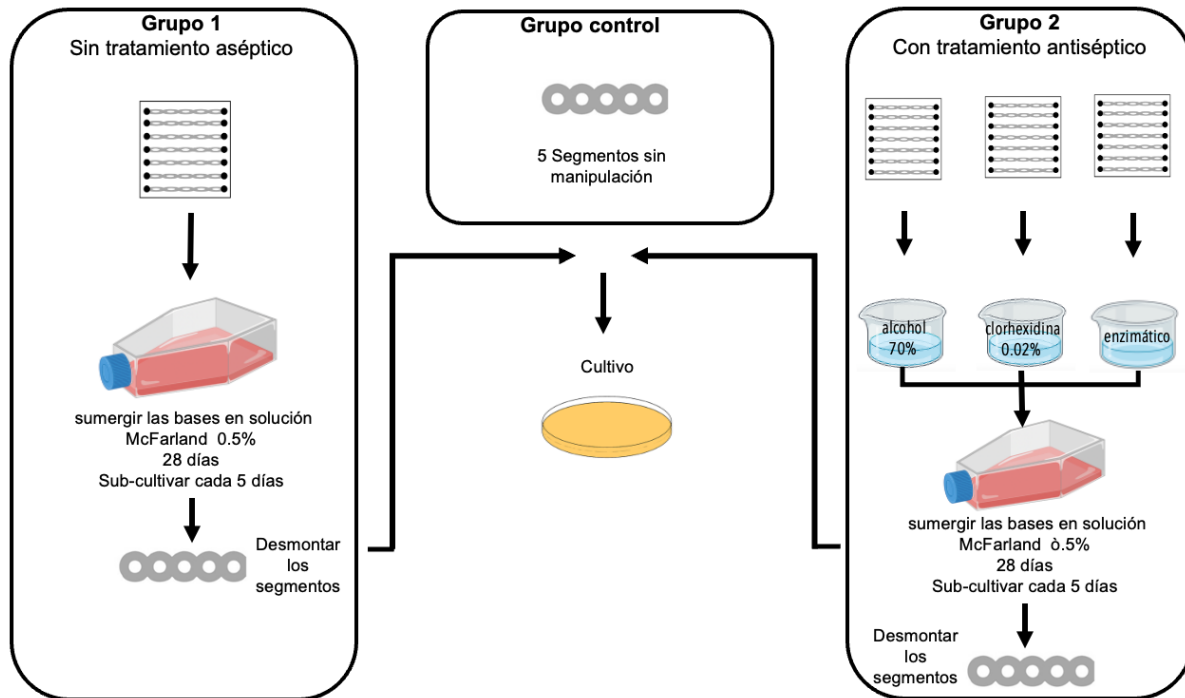


Figura 2: Proceso experimental

El primer grupo experimental se colocará en las bases de acrílico con una fuerza de 50g. luego se sumergirá en una solución McFarland al 1% por 28 días con sub cultivaciones cada 5 días (figura 2). En este grupo se analizará la adherencia bacteriana hacia las superficies elásticas que se encontraban sin procedimiento desinfectante previo y bajo una acción de tracción mecánica. Los segmentos de este grupo al finalizar su período dentro de la solución mcfarland se retirarán de las bases, Se sumergirán por 1 minuto en una solución salina estéril para posteriormente colocarse en tubos con caldo BHI estéril y colocandolos en un vortex por 1 minuto; Para poder obtener una suspensión la cual se colocara en cajas petri con agar PCR, utilizando el metodo de vertido en placa, para luego incubarlo por 48 horas a una temperatura de 37 °C y proceder con el conteo de UFC.

Los subgrupos del segundo grupo experimental se colocarán en las bases de acrílico con una fuerza de 50g. serán sumergidos en una solución antiséptica por 2 minutos y luego se sumergirá en una solución McFarland al 1% por 28 días con subcultivaciones cada 5 días (figura 2).

