



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
ESCUELA DE POSGRADO

EFFECTO DE LA CLORHEXIDINA AL 2%
SOBRE LA RESISTENCIA ADHESIVA
DENTINARIA A LA MICROTRACCIÓN
EN DIENTES PRIMARIOS UTILIZANDO
DOS SISTEMAS ADHESIVOS.

ESTUDIO *in vitro*

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAESTRO EN ESTOMATOLOGÍA CON
MENCIÓN EN ODONTOPEDIATRÍA

FABIOLA ROSARIO CUBA VALENCIA

LIMA – PERÚ

2018

ASESOR

Dr. Jorge Luis Castillo Cevallos.

Departamento Académico del Niño y el Adolescente.

DEDICATORIA

A Dios, quien siempre guía mis pasos y
pone gente buena en mi camino.

A mis Padres, fuente de sabiduría que
siempre me apoyaron y creyeron en mí.

A mi hija Camila, que es la motivación
más grande que tengo día a día.

AGRADECIMIENTO

- A Dios por ser mi guía a lo largo de mi vida y mi fortaleza en los momentos más difíciles.
- A mis padres por su apoyo incondicional, por llenar mi vida de alegrías y amor cuando más lo he necesitado.
- A mi hermana Lizet, por ser mi mejor amiga y ser un ejemplo de desarrollo profesional a seguir.
- A mi esposo, por ser mi compañero para toda la vida, por su paciencia y amor incondicional.
- A mis asesores, por haber compartido conmigo sus conocimientos y su amistad.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	3
II.1. Planteamiento del problema	3
II.2. Justificación	4
III. MARCO TEÓRICO	6
III.1. Adhesión a dentina	6
III.2. Sistemas Adhesivos	10
III.3. Clorhexidina en odontología restauradora	16
IV. OBJETIVOS	23
IV.1. Objetivo general	23
IV.2. Objetivos específicos	23
V. HIPÓTESIS	24
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	25
VI.1. Diseño del Estudio	25
VI.2. Grupo Experimental	25
VI.3. Criterios de selección	26
VI.4. Variables	26
VI.5. Técnicas y Procedimientos	28
VI.6. Plan de Análisis	34
VI.7. Consideraciones Éticas	34
VII. RESULTADOS	36
VIII. DISCUSIÓN	42
IX. CONCLUSIONES	52
X. RECOMENDACIONES	53
XI. REFERENCIAS	54
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Valores de la resistencia adhesiva dentinaria a la microtracción en dientes primarios según sistema adhesivo con o sin tratamiento con Clorhexidina.	37
Tabla 2.	Comparación de la resistencia adhesiva dentinaria a la microtracción en dientes primarios de los sistemas adhesivos según tratamiento con Clorhexidina.	38
Tabla 3.	Comparación de la resistencia adhesiva dentinaria a la microtracción de dientes primarios entre los sistemas adhesivos.	39

ÍNDICE DE GRÁFICOS

		Pág.
Gráfico 1.	Comparación de la resistencia adhesiva dentinaria a la microtracción de dientes primarios de los sistemas adhesivos según tratamiento con Clorhexidina.	40
Gráfico 2.	Frecuencia de modos de falla de los sistemas adhesivos según tratamiento con Clorhexidina.	41

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIMBOLOS

BisGMA	:	Bisfenilglicidildimetacrilato
10-MDP	:	10-metacriloildecilo dihidrógeno fosfato
CHX	:	Clorhexidina
MMPs	:	Metaloproteinasas

RESUMEN

Objetivo: Evaluar *in vitro* el efecto de la clorhexidina al 2% sobre la resistencia adhesiva dentinaria a la microtracción en dientes primarios utilizando dos sistemas adhesivos: Adper Single Bond 2® y Single Bond Universal® - técnica autoacondicionante. **Materiales y Métodos:** Se asignaron aleatoriamente bloques dentales de superficies planas de dentina de 20 molares primarios a 4 grupos experimentales de acuerdo con el sistema adhesivo y tratamiento con clorhexidina (sin tratamiento o 30 segundos de aplicación de solución de Clorhexidina al 2%). Los sistemas adhesivos se aplicaron de acuerdo a las instrucciones del fabricante, seguido de la aplicación de la resina compuesta Filtek Z350 (3M ESPE). Después de 24 horas de almacenamiento en agua destilada a 37° C, se prepararon especímenes con una zona de sección transversal de 1 mm² ($\pm$ 0.1 mm²) para realizar la prueba de microtracción. Para evaluar el modo de fractura se utilizó un estereomicroscopio a 40X. **Resultados:** El tratamiento con Clorhexidina al 2% no presentó diferencia estadísticamente significativa en la resistencia adhesiva dentinaria a la microtracción para el grupo de Adper Single Bond 2® y Single Bond Universal® ($p>0,05$). Sin embargo, se encontró que el sistema adhesivo si presenta diferencia estadísticamente significativa, observándose que el Adper Single Bond 2® obtuvo valores superiores. Se observó predominio de falla mixta para todos los grupos. **Conclusión:** El tratamiento con Clorhexidina no influyó en la resistencia adhesiva dentinaria a la microtraccion en dientes primarios.

PALABRAS CLAVES: Clorhexidina, adhesivos, diente primario.

ABSTRACT

Aim: The aim of this *in vitro* was to evaluate the effect of 2% chlorhexidine digluconate on microtensile bond strength of two adhesive systems: Adper Single Bond 2® and Single Bond Universal® - self etch to primary dentin. **Materials and Methods:** Flat dentin surfaces from 20 primary molars were randomly assigned to 4 experimental groups according to adhesive systems and chlorhexidine treatment (no treatment or 30 second application of 2% Chlorhexidine solution). The bonding systems were applied according to manufacturer's instructions followed by resin composite application (Filtek Z350). After 24 h of water storage, a cross-section area of specimens measuring 1 mm² ($\pm$ 0.1 mm²) were prepared for being tested under microtensile test. Failure mode was evaluated using a stereomicroscope at 40X. **Results:** Treatment with 2% Chlorhexidine was not statistically significantly different in microtensile bond strength to dentin when compared Adper Single Bond 2® with Single Bond Universal® ($p > 0.05$). However, it was found that adhesive systems show statistically significantly difference, being Adper Single Bond 2® the one with higher values. Predominance of adhesive/mixed failures were observed for all groups. **Conclusion:** Chlorhexidine did not influence the microtensile bond strength to dentin of primary teeth.