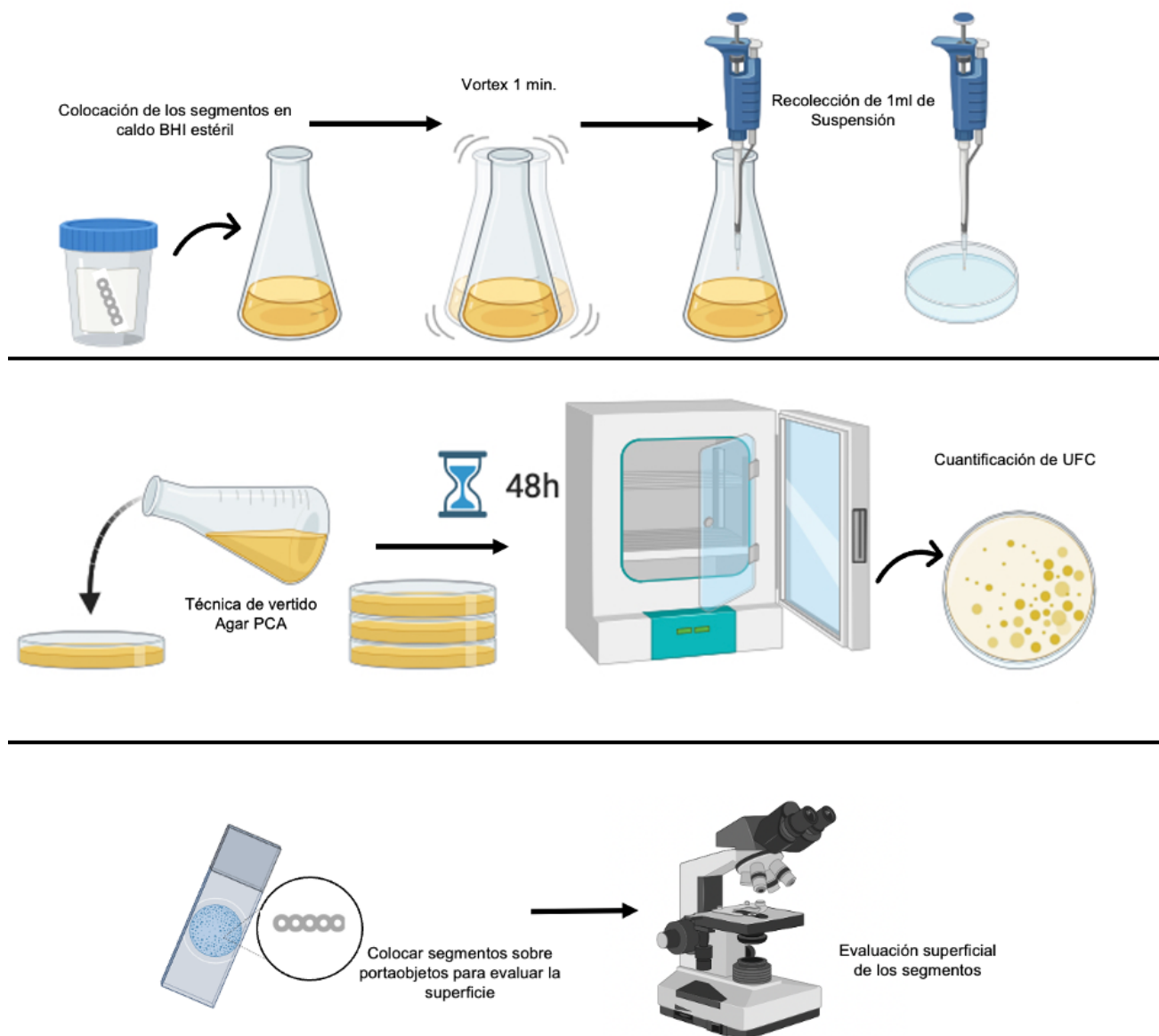


Figura 3: esquema del proceso de recolección de colonias y análisis microscópico

En este grupo se analizará la adherencia bacteriana hacia las superficies elásticas que se someten a un procedimiento desinfectante previo y una acción de tracción mecánica. Los segmentos de este grupo al finalizar su período dentro de la solución mcfarland se retirarán de las bases, Se sumergirán por 1 minuto en una solución salina estéril Para posteriormente colocarse en tubos con caldo BHI estéril y colocandolos en un vortex por 1 minuto; Para poder obtener una suspensión la cual se colocara en cajas petri con agar PCR, utilizando el metodo de vertido en placa, para luego incubarlo por 48 horas a una temperatura de 37 °C y proceder con el conteo de UFC.

Ambos grupos experimentales luego de ser sometidos a las centrifugación, será enviado a una evaluación microscópica realizada con el microscopio optico olympus CX23 a un aumento de 100X, evaluando cada eslabon de cadena elastica como un area independiente, se evaluaran 50 areas por grupo para determinar la densidad de fisuras causadas por la tracción mecánica y los procesos de desinfeccion.(figura 3)

Subsecuentemente cada caja petri obtenida en este estudio será examinada por un investigador calificado para determinar el número de unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL) con la asistencia de un cuantificador de colonias.

8.7. Análisis estadístico

Luego de determinar el número de colonias se procederá al análisis estadístico, en el cual se utilizará el software SPSS 13.0 (SPSS Inc. Chicago, Illinois) donde se realizará un análisis descriptivo incluyendo mediciones de promedio y desviación estándar para todos los grupos. Los valores obtenidos de la cuantificación de colonias serán sometidos a un análisis de T Student para variables relacionadas con un valor de significancia del 5%. Los valores referentes a la irregularidad de superficie de los materiales serán evaluados por un análisis de varianza (ANOVA) para determinar si hay una diferencia estadística entre los grupos.

9. Bioética

Considerando que el termino bioética engloba el estudio sistemático de la conducta humana en el campo de la ciencia buscando el cuidado y preservación de la salud, esto siempre bajo la guía de principios morales y valores que garanticen una práctica adecuada y de calidad.

Dentro del laboratorio clínico los principios éticos se asocian directamente a la calidad de la investigación a realizar, en biotecnología o estudios en microbiotas las principales consideraciones bioéticas son:

- El manejo adecuado y controlado de sustancias y/o especímenes animales o humanos, en el caso de esta investigación no se manejará ningún espécimen que represente un conflicto bioético.
- La muestra se obtuvo por compra individual en los diferentes depósitos dentales, haciendo que no haya conflicto de intereses en la investigación.
- Control de la temperatura
- Lavado y manejo adecuado del instrumental de vidrio
- Utilizar medios de cultivo adecuados
- No emplear reactivos o medios caducados
- Capacitar adecuadamente a las personas que manejarán las muestras
- Mantener medidas de bioseguridad adecuadas

10. Resultados

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de tres soluciones antisépticas (alcohol 70%, clorhexidina 5% y solución enzimática 4%) sobre la adherencia bacteriana y la aparición de micro fisuras en la microtopografía de cadenas elásticas de segunda generación. Para ello, se diseñó un experimento en el cual todos los procedimientos se realizaron controlando la contaminación cruzada, manteniendo medidas de bioseguridad adecuadas y realizando todos los medios y caldos nutritivos requeridos respetando las proporciones establecidas por los fabricantes.

10.1. Adherencia Bacteriana

Se recolectaron datos cuantitativos tanto para la adherencia bacteriana (UFC) como para la densidad de microfisuras encontradas en las cadenas elásticas. En la siguiente sección se detallan los resultados obtenidos en cada una de las variables analizadas.

La adherencia bacteriana se cuantificó mediante el recuento de unidades formadoras de colonias (UFC). Dada la naturaleza heterogénea de las muestras analizadas y la variabilidad de los métodos de cultivo, se optó por una descripción cuantitativa de los resultados obtenidos ya que la medición no produjo datos continuos o discretos. De esta manera, se pudo establecer un perfil de adherencia bacteriana para cada marca comercial (3M®, American orthodontics® y Rocky Mountain®) en cada uno de los grupos, identificando aquellos con mayores cargas microbianas.

Es importante destacar que, al tratarse de un recuento de microorganismos, los datos obtenidos presentan una distribución típicamente sesgada, lo cual limita la aplicación de pruebas estadísticas. Además, el tamaño de muestra empleado en este estudio no permitió realizar inferencias estadísticas robustas. Por lo tanto, los resultados presentados se enfocan en describir la magnitud y distribución de la adherencia bacteriana, sin realizar comparaciones estadísticas entre los diferentes grupos de muestras.

Tabla 1. Recuento de unidades formadoras de colonias en los diferentes grupos

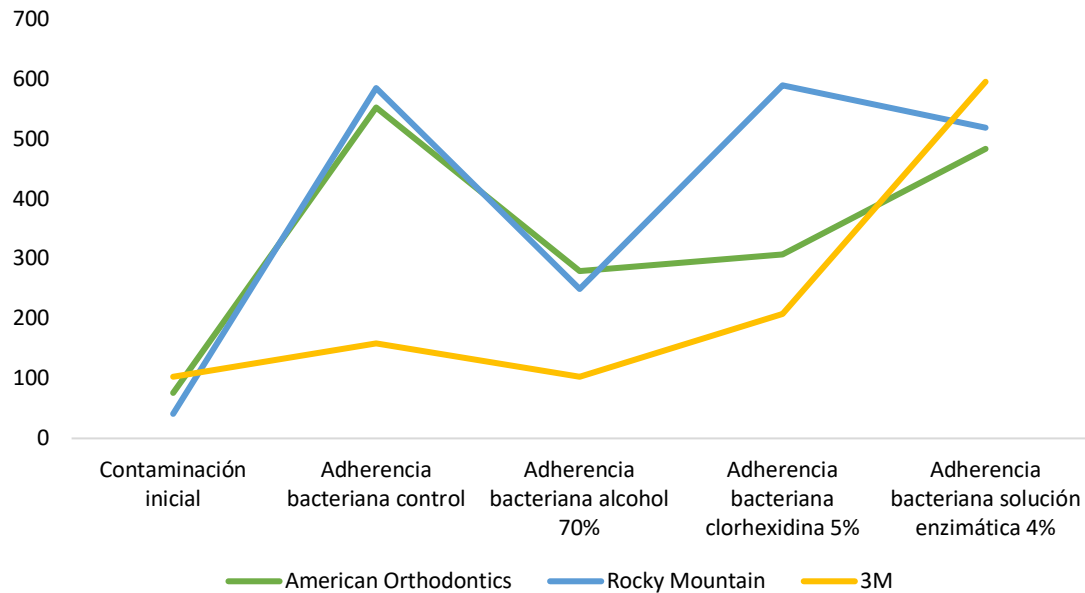
	American Orthodontics®	Rocky Mountain®	3M®
Contaminación inicial	76	41	103
Adherencia bacteriana control	553	585	159
Adherencia bacteriana alcohol 70%	280	250	103
Adherencia bacteriana clorhexidina 5%	307	590	208
Adherencia bacteriana solución enzimática 4%	484	519	596

Fuente: datos obtenidos del trabajo de campo

Al realizar la cuantificación de UFC de las tres marcas comerciales, en los diferentes grupos se hizo notar que inicialmente las cadenas elásticas ya cuentan con una contaminación previa obteniendo conteos de hasta 103 UFC en la marca 3M® (tabla 1).

Los conteos más bajos de adherencia bacteriana se obtuvieron en el grupo que se desinfectó previamente con alcohol 70%, obteniendo valores que no sobrepasan las 280 UFC, por otra parte el valor de adherencia bacteriana más alto lo obtuvo la marca 3M después de haber sido sometida a una desinfección por medio de una solución enzimática (tabla 1).

Gráfica 1. Perfil de adherencia bacteriana UFC



Fuente. Datos obtenidos del trabajo de campo

Los perfiles de adherencia bacteriana aunque variaron en cantidad en las tres marcas (3M®, American orthodontics® y Rocky Mountain®) mantuvieron un patron que muestra una disminuci3n en el grupo experimental que fue previamente desinfectado con alcohol 70%. En los otros dos grupos experimentales (clorhexidina y soluci3n enzimática) la marca Rocky Mountain mostr3 un perfil diferente al de las marcas 3M y American orthodontics, ya que aument3 su perfil de adherencia bacteriana cuando fue sometida a una desinfecci3n con clorhexidina 5% y disminuy3 cuando est3 misma desinfecci3n se realiz3 con el agente enzimático (gráfica 1).

10.2. Fisuras

la densidad de fisuras dentro de las cadenas elásticas se cuantific3 por medio de la evaluaci3n microsc3pica de 50 áreas por marca, para cado uno de los grupos, tanto el grupo control y el grupo de estado inicial como los grupos experimentales; soluci3n enzimática 4%, Alcohol 70%, Clorhexidina al 5%

Con el objetivo de evaluar la normalidad de los datos obtenidos al cuantificar la densidad de microfisuras en las cadenas elásticas, se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Los resultados obtenidos con un nivel de significancia de 0.05 indicaron que los datos no seguían una distribución normal (tabla 2). Debido a esto, se optó por emplear pruebas estadísticas no paramétricas. En este caso, para comparar la densidad de fisuras entre los diferentes grupos, se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, no obstante, debido a que se realizaron múltiples comparaciones, se aplicó la corrección de Bonferroni, esto permitió identificar de manera precisa las diferencias significativas entre los grupos y las marcas comerciales.

Tabla 2. Prueba de normalidad Kolmogorov – Smirnov para la variable de microfisuras

	Estadístico		
	o	gl	Sig.
Densidad de fisuras inicial American Orthodontics®	,515	50	,000
Densidad de fisuras inicial Rocky Mountain®	,536	50	,000
Densidad de fisuras inicial marca 3M®	,522	50	,000
Densidad de fisuras American Orthodontics® control	,163	50	,002
Densidad de fisuras Rocky Mountain® control	,403	50	,000
Densidad de fisuras 3M® control	,216	50	,000
Densidad de fisuras American Orthodontics® alcohol	,221	50	,000
Densidad de fisuras Rocky Mountain® alcohol	,241	50	,000
Densidad de fisuras 3M® alcohol	,224	50	,000
Densidad de fisuras American Orthodontics® clorhexidina	,196	50	,000
Densidad de fisuras Rocky Mountain® clorhexidina	,195	50	,000
Densidad de fisuras 3M® clorhexidina	,136	50	,022
Densidad de fisuras American Orthodontics® enzimático	,110	50	,018
Densidad de fisuras Rocky Mountain® enzimático	,237	50	,000
Densidad de fisuras 3M® enzimático	,165	50	,002

Fuente: datos obtenidos del trabajo de campo

Se evaluó inicialmente la densidad de fisuras presentes en las cadenas elásticas sin haberlas sometido a ninguna tracción ni proceso desinfectante y se encontró que de las 50 áreas evaluadas por cada marca, de 45 a 49 no presentaban fisuras, pero 11 áreas

En total presentaban de entre 1 a 3 fisuras, esto demostrando que estos materiales elásticos aunque en una cantidad baja, ya tienen fisuras en su estado inicial sin haber pasado por ninguna manipulación (tabla 3).

Tabla 3. Densidad inicial de fisuras en las cadenas elásticas, sin tracción.

Número de fisuras	American Orthodontics®	Rocky Mountain®	3M®	TOTAL
	f (%).	f (%).	f (%).	f (%).
0	45 (90)	49 (98)	45 (90)	139 (92.7)
1	3 (6)	1 (2)	4 (8)	8 (5.3)
2	1 (2)	0 (0)	1 (2)	2 (1.3)
3	1 (2)	0 (0)	0 (0)	1 (0.7)

Fuente: datos obtenidos del trabajo de campo

La

Densidad de fisuras presentes en el grupo control, el cual se expuso a una fuerza de tracción de 50gr. pero no recibió ningún tratamiento previo, mostró una diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.001$) entre las tres marcas evaluadas (3M®, American orthodontics® y Rocky Mountain®); esto con un valor de significancia de 0.05 (tabla 4). El valor mínimo de fisuras encontradas por área en las tres marcas fue de 0 y el valor máximo que se encontró por área fue de 5 fisuras.

En la distribución de los datos presentada en tipo de gráfica de cajas y bigotes se puede observar la variación que existe entre las marcas evaluadas. Las cajas, que representan el rango intercuartílico de cada grupo, se encuentran a diferentes alturas, lo que sugiere diferencias significativas en las distribuciones de los datos por este resultado se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (gráfica 2).

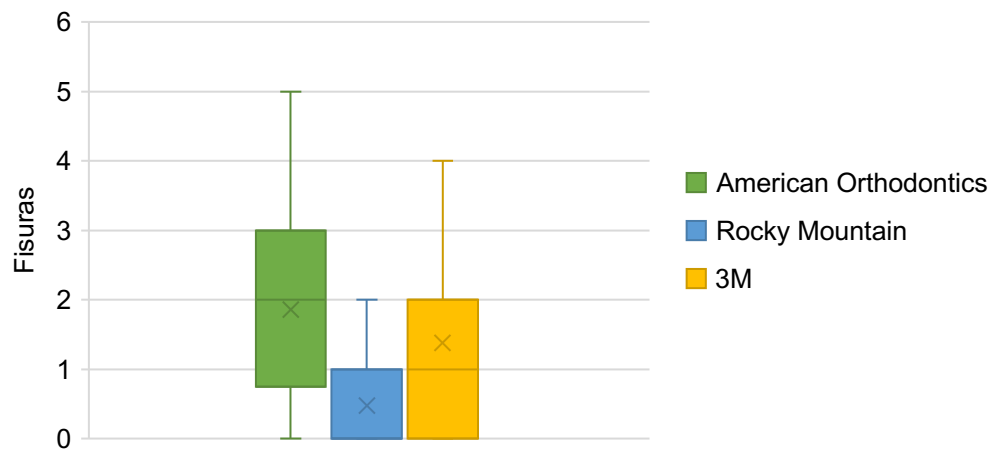
Tabla 4. Densidad de fisuras presentes en grupo control