KEYWORDS: Chlorhexidine, adhesives, primary teeth.

I. INTRODUCCIÓN

En odontología pediátrica es común observar la caries dental como un proceso rápidamente destructivo del diente. Para limitar la progresión de la enfermedad se lleva a cabo el tratamiento restaurador por la interacción entre la estructura dentaria y el material de restauración, mediante el uso de un sistema adhesivo, permitiendo que funcionen como unidad.¹

La odontología moderna adhesiva ha ido evolucionando ofreciendo avances significativos como preservar los tejidos duros y hacer posible una restauración eficiente permitiendo una óptima retención, mínima microfiltración y longevidad clínica de la restauración.²

Considerando las diferencias en los criterios de los profesionales con respecto a la selección del sistema adhesivo y el número de pasos, los adhesivos universales son la última innovación comercial dada por los fabricantes de materiales dentales. Estos adhesivos multimodales pueden emplearse con la técnica de grabado total, técnica autoacondicionante o modo de grabado selectivo al esmalte, dependiendo de la preferencia del clínico.³

Un importante requisito para conseguir tratamientos exitosos es la durabilidad de la adhesión de los materiales restauradores al tejido dentario. Sin embargo, la interfaz adhesiva, formada entre los sistemas adhesivos y la dentina, sufre procesos de degradación tanto por hidrólisis del sistema adhesivo como de las fibras colágenas afectando la longevidad clínica de las restauraciones adhesivas.⁴ Las fibras colágenas

son degradadas por enzimas proteolíticas endógenas que se encuentran en la dentina llamadas Metaloproteinasas.⁵

La clorhexidina al 2% es un agente con capacidad de inhibir la actividad proteolítica de las Metaloproteinasas, razón por la cual se incorpora al protocolo de aplicación de los sistemas adhesivos.⁶ Aunque estudios realizados demuestran que el uso de la clorhexidina al 2% no afecta la resistencia adhesiva.^{7,8} Existen investigaciones en donde los resultados mostraron efectos adversos en la resistencia adhesiva.^{9,10}

Por otro lado, la dentina de dientes primarios y la de permanentes son substratos morfológicos y químicamente diferentes, logrando influir en el rendimiento del sistema adhesivo.¹¹

El propósito del presente estudio fue evaluar el efecto de la clorhexidina al 2% sobre la resistencia adhesiva dentinaria a la microtracción en dientes primarios utilizando dos sistemas adhesivos.

II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

II.1. Planteamiento del problema

La búsqueda de un material restaurador adhesivo ideal para las estructuras dentarias se refleja en la constante introducción de nuevos productos al mercado odontológico. Los sistemas adhesivos han ido evolucionando para poder simplificar los procedimientos clínicos, reducir el tiempo operatorio y reducir al mínimo los errores del procedimiento.²

Estos materiales se pueden clasificar en dos categorías principales: basados en la técnica de grabado ácido total que requiere el uso del ácido fosfórico previo a la aplicación del sistema adhesivo y los sistemas autoacondicionantes que no requieren un paso separado de grabado ácido debido a que combinan la etapa de grabado con la aplicación de un *primer* ácido.¹²

Considerando las diferencias en los criterios de los profesionales para la selección del sistema adhesivo y el número de pasos clínicos, algunos fabricantes de materiales dentales han lanzado sistemas adhesivos más versátiles que se pueden utilizar con la técnica de grabado ácido total o autoacondicionante. Estos nuevos materiales son llamados adhesivos universales, multiusos o multi-modo y existe poca información en la literatura sobre el rendimiento de esta nueva clase de adhesivos. Por lo tanto, se necesitan estudios para respaldar el uso de estos nuevos adhesivos evaluándolo en sus diferentes estrategias de adhesión.³

La resistencia adhesiva a la microtracción a dentina es un importante indicador de la efectividad de un sistema adhesivo. La evaluación en el laboratorio es importante para un

análisis previo del sistema adhesivo, para que en un corto espacio de tiempo se puedan evaluar los materiales, corregir deficiencias e implementar mejoras.¹¹

La longevidad de la adhesión de los materiales restauradores al tejido dentario es un importante requisito para conseguir tratamientos exitosos. Sin embargo, la interfaz adhesiva formada entre los sistemas adhesivos y la dentina, sufre procesos de degradación tanto por hidrólisis del sistema adhesivo como de las fibras colágenas afectando la longevidad clínica de las restauraciones adhesivas. Las fibras colágenas son degradadas por enzimas proteolíticas endógenas que se encuentran en la dentina llamadas metaloproteinasas.⁴ La clorhexidina al 2% es un agente con capacidad de inhibir la actividad proteolítica de las metaloproteinasas, razón por la cual se incorpora al protocolo de aplicación de sistemas adhesivos.⁶

Ante esta situación se plantea la siguiente pregunta: ¿Cuál es el efecto de la clorhexidina al 2% sobre la resistencia adhesiva dentinaria a la microtracción en dientes primarios utilizando dos sistemas adhesivos?

II.2. Justificación

Este estudio es importante porque tiene un valor teórico, que permitirá determinar el efecto de la clorhexidina al 2% sobre la resistencia adhesiva dentinaria en dientes primarios utilizando un sistema adhesivo universal que servirá para llenar vacío de información que existe sobre el tema y como precedente para futuras investigaciones.

Además, la investigación tiene importancia clínica porque si la aplicación de Clorhexidina al 2% no afecta la resistencia adhesiva dentinaria en dientes primarios nos ayudará a

promover el uso de esta sustancia logrando un tratamiento óptimo donde nuestros pacientes sean los beneficiados con restauraciones adhesivas exitosas con mayor longevidad y evitando la microfiltración en el tratamiento restaurador.