MUESTRAS	Media $\pm$ sd	Mínimo / Máximo	Valor p
American Orthodontics	1.86 $\pm$ 1.45	0 / 5	< 0.001*
Rocky Mountain.	0.48 $\pm$ 0.73	0 / 2	< 0.001*
3M	1.86 $\pm$ 1.45	0 / 4	< 0.001*

* Diferencia estadísticamente significativa. Prueba de Kruskal Wallis

Fuente: análisis estadístico de los datos obtenidos del trabajo de campo

Gráfica 2. Densidad de fisuras en grupo control



Fuente. Datos obtenidos del trabajo de campo

La Densidad de fisuras presentes en el grupo experimental que se expuso a una fuerza de tracción de 50gr. y recibió una desinfección con alcohol isopropílico 70% durante 1 minuto, previo a ser expuesto a una contaminación controlada durante 28 días. Mostró resultados que no tienen una diferencia estadísticamente significativa ($P = 0.052$) entre las tres marcas evaluadas (3M®, American orthodontics® y Rocky Mountain®); esto con un valor de significancia de 0.05 (tabla 5). El valor mínimo de fisuras encontradas por área en las tres marcas fue de 0 y el valor máximo fue de 3.

En la distribución de los datos presentada en tipo de gráfica de cajas y bigotes se puede ver que las tres marcas presentan una distribución similar. Las cajas, que representan el rango intercuartílico de cada grupo, se encuentran a la misma altura, lo que sugiere que no hay diferencias significativas en las distribuciones de los datos (gráfica 3).

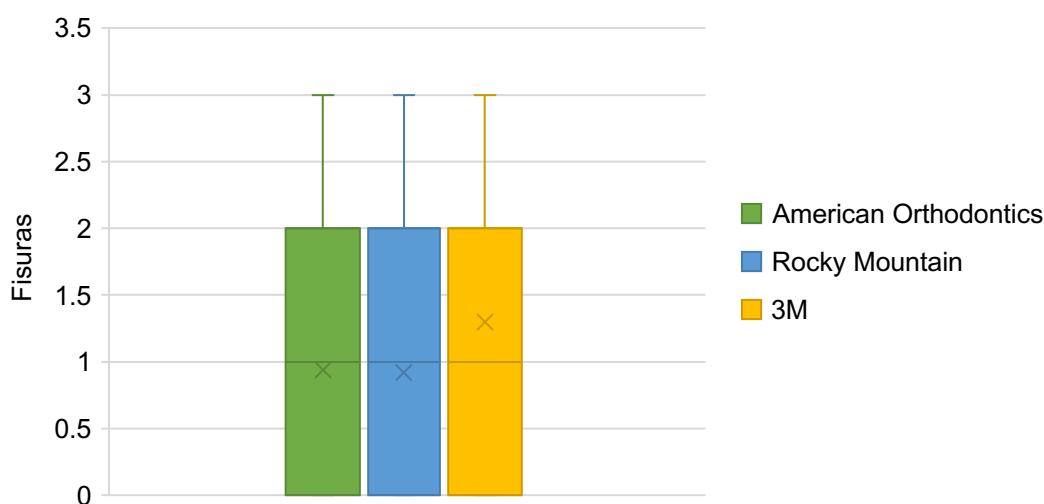
Tabla 5. Densidad de fisuras presentes en grupo sometido a desinfección previa con alcohol 70%

MUESTRAS	Media $\pm$ sd	Mínimo / Máximo	Valor <i>p</i>
American Orthodontics	0.94 $\pm$ 0.87	0 / 3	0.052
Rocky Mountain.	0.92 $\pm$ 0.92	0 / 3	0.052
3M	1.33 $\pm$ 0.96	0 / 3	0.052

* Diferencia estadísticamente significativa. Prueba de Kruskal Wallis

Fuente: análisis estadístico de los datos obtenidos del trabajo de campo

Gráfica 3. Densidad de fisuras en grupo con desinfección previa / alcohol 70%



Fuente. Datos obtenidos del trabajo de camp

El grupo experimental que se expuso a una fuerza de tracción de 50gr. y recibió una desinfección con solución de clorhexidina al 5% durante 1 minuto, previo a ser expuesto a una contaminación controlada durante 28 días. Mostró resultados que tienen una diferencia estadísticamente significativa ($P = 0.001$) entre las tres marcas evaluadas (3M®, American orthodontics® y Rocky Mountain®); esto con un valor de significancia de 0.05 (tabla 6). El valor mínimo de fisuras encontradas por área en las tres marcas fue de 0 y el valor maximo fue de 5.

En la distribución de los datos presentada en tipo de gráfica de cajas y bigotes se observa que la marca rocky mountain® presento la menor densidad de fisuras por área esto aunque presentaba valores extremos de 5 fisuras por área. (gráfica 4).

Mientras que las marcas 3M® y American orthodontics® presentaban el valor de 0 fisuras por área como un valor extremo (gráfica 4).

Tabla 6. Densidad de fisuras presentes en grupo sometido a desinfección previa con clorhexidina 5%

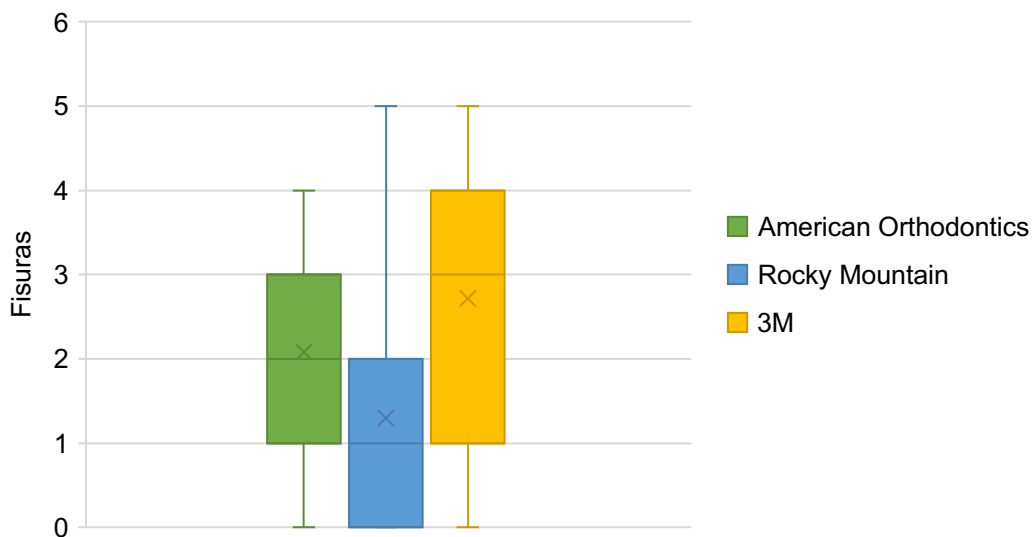
MUESTRAS	Media $\pm$ sd	Mínimo / Máximo	Valor <i>p</i>
American Orthodontics®	2.08 $\pm$ 1.32	0 / 4	< 0.001*
Rocky Mountain®.	1.30 $\pm$ 1.25	0 / 5	< 0.001*
3M®	2.01 $\pm$ 1.48	0 / 5	< 0.001*

* Diferencia estadísticamente significativa.

Prueba de Kruskal Wallis

Fuente: análisis estadístico de los datos obtenidos del trabajo de campo

Gráfica 4. Densidad de fisuras en grupo con desinfección previa / clorhexidina 5%



Fuente. Datos obtenidos del trabajo de campo

La mayor densidad de fisuras se presentó en el grupo experimental que se expuso a una fuerza de tracción de 50gr. y recibió una desinfección con solución de enzimática al 4% durante 1 minuto, previo a ser expuesto a una contaminación controlada durante 28 días. Este grupo mostró resultados que tienen una diferencia estadísticamente significativa ($P = 0.001$) entre las tres marcas evaluadas (3M®, American orthodontics® y Rocky Mountain®); esto con un valor de significancia de 0.05 (tabla 7). En este grupo no hubo ningún área que no presentara fisuras. El valor mínimo de fisuras encontradas en un área fue de 8 en las cadenas elásticas de la marca 3M® y el valor máximo de fisuras encontradas en un área fue de 63 correspondiente a la marca American orthodontics.

En la distribución de los datos presentada en tipo de gráfica de cajas y bigotes se observa que la marca 3M® presentó la menor densidad de fisuras mostrándose que su valor extremo caía aun dentro de los valores medios de las otras dos marcas (gráfica 5).

Mientras que las marcas Rocky Mountain® y American orthodontics® presentaban la distribución con los valores medios de fisuras más altos (gráfica 5).

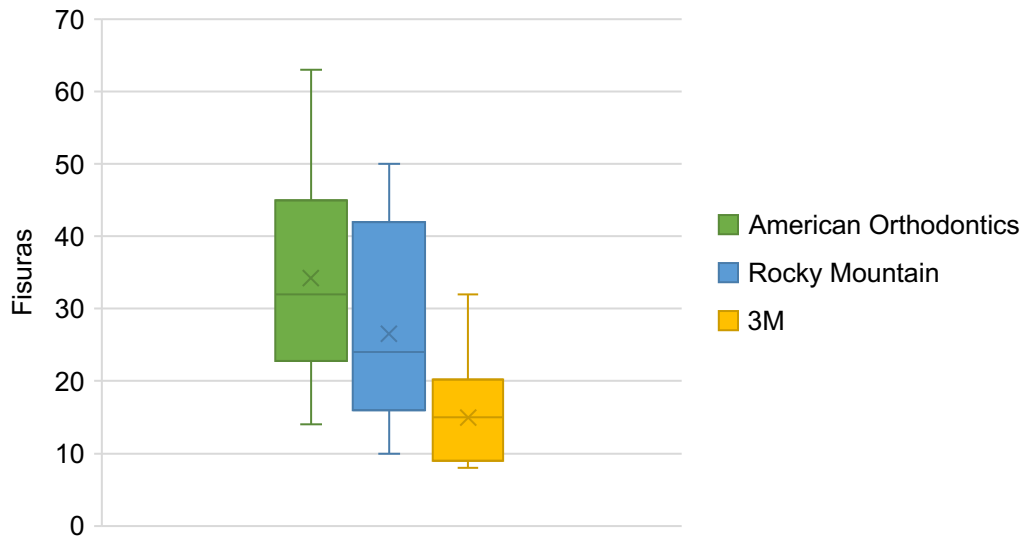
Tabla 7. Densidad de fisuras presentes en grupo sometido a desinfección previa con solución enzimática 4%

MUESTRAS	Media $\pm$ sd	Mínimo / Máximo	Valor p
American Orthodontics®	34.24 $\pm$ 13.94	14 / 63	< 0.001*
Rocky Mountain®.	26.6 $\pm$ 12.56	10 / 50	< 0.001*
3M®	14.98 $\pm$ 5.78	8 / 32	< 0.001*

* Diferencia estadísticamente significativa. Prueba de Kruskal Wallis

Fuente: análisis estadístico de los datos obtenidos del trabajo de campo

Gráfica 5. Densidad de fisuras en grupo con desinfección previa / solución enzimática 4%

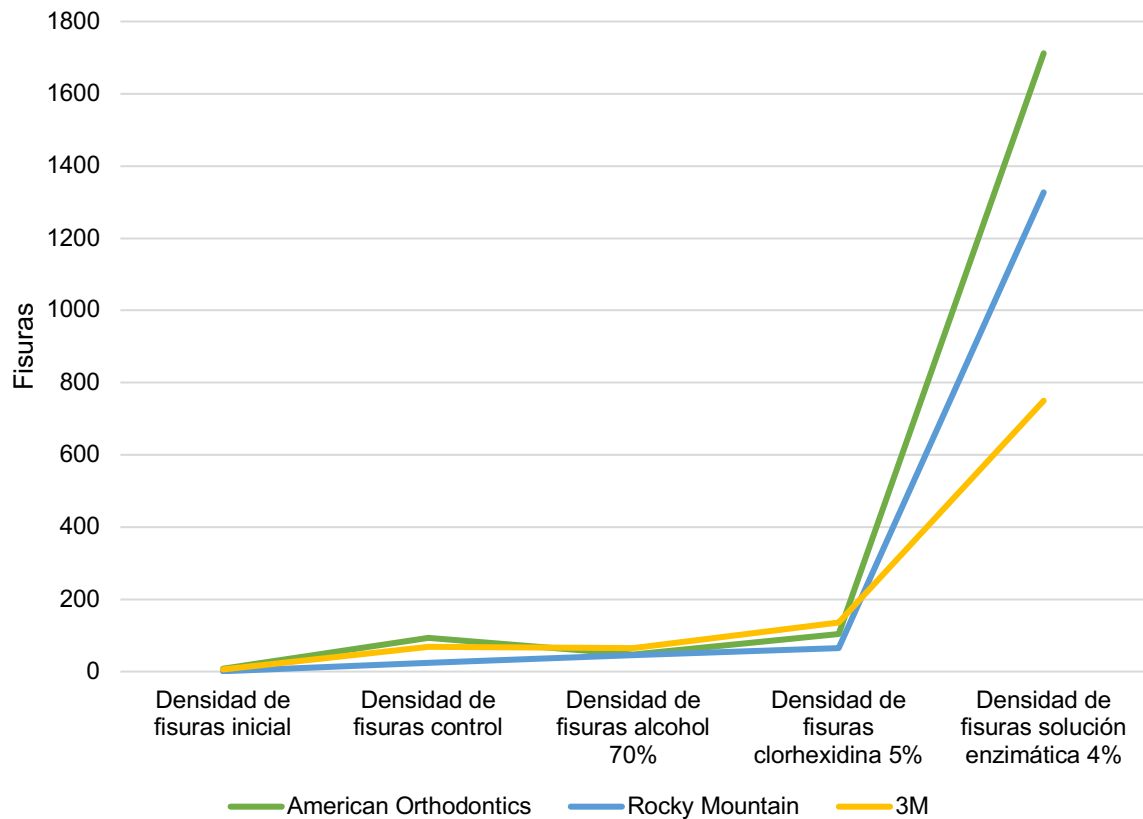


Fuente. Datos obtenidos del trabajo de campo

Las tres marcas (3M®, American orthodontics® y Rocky Mountain®) mantuvieron un patron en la cuantificación de fisuras por área que muestra una disminución en el grupo experimental que fue previamente desinfectado con alcohol etilico 70%. Siendo este el único grupo experimental donde no hubo significancia ($P = 0.052$) demostrando que las tres marcas comerciales tuvieron la misma reaccion y en igual magnitud (gráfica 6).