III. MARCO TEÓRICO

III.1. Adhesión a dentina

La caries de la infancia temprana consiste en una forma de caries dental que afecta a los dientes primarios en niños menores de seis años de edad, puede presentarse la lesión de caries en un solo diente hasta múltiples lesiones de caries que afectan a todos los dientes. Los dientes primarios en los niños pequeños son vitales para el adecuado desarrollo de los dientes permanentes y se debe hacer todo lo posible para retener estos dientes hasta su exfoliación fisiológica.¹

Los materiales restauradores del color del diente son ampliamente utilizados en odontología pediátrica para la restauración de los dientes primarios cariados, las resinas compuestas han ido ganando popularidad en las últimas décadas por su mejor estética, durabilidad e intervención mínima requerida. Sin embargo, los compuestos de resina requieren el uso de un sistema adhesivo para lograr un enlace micro-mecánico a la estructura dental.¹³

Se requiere una adhesión efectiva a esmalte y a dentina para evitar la microfiltración y la penetración bacteriana que puede promover la caries secundaria y la sensibilidad postoperatoria.¹¹

El descubrimiento de los mecanismos elementales de la adhesión a esmalte y dentina se remontan a las investigaciones de Buonocore y Nakabayashi. El principio fundamental de adhesión al tejido dental se basa en un proceso de intercambio, el material inorgánico se intercambia por resina sintética. Este proceso implica dos fases: la primera consiste en eliminar el fosfato de calcio dejando microporosidades expuestas tanto en el esmalte como

en la dentina y la otra fase llamada hibridación implica la infiltración y la polimerización *in situ* posteriormente de la resina dentro de la superficie microporosa creada.^{4, 14}

A diferencia de la adhesión a esmalte que se obtiene con facilidad, la adhesión a dentina es un desafío, debido a sus características biológicas. La dentina presenta alto contenido orgánico de origen ectomesenquimático, estructura tubular con presencia de procesos odontoblasticos, estado húmedo continuo debido a la presencia de fluido dentinario, presión intratubular y permeabilidad. Aunque el esmalte es un tejido altamente mineralizado compuesto por más del 90% de hidroxiapatita, la dentina contiene proporción sustancial de agua (12%) y material orgánico (18%) principalmente el colágeno tipo 1.¹¹

La dentina es un tejido intrínsecamente hidratado penetrado por una masa de túbulos dentinarios de 1 a 2,5 μm de diámetro llenos de líquido, la dentina intertubular contiene fibras de colágeno y la dentina peritubular es la formada entre el proceso odontoblasto y la dentina intertubular. El número de túbulos disminuye desde aproximadamente 45000/ mm^2 cerca de la pulpa hasta aproximadamente 20000 / mm^2 cerca de la unión dentino-esmalte.⁴

La mayoría de los protocolos de adhesión en la dentina requiere un grabado ácido que remueve el barro dentinario causado por la preparación mecánica de la cavidad, causando una desmineralización de 3-5 μm aproximadamente en la superficie dentinaria.¹⁴ Esto da lugar a fibras de colágeno expuestas que están casi completamente descubiertas de hidroxiapatita y forma una red micro-retentiva para el enclavamiento micro mecánico de los monómeros. Este enclavamiento se describió por primera vez por Nakabayashi,

Kojima y Masuhara en 1982 y se denomina capa híbrida⁴ o zona de interdifusión.²

La capa híbrida es una estructura compuesta de fibras de colágeno tipo I y proteoglicanos envueltos por una cadena polimérica. La capa híbrida ideal se caracteriza como una red tridimensional de polímero / colágeno que proporciona un enlace continuo y se establece entre el adhesivo y el sustrato de dentina.¹⁵

Para lograr una adhesión duradera, la filtración de resina en las fibras de colágeno expuestas debe ser lo más completa posible. Al mismo tiempo de la hibridación, los *tags* de resina (adhesivo que penetra a modo de clavos en la dentina) sellan los túbulos dentinarios expuestos y ofrecen retención adicional a través de la hibridación de la pared del orificio del túbulo. Los cuellos de los *tags* de la resina en la parte superior de los orificios de los túbulos son de 5-10 μm y se cree que contribuyen a una mayor eficacia en la adhesión.⁴

Por otro lado, estudios que comparan la resistencia adhesiva de la dentina de los dientes primarios y permanentes son contradictorios, posiblemente causa sea las diferencias en la composición y microestructura entre ambas denticiones.^{7, 15}

Los tejidos dentales de los dientes primarios tienen un espesor y un contenido de minerales menor en comparación con los permanentes.¹⁶ La dentina de los dientes primarios presentan mayor contenido orgánico y de agua. Además, la concentración de calcio y fósforo es menor en la dentina intertubular y peritubular de los dientes primarios debido a un menor grosor y una cámara pulpar relativamente grande. Microestructuralmente, la densidad de los túbulos es superior en la dentina primaria y el área de la dentina intertubular es reducida.¹⁵

Shashikiran *et al.*¹⁷ reportaron una mayor reactividad química de la dentina primaria al grabado con ácido fosfórico al 10%, lo cual parece estar relacionado con el menor grado de mineralización. Aconsejando una reducción en el tiempo del grabado para crear un substrato dentinario para la adhesión similar al que se obtiene en la dentición permanente. Lenzi *et al.*¹⁸ señalaron que el tiempo de acondicionado prolongado tiende a producir una desmineralización más profunda en la dentina y una zona que contiene fibras de colágeno expuestas, más propensa a sufrir degradación de la interfaz adhesiva a lo largo del tiempo. Nor *et al.*¹⁹ realizaron un estudio comparativo entre la capa híbrida en la dentina primaria y permanente utilizando diez molares primarios y permanentes erupcionados sin caries. Los resultados de la evaluación microscópica mostraron que la capa híbrida que se formó tanto en la dentina primaria como en la permanente presentaba la misma composición, pero el espesor fue 25% -30% más grueso en la dentina primaria. Consecuentemente una incompleta infiltración de los monómeros en la dentina desmineralizada creando una zona más propensa a la degradación de la interfaz adhesiva. Sin embargo, Lenzi *et al.*¹⁸ refirieron que no existe una relación directa entre la resistencia adhesiva y el espesor de la capa híbrida.