Los resultados obtenidos demuestran que la solución enzimática al 4% generó una respuesta mayor en comparación con las otras soluciones evaluadas (alcohol 70% y clorhexidina 5%) generando un aumento considerable en la cantidad de fisuras por área en las cadenas elásticas (gráfica 6).

Gráfica 6. Densidad de fisuras en grupo con desinfección previa / solución enzimática 4%



Fuente. Datos obtenidos del trabajo de campo

Con el fin de identificar la diferencia entre las marcas, en los grupos experimentales donde se encontró una diferencia estadísticamente significativa. Se utilizó la corrección de bonferroni.

En el grupo control, el cual no fue sometido a tracción ni desinfección previa, hay diferencia significativa ($P = 0.001$) de la marca Rocky mountain® con las marcas 3M® y American Orthodontics®, pero no hay diferencia significativa entre estas últimas ($P = 0.443$) (tabla 8).

Tabla 8. Análisis postoc grupo control

COMPARACIONES	Estadístico	Desviación estadística	Valor <i>p</i>
Rocky Mountain® – 3M®	-.30.4	-3.66	0.001
Rocky Mountain® – American Orthodontics®	42.4	5.1	0.000
3M® – American Orthodontics®	12.0	1.4	0.443
Corrección de Bonferroni.			
Fuente: análisis estadístico de los datos obtenidos del trabajo de campo			

En el grupo experimental que tuvo una desinfección previa con clorhexidina al 5% hay diferencia significativa (P 0.000) entre la marca Rocky mountain® con las marcas 3M® y American Orthodontics®, pero no hay diferencia significativa entre estas ultimas (P 0.297) (tabla 9).

Tabla 9. Análisis postoc grupo experimental desinfectado con solución de clorhexidina al 5%

COMPARACIONES	Estadístico	Desviación estadística	Valor <i>p</i>
Rocky Mountain® – 3M®	-38.0	-4.5	0.000
Rocky Mountain® – American Orthodontics®	24.0	2.8	0.014
3M® – American Orthodontics®	-14.0	-1.6	0.297
Corrección de Bonferroni.			
Fuente: análisis estadístico de los datos obtenidos del trabajo de campo			

En el grupo experimental que tuvo una desinfección previa con solución enzimática al 4% hay diferencia significativa (P 0.000) entre la marca 3M® con las marcas Rocky Mountain® y American Orthodontics®, pero no hay diferencia significativa entre estas ultimas (P 0.053 (tabla 10).

Tabla 10. Análisis postoc grupo experimental desinfectado con solución enzimática al 4%

COMPARACIONES	Estadístico	Desviación estadística	Valor <i>p</i>
Rocky Mountain® – 3M®	42.83	4.93	0.000
Rocky Mountain® – American Orthodontics®	20.60	2.37	0.053
3M® – American Orthodontics®	63.43	7.30	0.000
Corrección de Bonferroni.			

Fuente: análisis estadístico de los datos obtenidos del trabajo de campo

Por los resultados abtenidos se puede negar la hipótesis nula y confirmar la hipótesis alterna, existe una interacción significativa entre la solución antiséptica utilizada; alcohol 70%, clorhexidina 5% y solución enzimática 4% y la marca comercial de la cadena elástica; 3M®, American orthodontics® y Rocky Mountain®, en la aparición de fisuras microscópicas y la adherencia bacteriana.

11. Discusión

Los materiales elásticos son susceptibles a los tratamientos térmicos ya que estos alteran sus propiedades, es por eso que no pueden ser esterilizados en autoclave, sin embargo Ardesna (2022) realizó una investigación donde evaluó la contaminación de fabrica que presentaban las cadenas elásticas utilizadas en los tratamientos de ortodoncia y concluyó que estos materiales recibidos del fabricante mostraron contaminación bacteriana (30,3); esto coincide con los resultados obtenidos en este estudio ya que el perfil bacteriano inicial de las cadenas elásticas al tomar la muestra directo de los empaques de las tres marcas (3M®, American orthodontics® y Rocky Mountain®) mostraron un recuento de hasta 103 UFC.

En la publicación de Roebuk (2008) se hace hincapié en la necesidad de desinfección que tienen todos los materiales de uso clínico odontológico, incluyendo los utilizados en el área de ortodoncia, también se menciona como los profesionales de la salud oral tienen una responsabilidad para con los pacientes de manejar adecuadamente los materiales que se utilizan dentro de la cavidad oral (45). Es por eso que el presente estudio busca evaluar tres de las soluciones desinfectantes más utilizadas a nivel odontológico (alcohol etílico 70%, clorhexidina 5% y solución enzimática 4%) y determinar si estas llegan a causar alguna alteración en sus propiedades que pueda propiciar un menor desempeño clínico.

Al evaluar los datos obtenidos en el estudio sobre el perfil de adherencia bacteriana, se encontró que tanto la solución de alcohol etílico 70% como la de clorhexidina 5% al ser utilizadas como desinfectantes disminuyeron el recuento de UFC comparado con el recuento encontrado en el grupo control. Ambas soluciones desinfectantes como lo menciona Evangelista et al. (2007) no representan un riesgo para el desempeño clínico de las cadenas elásticas ya que en su estudio evaluaron el efecto de ambas sobre las

fuerzas de tracción y concluyeron que no tienen un efecto significativo sobre estos materiales (46).

Los resultados obtenidos en el grupo experimental que utilizó la solución enzimática como desinfectante tuvieron un aumento en su perfil de adhesión bacteriana comparado con el grupo control, esto se relaciona a su vez con el aumento de fisuras que se encontró en este grupo. Esto concuerda con lo demostrado por Zegan (2012) quien menciona que las variaciones en la superficie de los materiales pueden afectar sus propiedades y que, al haber más defectos e irregularidades en la superficie de estos, son más propensos a retener más factores contaminantes (47).

La presencia de fisuras en las cadenas elásticas disminuyó de manera general en las tres marcas 3M, American Orthodontics y Rocky Mountain al haber sido previamente desinfectadas con alcohol etílico 70%, comparado con el grupo control, demostrando que las tres marcas reaccionaron de igual forma ante esta solución, este efecto de disminución en la densidad de fisuras y perfil bacteriano, se atribuye a que la solución de alcohol 70% no deja residuos en el material, se evapora completamente, solo requiere 1 minuto de acción desinfectante y no representa un riesgo abrasivo o degradante para los materiales elásticos, esto es sustentado por Pithon (2015) quien menciona en su estudio al alcohol 70% como la primera opción de desinfección para los materiales elásticos (44).

12. Conclusiones

Las cadenas elásticas utilizadas en ortodoncia contienen una contaminación inicial que alcanza las 103 UFC, esto sin haberse sometido a manipulación clínica.

La solución de alcohol etílico 70% demostró reducir el perfil de adherencia bacteriana y la presencia de fisuras en las cadenas elásticas de las tres marcas 3M, American Orthodontics y Rocky Mountain siendo este el único grupo experimental que no mostro una diferencia significativa.

En la densidad de fisuras se encontro una diferencia significativa entre las marcas 3M y American Orthodontics con la marca Rocky Mountain demostrandó que está ultima presento el número mas bajo en su densidad de fisuras.

La solución enzimática al 4% aunque es utilizada para esterilizacion en frio de materiales e instrumentos y en su descripción indica que es segura de utilizar en materiales plasticos y elasticos, fue la que genero mayor cantidad de fisuras por unidad evaluado y aumentó el perfil de adherencia bacteriana en todaas las marcas

13. Recomendaciones

Fomentar un protocolo de desinfección de los materiales previo a ser colocados dentro de la cavidad oral.

Se recomienda leer detenidamente las instrucciones del fabricante antes de aplicar cualquier desinfectante en materiales elásticos, especialmente verificar concentraciones y tiempo de desinfección.

Debido al contacto directo con pacientes, los instrumentos, materiales y superficies clínicas acumulan una gran cantidad de bacterias. Por esta razón, la desinfección debería ser indispensable en los protocolos de controles de ortodoncia.

14. Perspectivas de futuro

La metodología desarrollada en este estudio demuestra un alto grado de replicabilidad y aplicabilidad a una amplia gama de investigaciones relacionadas con la evaluación de diferentes materiales e instrumentos utilizados en el área clínica de ortodoncia. La rigurosidad en el diseño experimental permite que se pueda extrapolar los resultados obtenidos a otros contextos y materiales.

Se sugiere que futuras investigaciones exploren los efectos de rondas de esterilización o arenado de materiales e instrumentos, utilizando la metodología propuesta como base para profundizar en el conocimiento sobre alteraciones en la superficie y perfiles de adherencia bacteriana.

15. Conflictos de interés

El presente estudio no tiene ningún conflicto de interés, debido a que todos los materiales de las diferentes marcas se obtuvieron sin ningún patrocinio.

16. Bibliografía:

1. 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
2. Andreasen GF, Bishara SE. Comparison of alastik chains and elastics involved with intra-arch molar to molar forces. *Angle Orthod* 1970;40:151-8.
3. Ardeshta, A., Chavan, K., Prakasam, A., Ardeshta, D., Shah, D., & Velliyagounder, K. (2022). Effectiveness of Different Sterilization Methods on Clinical Orthodontic Materials. *Journal of Indian Orthodontic Society*, 03015742221109026.
4. Sawhney R, Sharma R, Sharma K. Microbial Colonization on Elastomeric Ligatures during Orthodontic Therapeutics: An Overview. *Turk J Orthod*. 2018 Mar;31(1):21-25. doi:10.5152/TurkJOrthod.2018.17050. Epub 2018 Mar 1. PMID: 30112509; PMCID: PMC6007688.
5. Casaccia GR, Gomes JC, Alviano DS, Ruellas ACO, Sant'Anna EF. Microbiological evaluation of elastomeric chains. *Angle Orthod*. 2007;77(5):890-3.
6. Evangelista MB, Berzins DW, Monaghan P. Effect of disinfecting solutions on the mechanical properties of orthodontic elastomeric ligatures. *Angle Orthod*. 2007;**77**(4):681–7.
7. Venturelli A, Torres F. Evaluacion Microbiologica de Contaminación Residual en diferentes tipos de pinzas de Ortodoncia despues de la desinfección con alcohol al 70%. *Dental Press Ortodon Ortop Facial*. 2009 Agosto.
8. KOSSIER. Fundamentos de enfermería Conceptos, proceso y práctica. Vol I ed. Ed 5, editor. España: editorial Interamericana; 2008.
9. Marsh PD BD. Microbial community aspects of dental plaque. *BioLine*. 2009;(237-53).

10. Omidkhoda M, Rashed R, Khodarahmi N. Evaluation of the effects of three different mouthwashes on the force decay of orthodontic chains. *Dent Res J (Isfahan)*. 2015;**12**(4):348–52
11. Takla GS, Cunningham SJ, Horrocks EN, Wilson M. The effectiveness of an elastomeric module dispenser in cross-infection control. *J Clin Orthod*. 1998;**32**(12):721-6.
12. Josell SD, Leiss JB, Rekow D. Force degradation in elastomeric chain. *Semin Orthod*. 1997;**3**(3):189-97.
13. Kirchhoff St Srmmac. La esterilización en ortodoncia.. *J Clin Orthod*. 1987;**21**(326-336.).
14. Wong A. Orthodontic elastic materials. *Angle Orthod* 1976; **46**:196-205.
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**:377-84.
15. Gerzson DRDS, Simon D, Dos Anjos AL, Freitas MP. In vitro evaluation of microbial contamination of orthodontic brackets as received from the manufacturer using microbiological and molecular tests. *Angle Orthod*. 2015;**85**:992-996.
16. Silva FC, Kimpara ET, Mancini MN, Balducci I, Jorge AO, Koga-Ito CY. Effectiveness of six different disinfectants on removing five microbial species and effects on the topographic characteristics of acrylic resin. *J Prosthodont*. 2008;**17**(8):627-33.
17. Teixeira L, Pereira Bdo R, Bortoly TG, Brancher JA, Tanaka OM, Guariza-Filho O. The environmental influence of Light Coke, phosphoric acid, and citric acid on elastomeric chains. *J Contemp Dent Pract*. 2008;**9**(7):17–24.
18. Schneeweiss D.; *Avoiding cross-contamination of elastomeric ligatures*. Journal Clinic of Orthodontic. 1993. Oct. 538.
19. Barker CS. *An investigation into microbial contamination of orthodontic instruments and materials*. EThOS; 2011.
20. 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;**11**(1):60–70.

21. Shirozaki MU, Ferreira JTL, Küchler EC, Matsumoto MAN, Aires CP, Nelson-Filho P, Romano FL. Quantification of Streptococcus mutans in Different Types of Ligature Wires and Elastomeric Chains. *Braz Dent J.* 2017 Jul-Aug;28(4):498-503. doi: 10.1590/0103-6440201601401. PMID: 29160403.
22. Hershey G, Reynolds W. The plastic module as an orthodontic tooth moving mechanism. *AM J ORTHOD* 1975;67: 554-662.
23. Udeña JL. *Microbiología Oral*. 2nd ed. España: Mc Graw Gill. Interamericana; 2002.
24. 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.
25. Azeredo F, de Menezes L. Analisis Microbiologico de alicates de ortodoncia. *Dental Pres J Orthod.* 2011 Junio; 3.
26. Jeffries CL, von Fraunhofer JA. The effects of 2% alkaline glutaraldehyde solution on the elastic properties of elastomeric chain. *Angle Orthod.* 1991; 61: 25-30.
27. Azevedo M, dos Santos , Rodrigues CA. Comparación de la actividad antimicrobiana entre los desinfectantes químicos en alicates de ortodoncia Contaminados. *The Journal of contemporary dental practice.* 2015 agosto; 16(619-623).
28. Shirozaki, M. U., Ferreira, J. T. L., Küchler, E. C., Matsumoto, M. A. N., Aires, C. P., Nelson-Filho, P., & Romano, F. L. (2017). Quantification of Streptococcus mutans in different types of ligature wires and elastomeric chains. *Brazilian dental journal*, 28, 498-503.
29. Harikrishnan P, Subha TS, Kavitha V, Gnanamani A. Microbial adhesion on orthodontic ligating materials: an in vitro assessment. *Adv Microbiol.* 2013;3: 108-114.
30. Ardesna, A., Chavan, K., Prakasam, A., Ardesna, D., Shah, D., & Velliyagounder, K. (2022). Effectiveness of Different Sterilization Methods on Clinical Orthodontic Materials. *Journal of Indian Orthodontic Society*, 03015742221109026.