Garcia-Godoy²⁰ menciona que una restauración de resina en dientes permanentes será retenida con éxito cuando la adhesión a esmalte funcione adecuadamente y la adhesión a dentina es necesaria para un buen sellado interno y para la reducción de la hipersensibilidad postoperatoria. Lo contrario es en dientes primarios donde el área de adhesión en la dentina es considerablemente mayor y tiene un impacto significativo en la retención de la restauración.

Las diferencias en la composición y microestructura entre ambas denticiones implican que actúen de modo diferente en los procesos de adhesión y posiblemente sea la causa de que numerosos estudios comparativos entre la dentición permanente y primaria obtengan valores de resistencia adhesiva inferiores.^{7, 16}

III.2. Sistemas Adhesivos

Los sistemas adhesivos multipasos originales han sido reemplazados gradualmente por uno simplificado y más fácil de usar.⁴ Se ha observado que la simplificación de los sistemas adhesivos no hace necesariamente una mejor adhesión, pero la simplificación reduce el número de etapas, el tiempo de aplicación y los defectos en la aplicación.¹¹ Para la odontología pediátrica, es particularmente significativo porque simplifican el protocolo de adhesión, reduce el tiempo operatorio y hace la técnica menos sensible.¹⁶

Los sistemas adhesivos, basado en el enfoque clínico, se clasifican primordialmente en la estrategia o mecanismo de adhesión utilizado y el número de pasos clínicos para su aplicación: sistemas adhesivos de grabado – lavado (*etch and rinse*), sistemas adhesivos autoacondicionante (*self etch*) y sistemas auto adhesivos o ionoméricos (*self adhesion*).¹²

Los sistemas adhesivos de grabado – lavado es un procedimiento de aplicación de tres pasos. Emplean la técnica de grabado total, utilizando acondicionamiento con ácido fosfórico (35% - 40%) al esmalte y a la dentina seguido del enjuague, removiendo completamente la capa de barro dentinario. Luego se aplica el *primer*; monómeros de resina anfifílica funcional a los sustratos dentales para hacerlos capaces de recibir una mezcla de monómeros de resina relativamente más hidrofóba.²¹ Una vez terminada la

imprimación se aplica el adhesivo que deberá rellenar todas las irregularidades creadas por el agente acondicionador y sellar todos los túbulos dentinarios que fueron abiertos previamente por el ácido.⁴ Los sistemas adhesivos de grabado ácido total están disponibles el *primer* y el adhesivo en diferentes frascos (multifrascos) o combina el *primer* y el adhesivo en una aplicación (mono frasco).¹²

El primer obstáculo de esta técnica adhesiva es el colapso de las fibras colágenas que se presenta si la dentina desmineralizada llega a desecarse, quedando carente del agua que le provee soporte a la red de colágeno. El segundo inconveniente está dado por la diferencia entre la profundidad de desmineralización ocasionada por el ácido y la capacidad de penetración del adhesivo.⁴

De Munck *et al.*¹² y Manuja *et al.*⁴ señalaron que el sistema adhesivo de grabado ácido total de tres pasos sigue siendo el "*gold standard*" en términos de durabilidad. Además, refieren que cualquier tipo de simplificación en el procedimiento de aplicación clínica resulta una pérdida de eficacia de adhesión.

Lenzi *et al.*¹⁵ señalaron que el sistema adhesivo de grabado - lavado es la mejor opción para restaurar los dientes primarios, siendo necesarios más ensayos clínicos con seguimiento más prolongado para proporcionar la tasa de éxito en comparación con los sistemas autoacondicionantes.

Los sistemas adhesivos autoacondicionantes se basan en el uso de monómeros ligeramente ácidos desmineralizando parcialmente la capa del barro dentinario y la dentina intacta subyacente, incorporando la capa de barro desmineralizada y utilizándolo como sustrato de adhesión. Los *tags* de resinas que se logran obtener con el uso de estos sistemas adhesivos son más cortos y de menor diámetro que los obtenidos con los sistemas

de grabado ácido total y las fibras de colágeno no son totalmente desprovistas de la hidroxiapatita.¹⁴ Este enfoque elimina la fase de lavado, que no solo disminuye el tiempo de aplicación clínica sino reduce significativamente la sensibilidad de la técnica o el riesgo de cometer errores durante la aplicación.¹²

Los sistemas adhesivos autoacondicionantes se han clasificado como adhesivos de dos pasos y un paso. Los adhesivos autoacondicionantes comunes comprenden dos etapas de aplicación, el *primer* autoacondicionante seguido por una resina adhesiva. El sistema autoacondicionante de un paso incorpora todos los componentes en un solo frasco (grabador, *primer* y resina adhesiva).¹⁴

Estos adhesivos de un solo paso son extremadamente hidrófilos ya que contienen altas concentraciones de monómeros iónicos e hidrófilos. Además de eso, se añade una gran cantidad de agua a estas soluciones adhesivas debido a que es necesario para disociar los monómeros de metacrilato ácido débil para la permeabilización de la capa de barro dentinario y la dentina mineralizada subyacente. Es difícil evaporar el agua de estos adhesivos en una sola etapa, e incluso si la evaporación es exitosa, el agua se difundirá rápidamente hacia atrás de la dentina unida a la resina adhesiva.⁴

Los adhesivos autoacondicionantes también se han clasificado de acuerdo a su agresividad de los monómeros: ultra-suave ($\text{pH} \geq 2,5$), suave ($\text{PH} = 2$), intermedio ($\text{pH} = 1,5$) y fuerte ($\text{pH} = 1$).⁴ Cabe destacar que esta diferencia en el pH influye directamente en la capacidad de desmineralización del sistema adhesivo, es decir, a menor pH mayor será la capacidad de desmineralización.²²

El pH de los sistemas autoacondicionantes debe ser suficientemente bajo para eliminar la capa del barro dentinario, pero también debe ser lo suficientemente alto para no provocar

una desmineralización excesiva del sustrato dentinario. Se ha sugerido que los sistemas autoacondicionantes pueden ser más adecuados para los dientes primarios debido a su ataque menos agresivo de la dentina primaria menos mineralizada.¹⁵

Uekusa *et al.*¹⁶ reportaron que los sistemas autoacondicionantes de un solo paso son capaces de producir adhesión a dentina primaria confiable. Marquezan *et al.*² señalaron que los sistemas adhesivos autoacondicionantes pueden lograr valores de resistencia adhesivas óptimos en dentina primaria al compararlo con adhesivos de grabado – lavado. Donmez *et al.*²³ señalaron que la mejor adaptación marginal fue encontrado en restauraciones compuestas con sistemas adhesivos de grabado ácido total que con adhesivos autoacondicionantes.