31. Losito, K. A. B., Lucato, A. S., Tubel, C. A. M., Correa, C. A., & Santos, J. C. B. D. (2014). Force decay in orthodontic elastomeric chains after immersion in disinfection solutions. *Brazilian Journal of Oral Sciences*, 13, 266-269.
32. Pithon, M. M., Ferraz, C. S., Rosa, F. C. S., & Rosa, L. P. (2015). Sterilizing elastomeric chains without losing mechanical properties. Is it possible?. *Dental press journal of orthodontics*, 20, 96-100.
33. Yagura, D., Baggio, P. E., Carreiro, L. S., & Takahashi, R. (2013). Deformation of elastomeric chains related to the amount and time of stretching. *Dental press journal of orthodontics*, 18, 136-142.
34. Mirhashemi A, Saffarshahroudi A, Sodagar A, Atai M. Force- degradation pattern of six different orthodontic elastomeric chains. *J Dent (Tehran)*. 2012;**9**(4):204–15. [PubMed: 23323182].
35. Merelo Lucas, S. P. (2018). Evaluación del grado de contaminación bacteriana en alicates usados en la Clínica de Posgrado de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Central del Ecuador (Bachelor's thesis, Quito: UCE).
36. Zegan, G., Golovcencu, L., & Anistoroei, D. (2018). THE CYTOTOXICITY OF ORTHODONTIC POLYMERIC BIOMATERIALS. *Romanian Journal of Oral Rehabilitation*, 10(3).
37. Azeredo, F., Menezes, L. M. D., Silva, R. M. D., Rizzatto, S. M. D., Garcia, G. G., & Revers, K. (2011). Microbiological analysis of orthodontic pliers. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 16, 103-112.
38. Alejandra SM. Manual de recomendaciones en Bioseguridad para la práctica Ortodóntica. 2011
39. 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
40. Rastogi, S. (2017). Assessment of microbial contamination if “as received” and “bench-top exposed” orthodontic materials: A vitro microbiologic investigation. *Biomed J Sci Tech Res*, 1, 729-733.

41. Ash J, Nikolai R. Relaxation of orthodontic elastic chains and modules in vitro and bz vivo. J Dent Res 1978;57:685-90.
42. Marta N. Microbiolgia Estomatologica: Fundamentos y Guia Practica. 2nd ed. Buenos Aires: Medica Panamericana; 2009.
43. Huber S., Vemino A, Nanda R; *Professional prophylaxis and its effect on the periodontium of full-banded orthodontic patients*. American Journal of Orthodontic and Dentofacial Orthopedic. 1987. April. 321-327.
44. Rock W, Wilson H, Fisher S. A laboratory investigation of orthodontic elastomeric chains. Br J Orthod 1985;12:202-7.
45. Schneeweiss D.; *Avoiding cross-contamination of elastomeric ligatures*. Journal Clinic of Orthodontic. 1993. Oct. 538.
46. Forsberg Cea. Alambres de ligadura y los anillos elastoméricos: dos métodos de ligadura, y su asociación con la colonización microbiana de streptococcus mutans y lactobacilos.. Eur. J. Orthod. 1991; 13(416-420).
47. Venturelli A, Torres F. Evaluacion Microbiologica de Contaminación Residual en diferentes tipos de pinzas de Ortodoncia despues de la desinfección con alcohol al 70%. Dental Press Ortodon Ortop Facial. 2009 Agosto.

Hoja de Firmas

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Odontología
Programa de estudios de postgrado
Maestría en ortodoncia y ortopedia maxilofacial



TESIS DE MAESTRÍA

Efecto de soluciones antisépticas en la inhibición de adhesión bacteriana y microtopografía de cadenas elásticas utilizadas en ortodoncia. in vitro

Evelyn Marisol Contreras Ubedo

Sustentante

Asesor:

Dr. Javier Alberto Curan Cantoral

Coordinador de Investigación:

Dr. Bienvenido Argueta Hernández

Coordinador de maestría:

Dr. Leopoldo Raúl Vesco Leiva

Director de la escuela de Postgrado:

Dr. Carlos Alvarado Barrios



FOUSAC
Facultad de Odontología
Universidad de San Carlos de Guatemala



Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Odontología
Universidad de San Carlos de Guatemala

PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN HOJA DE FIRMAS

Título del Protocolo de Investigación:

Efecto de soluciones antisépticas en la inhibición
de adhesión bacteriana y microtopografía de
cadena elástica utilizadas en ortodoncia. In vitro.

Profesor Asesor:

Javier Alberto Curan Cantoral
(nombre completo)

(Firma)

VoBo:

Leopoldo Raúl Vesco Leiva
(nombre completo del Coordinador de la Maestría)

(Firma)

Carlos Armando Bonilla
(nombre completo del Director de la Maestría)

(Firma)



ANEXO 2

APROBACIÓN FINAL DEL PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN:

Javier Alberto Curan Cantoral
(nombre completo del Profesor Asesor)

(firma)

Daniw Oliverio Morales Andrade
(nombre completo del Coordinador y/o Revisor de Investigación)

(firma)

Leopoldo Raúl Vesco Leiva
(nombre completo del Coordinador de Maestría)

(firma)

Carlos Alberto Barrios
(nombre completo del Director de Postgrado)

(firma)

Nombres y firmas de los docentes que aprobaron la presentación del protocolo de investigación (mínimo 3).

Anahi P. Achtmann
Leopoldo Vesco
Rodrigo Díaz Lora

Edlin Anahi Peláez Achtmann
(firma)
(firma)



ANEXO 3

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
HOJA DE FIRMAS**

Título del Trabajo de Investigación:

Efecto de soluciones antisépticas en la inhibición de
adhesión bacteriana y microtopografía de cadenas
elásticas utilizadas en ortodoncia. in vitro

APROBACIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

Javier Alberto Cúran Cantoral
(nombre completo del Profesor Asesor)

[Firma]
(firma)

Bienvenido Arzueh Hernández
(nombre completo del Coordinador de Investigación)

B. Arzueh
(firma)

Leopoldo Raúl Vesco Leiva
(nombre completo del Coordinador de Maestría)

[Firma]
(firma)

Carlos Alberto Ben
(nombre completo del Director de Postgrado)

[Firma]
(firma)



FOUSAC
Facultad de Odontología
Universidad de San Carlos de Guatemala



ANEXO 4

Nombres y firmas de los profesores nombrados en la terna examinadora que aprobaron la tesis final de investigación:

Dra. Ana Lys Perdomo M.
(nombre completo)

(firma)

Mrs. Alejandra Guzmán Lemos
(nombre completo)

(firma)

Andrea Alejandra Meléndez Veliz
(nombre completo)

(firma)