Considerando las diferencias en los criterios de profesionales con respecto a la selección del sistema adhesivo y el número de pasos, los adhesivos universales son la última innovación comercial dada por los fabricantes de materiales dentales.³ Estos adhesivos multimodales pueden usarse en modo de grabado ácido total, modo autoacondicionante o modo de grabado selectivo, dependiendo de la preferencia del clínico. También pueden utilizarse para la adhesión de restauraciones de resina compuesta indirecta. Algunos de estos adhesivos también incorporan componentes monoméricos que les permiten unirse a cerámica basados en zirconia y sílice.²⁴

Los adhesivos universales o multimodales están diseñados bajo el concepto de "todo-en-uno" de los adhesivos autograbadores ya existentes, pero también incorporan la versatilidad de ser adaptables a la situación clínica. Un adhesivo que se puede aplicar en ambos enfoques de adhesión permite al odontólogo decidir un protocolo adhesivo específico que sea más adecuado para la cavidad que se está preparando.²⁵

Rosa et al.³ realizaron una revisión sistemática para determinar que enfoque de adhesión: grabado - lavado o autoacondicionante es el mejor protocolo para la adhesión a dentina y esmalte por los adhesivos universales. Concluyó que la literatura in vitro sugiere que la resistencia adhesiva en esmalte se mejora con grabado ácido previo, sin embargo, este efecto no fue evidente para la dentina con el uso de adhesivos universales suaves.

Algunos fabricantes han incorporado 10-metacriloildecilo dihidrogeno fosfato (10-MDP) en los adhesivos autoacondicionantes como un medio de unión química a la apatita a través de nanotransferencia de sales de 10-MDP- calcio. Además, la deposición estable de sales de 10-MDP- calcio junto con nanopartículas puede explicar la alta estabilidad de adhesión que ha sido previamente probada en laboratorio.²⁶

Aunque estudios recientes informaron de que los adhesivos universales aplicados con el método de grabado ácido total y autoacondicionante producen una excelente resistencia adhesiva inmediata a varios sustratos dentales, se dispone de información limitada sobre la durabilidad de la adhesión producidos por estos adhesivos en la dentina.²⁴

Muñoz *et al.*²⁶ indicaron que esta nueva categoría de adhesivos universales que se utilizó en la dentina con grabado ácido total o autoacondicionante fueron inferiores en una de las propiedades evaluadas (resistencia adhesiva a la microtracción o nanofiltración) en comparación con los adhesivos de control (Adper Single Bond 2, Clearfill SE Bond).

Lenzi *et al.*²⁷ evaluaron el desarrollo de un adhesivo universal (Scotchbond Universal 3M) en dentina primaria sana y caries – afectada en las diferentes estrategias adhesivas. Encontró que comparando con todos los grupos, el enfoque autoacondicionante presentó menor valor de la resistencia adhesiva a la microtracción y mayor absorción de nitrato de plata en la capa híbrida.

Zhang *et al.*²⁴ realizaron un estudio *in vitro* de 12 meses de envejecimiento en agua de cinco adhesivos universales (All-Bond Universal, Clearfil Universal Bond, Futurabond U, Prime&Bond Elect y Scotchbond Universal). Resistencia adhesiva a la microtracción y microscopia electrónica de transmisión de la interfaz adhesiva fue examinada a las 24 horas y 12 meses después. La adhesión creada por los cinco adhesivos universales en el enfoque autoacondicionante fue más resistente y duradero que los creados en el enfoque de grabado ácido total. Sin embargo, a excepción de la adhesión creada por Scotchbond Universal y Prime & Bond Elect en el modo autoacondicionante, los enlaces creados por los adhesivos universales son efímeros y son incapaces de desafiar el envejecimiento.

Para verificar las mejoras de los sistemas adhesivos, son indispensables métodos analíticos e *in vitro* confiables, reproducibles y concluyentes.¹⁴ Aunque los ensayos clínicos proporcionan mayor evidencia científica, los estudios de laboratorio se han utilizado como evidencia alternativa en la selección de mayor estrategia adhesiva. Se ha demostrado una correlación entre resistencia de adhesión de laboratorio y resultados clínicos.¹⁵

Se han propuesto y estandarizado una serie de procedimientos para evaluar el rendimiento de adhesivos industriales basados en poliuretanos o cianoacrilatos. Con algunas excepciones, la mayoría de estos ensayos de adherencia adhesiva de larga duración se dividen en tres categorías: tracción, cizallamiento y pelado. El rendimiento de los sistemas adhesivos de esmalte y dentina se investiga predominantemente a través de la resistencia adhesiva por cizallamiento o tracción.¹⁴

Sin embargo, se han criticado las pruebas convencionales de cizallamiento y tracción por

el uso de superficies relativamente grandes, sobre las cuales es probable que la distribución de tensiones sea desigual en relación con la densidad de fallas intrínsecas, posiblemente aumentado la tracción.^{15, 28}

El método de resistencia adhesiva a la microtracción (μ TBS) ha sido científicamente aceptado y es la prueba más utilizada para medir la resistencia adhesiva a dentina ya que ofrece una distribución de tensiones más uniforme.¹⁴

Desde su introducción por Sano, el método de microtracción (μ TBS) permitió evaluar la resistencia adhesiva en áreas de superficie por debajo de 2 mm².²⁸ El método de microtracción presenta mayores fallas adhesivas y menos cohesivas, resistencia adhesiva inicial más alta, permite prueba en superficies irregulares y muy pequeñas y facilita el examen en microscopia electrónica de barrido de las fallas adhesivas.¹⁴

Uekusa *et al.*¹⁶ señalaron que el test de microtracción es considerado ventajoso en los casos que los dientes son difíciles de obtener. Cada espécimen se interpreta como unidad experimental, independientemente si se obtiene del mismo o diferente diente.

III.3. Clorhexidina en odontología restauradora

Existe una tendencia a utilizar el abordaje de la odontología mínimamente invasiva para promover la preservación de la estructura dental con técnicas conservadoras en un esfuerzo por evitar daños al complejo de la pulpa dental. Actualmente se recomienda la extracción incompleta de dentina afectada, especialmente en situaciones clínicas de lesiones cariosas profundas.²⁹

Sin embargo, durante la preparación de la cavidad, los microorganismos cariogénicos puedan permanecer en la capa de barrillo y túbulos de la dentina. Brannstrom, indica que

las bacterias residuales pueden proliferar en el barro dentinario, incluso en la presencia de un buen sellado.⁹ Esto puede conducir a la formación de caries secundarias, daños a la pulpa y conducir al fracaso de la restauración.^{9, 30}

Para prevenir una recurrencia de la caries y mejorar su longevidad, se ha recomendado la desinfección de la cavidad antes de los procedimientos restauradores y agregar agentes antibacterianos en materiales restauradores.⁹

Los efectos antibacterianos de los sistemas adhesivos se discuten en términos de desinfección de la cavidad así como inactivación de bacterias que podrían invadir la interfaz adhesiva debido a microfiltración.³⁰ Los sistemas autograbadores contienen monómeros ácidos con pH menor en su formulación pueden tener efecto antibacteriano, sin embargo, este efecto se limita a 24 o 48 h.²⁹ La relevancia clínica del uso de antibacterianos serían un beneficio directo para el paciente y un beneficio indirecto para los sistemas de salud, produciendo una disminución en la tasa de reparación y/o reemplazo de restauraciones.³⁰

La clorhexidina (CHX) ha sido ampliamente utilizado como desinfectante cavitario antes de la aplicación de los materiales restauradores debido a su capacidad para reducir significativamente los niveles de microorganismos orales en un corto período de tiempo, incluyendo *S. Mutans* presente en los túbulos dentinarios.⁸ La CHX es una bisbiguanida catiónica, ampliamente conocida como agente antimicrobiano en la salud, el mecanismo de acción de la clorhexidina se produce debido a las interacciones entre su molécula catiónica y la carga negativa de la pared celular bacteriana, alterando el equilibrio osmótico del microorganismo y promoviendo la muerte celular.³¹

Además, se ha informado de que CHX es capaz de inhibir la actividad colagenolítica de las metaloproteinasas (MMPs), responsables de la degradación de las fibras colágenas de la interfaz adhesiva entre el sistema adhesivo y la dentina.³²

El mecanismo exacto responsable de la degradación de la interfaz adhesiva todavía no se entiende completamente. Sin embargo, parece que la biodegradación implica la extracción de las resinas que se infiltraron en la matriz dentinaria a través de los espacios nanométrico rellenos de agua dentro de la capa híbrida y el ataque enzimático de las fibras de colágeno expuestas,^{6, 21} incluso cuando las bacterias y sus toxinas no están presentes.³² Asimismo, varias investigaciones de laboratorio informaron reducciones en las resistencias adhesiva de la dentina cuando los especímenes fueron almacenados en agua destilada o saliva artificial por períodos que van desde tres meses hasta 10 años.^{5,6,21}

La incorporación de concentraciones crecientes de monómeros de resina iónica e hidrófila en adhesivos simplificados surge de la necesidad de unirse a sustratos de dentina húmeda. Sin embargo, tales objetivos se llevan a cabo a expensas de la creación de matrices de resina inestables potencialmente permeables que son propensas a la absorción del agua, lixiviación de la resina y la hidrólisis del polímero disminuyendo sus propiedades mecánicas con el tiempo. De esta manera, el uso de adhesivos hidrófilos simplificados podría favorecer a la degradación de la interfaz adhesiva.⁴

Un mecanismo para la degradación de la red fibrilar de colágeno es la actividad colagenolítica de las MMPs. La reactivación de las MMPs puede ocurrir cuando existe un desequilibrio metabólico con la liberación de ácido como en las lesiones cariosas, a través del grabado ácido o el bajo pH de los sistemas adhesivos autograbadores.¹⁰

La MMPs son un grupo de enzimas dependientes del zinc-calcio que presentan la capacidad para degradar los componentes de la matriz extracelular.³³

La dentina humana contiene MMP-2, MMP - 8, MMP - 9 y MMP - 20. Están atrapados dentro de la matriz dentinaria mineralizada durante el desarrollo de los dientes y desempeñan roles estratégicos en el desarrollo de los dientes (organizan la matriz orgánica del diente) y en la caries dentinaria. La mayoría de las MMP se producen como zimógenos latentes (pro-MMPs) y se ha demostrado que los ácidos suaves son capaces de activar las MMPs. Ambos sistemas adhesivos de grabado ácido total y autoacondicionantes tienen una acidez leve, por lo tanto, pueden liberar y activar las MMPs endógenas durante la adhesión a dentina.⁴

Las MMPs activadas pueden hidrolizar lentamente fibras de colágeno desprotegidas en capas híbridas incompletamente infiltradas. Además de la infiltración imperfecta al sustrato de dentina, el agua es otro factor indispensable para la función hidrolítica de las MMPs. Como las MMPs son hidrolasas, la existencia de agua es necesaria para que hidrolicen los enlaces peptídicos en el colágeno.⁴

La clorhexidina (CHX) ha mostrado actividades inhibitorias para MMP-2, MMP-8 y MMP-9 que están presentes en la matriz de dentina humana.^{6, 33} La CHX ha mostrado un efecto de inhibición sobre las MMPs a través de mecanismos quelantes de cationes que secuestran iones metálicos tales como calcio y zinc, que inhiben la activación catalítica de MMPs. A altas concentraciones, CHX ha mostrado un efecto de inhibición a través de la desnaturalización en lugar de quelación.³⁴ Los estudios *in vivo* e *in vitro* han demostrado que la actividad de degradación del colágeno de la dentina puede reducirse aplicando

clorhexidina a la superficie dentinaria después de la aplicación de ácido fosfórico y antes de la aplicación del sistema adhesivo.^{5, 6, 8}

Hebling *et al.*⁵ realizaron un estudio en el que incorporaron clorhexidina al protocolo de aplicación de un adhesivo convencional (3M ESPE, St. Paul, Minn, USA). En este estudio *in vivo* fueron usados dientes primarios cariados contralaterales y después de la remoción del tejido con un detector de caries, el adhesivo fue aplicado en un lado según las instrucciones del fabricante, y en el otro fue aplicada una solución acuosa de digluconato de clorhexidina al 2 % por 30 segundos después del grabado ácido. Después de seis meses de función intraoral, los dientes fueron extraídos y fue demostrado en Microscopía Electrónica de Transmisión que los dientes tratados con CHX exhibían una región adhesiva con integridad estructural normal de la red colágena, mientras que los dientes no tratados con clorhexidina presentaron desintegración progresiva de la red de fibras colágenas, hasta el punto que no fueron detectadas.

Carrilho *et al.*⁶ relacionaron la degradación observada en la capa híbrida con la disminución de la resistencia adhesiva a la microtracción. Usaron terceros molares libres de caries divididos en grupos control (sin clorhexidina) y experimental (con clorhexidina 2% colocado por 60 segundos), empleando un adhesivo de grabado ácido total (3M ESPE, St. Paul, Minn, USA). Los dientes fueron extraídos algunos inmediatamente después de realizada la restauración, y el resto después de 14 meses de función intraoral. Se observó disminución de 35 % en los valores de resistencia adhesiva en el grupo control después de los 14 meses en boca, mientras que en el grupo experimental no hubo reducción. Esto demostró la relación que existe entre las evidencias morfológicas de degradación de fibras colágenas en la interfaz adhesiva y la reducción de la resistencia

adhesiva con el tiempo, confirmando que la clorhexidina puede servir como inhibidor de dicho fenómeno.

Soares *et al.*³⁵ no encontraron diferencia significativa en la resistencia adhesiva a la microtracción en dentina después de aplicar solución de Clorhexidina al 0.12% y 2% por 15 segundos utilizando un sistema adhesivo Adper Single Bond 2. Lenzi *et al.*⁷ reportaron que la solución de CHX al 2% aplicada durante 60 segundos después del grabado de un sistema adhesivo de grabado – lavado no influyó en la resistencia adhesiva a la microtracción inmediata en la dentina sana o afectada por caries de dientes primarios y permanentes. Sin embargo, la condición de la dentina y el tipo de diente influyeron en la resistencia adhesiva, mientras que la adhesión a la dentina afectada por caries fue menor, los dientes primarios mostraron una resistencia adhesiva menor que los permanentes.

Por otro lado, Galafassi *et al.*¹⁰ señalaron que la aplicación de clorhexidina al 2% durante 60 segundos influye negativamente en la resistencia adhesiva a la microtracción. Dionysopoulos³² refiere que en la mayoría de los estudios, el tratamiento de CHX mostró una reducción de la resistencia adhesiva menor que los grupos de control. Además, menciona que otras investigaciones, en particular mayor estudios clínicos, serían necesarios para aclarar el efecto del CHX sobre la longevidad de la interfaz adhesiva.

Con respecto a las otras estrategias de adhesión, los estudios in vitro con adhesivos autoacondicionantes son escasos y aún no otorgan una posición sólida respecto a la acción de la clorhexidina en la degradación de la capa híbrida y la resistencia adhesiva.⁸ Reddy *et al.*³⁶ evaluaron el efecto de la aplicación de clorhexidina al 2% durante 30 segundos, en dentina de molares permanentes utilizando sistemas adhesivos autoacondicionantes de

un solo frasco. Concluyendo que la aplicación de la clorhexidina 2% reduce la resistencia al microcizallamiento y por lo tanto se deben usar con precaución.

La aplicación clínica de CHX al 2% durante 60 segundos a la dentina grabada después de enjuagar el ácido y antes de aplicar el sistema adhesivo a la dentina minimiza la degradación de las MMPs in vivo.³² Leitune *et al.*³³ señalaron que la CHX al 2% en un corto tiempo de aplicación de 30 segundos a la dentina, influye en la degradación de la capa híbrida y afectó positivamente a la resistencia adhesiva *in vitro* a lo largo del tiempo.

IV. OBJETIVOS

IV.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la clorhexidina al 2% sobre la resistencia adhesiva dentinaria a la microtracción en dientes primarios utilizando dos sistemas adhesivos Adper Single Bond 2[®] y Single Bond Universal[®].

IV.2. Objetivos específicos

1. Determinar la resistencia adhesiva dentinaria a la microtracción, en dientes primarios, luego de la aplicación de los sistemas adhesivos Adper Single Bond 2[®] y Single Bond Universal[®].
2. Determinar la resistencia adhesiva dentinaria a la microtracción, en dientes primarios, después de la aplicación de la clorhexidina al 2% y la aplicación de los sistemas adhesivos Adper Single Bond 2[®] y Single Bond Universal[®].
3. Comparar la resistencia adhesiva dentinaria a la microtracción, en dientes primarios, luego de la aplicación de los sistemas adhesivos Adper Single Bond 2[®] y Single Bond Universal[®] antes y después de la aplicación de la clorhexidina al 2%.
4. Determinar el tipo de falla adhesiva a la microtracción, en dientes primarios, luego de la aplicación de los sistemas adhesivos Adper Single Bond 2[®] y Single Bond Universal[®] con la aplicación de Clorhexidina al 2% y sin la aplicación de Clorhexidina al 2%.

v. HIPÓTESIS

El tratamiento con Clorhexidina disminuye la resistencia adhesiva dentinaria a la microtracción en dientes primarios, utilizando los sistemas adhesivos Adper Single Bond 2® y Single Bond Universal®.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

VI.1. Diseño del Estudio

El presente estudio es de tipo experimental *in vitro*.

VI.2. Grupo Experimental

Los especímenes de 1 x 1 mm ($\pm 0,1$ mm) x 10 mm de longitud estuvieron conformados por dentina de dientes primarios, interfaz adhesiva y resina A2 (Filtek Z350, 3M ESPE, St. Paul, Minn, USA)

Para calcular el tamaño de la muestra se realizó un piloto, usando el 10% del tamaño muestral del artículo de Leitune *et al.*³³ Después de realizar el piloto se aplicó la fórmula estadística para comparar dos medias y con ello se determinó el tamaño definitivo del grupo de estudio. Se utilizó 20 especímenes por cada grupo.

Se asignó cuatro grupos:

- Grupo A: Adper Single Bond 2
- Grupo A-1: Clorhexidina 2% y Adper Single Bond 2
- Grupo B: Single Bond Universal - modo autoacondicionante
- Grupo B-1: Clorhexidina 2% y Single Bond Universal - modo autoacondicionante

VI.3. Criterios de selección

Bloques de dentina sin alteración estructural (grieta o fractura).

VI.4. Variables

Variable Independiente

- Sistemas Adhesivos

Definida como conjunto de materiales que nos permiten realizar el procedimiento adhesivo. Operacionalmente se define como materiales empleados para conseguir la adhesión a la dentina.¹²

Variable cualitativa, medida en escala nominal.

Las categorías son:

-Adper Single Bond 2 (3M ESPE, St. Paul, MN, USA)

-Single Bond Universal (3M ESPE, St. Paul, MN, USA)

- Tratamiento con Clorhexidina

Definida como sustancia química utilizada en los procedimientos adhesivos con la finalidad de inhibir la degradación de las fibras colágenas por acción de enzimas proteolíticas endógenas (metaloproteinasas).⁶ Operacionalmente se define como sustancia que se aplica en la superficie dentinaria previo al procedimiento adhesivo.

Variable cualitativa, medida en escala nominal.

Las categorías son:

-Con tratamiento CHX

-Sin tratamiento CHX

Variable Dependiente

- Resistencia adhesiva a la microtracción

Definida como máxima tensión que puede soportar un adhesivo sin separarse en la interfaz resina-dentina al aplicar dos fuerzas en sentido contrario que tienden a aumentar la longitud del cuerpo.¹⁴

Variable cuantitativa, continúa medida en escala de razón.

Esta valorizada en Megapascals (MPa)

Covariable

- Modo de Falla

Definida como el lugar donde se produce la ruptura de la unión adhesiva entre la dentina y la resina compuesta en los especímenes tras la ejecución de la prueba de microtracción.¹¹

Variable cualitativa, medida en escala nominal

Las Categorías son:

-Falla Adhesiva: Falla en la interfaz resina / dentina

-Falla cohesiva en resina: Falla exclusiva dentro de la resina compuesta.

-Falla cohesiva en dentina: Falla exclusiva dentro de dentina.

-Falla mixta: Fallo en la interfaz resina / dentina que incluye el fallo cohesivo de la dentina o resina.

Ver cuadro de operacionalización de variables (ANEXO 1)

VI.5. Técnicas y Procedimientos

Obtención y preparación de las molares primarias

Se recolectó primeras y segundas molares primarias sanas que a la inspección clínica no presentaron alteraciones en la estructura dental. Las molares primarias fueron colocadas inmediatamente en una solución de formol 10% durante 7 días para preservar la hidratación de los tejidos y evitar crecimiento bacteriano. Después se almacena en agua destilada a 4°C, no mayor a 6 meses.³⁷ Se realizó la limpieza de los residuos de tejido periodontal con un raspador SJ 31/32 (Hu-Friedy®, IL, USA), posteriormente se limpió con escobillas de copa Robinson, piedra pómez y agua (proporción 2:1) a baja velocidad.

El diagnóstico de alteraciones en la estructura dental se hizo con el examen visual. Para la evaluación, la superficie oclusal estuvo limpia, seca y bien iluminada (ANEXO 2).

Preparación de la zona radicular

Las molares primarias fueron seccionadas a nivel de la unión cemento- esmalte con un disco de corte diamantado de doble cara activa N° 21 x 0.15 mm (MDT®, ST, ISRAEL) a baja velocidad con irrigación constante con agua destilada. Se retiró el tejido pulpar con una cureta de dentina #57 (Maillefer®, Swiss) y se lavó con agua destilada.

Se realizó el acondicionamiento de la cámara pulpar con un gel de ácido fosfórico al 35% Scotchbonding Etching Gel (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) durante 15 segundos, después se lavó con agua destilada por 10 segundos. Se secó con un papel absorbente durante 3 segundos, logrando una superficie dentinaria visiblemente húmeda. Se aplicó el sistema adhesivo Adper Single Bond 2 (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) siguiendo las indicaciones del fabricante: dos capas consecutivas frotando suavemente contra la superficie dentinaria durante 15 segundos con un microbrocha mediana (Kerr®, CA, USA) completamente saturada y se colocó aire ligeramente por 5 segundos de una jeringa de aire comprimido a una distancia de 5 cm. Después se fotoactivó por 10 segundos con una lámpara de luz LED VALO (Ultradent®, UT, USA) con una intensidad de luz de 1000 mW/cm². Después de realizar el procedimiento adhesivo en la superficie de dentina se construyó un bloque con resina compuesta Filtek Z350 (3M ESPE, USA) de color A2 de 3mm de alto. La resina compuesta fue colocada en incrementos de 2mm con una espátula de resina (Aesculap, Tuttlingen, Alemania); cada incremento fue activado por 20 segundos con una lámpara de luz LED VALO (Ultradent, UT, USA) con una intensidad de luz de 1000 mW/cm². La medida del bloque de resina fue calculada usando un vernier digital. (Mitutoyo® de aproximación 0,01mm, Japón)

En seguidas las molares primarias se asignaron de forma aleatoria a cada uno de los cuatro grupos (ANEXO 3).

El esmalte oclusal de cada molar primaria se lijó con un papel de lija al agua N°. 180 (Asalite, Lima, Perú) bajo irrigación constante con agua destilada para exponer la dentina coronal, con los túbulos dentinarios orientados perpendicularmente a la superficie expuesta. Las superficies de dentina fueron inspeccionadas con el estereomicroscopio

(Leica®, Heerbrugg, Suiza) para asegurar que no queden restos de esmalte y grietas en la superficie.^{8, 31} El estereomicroscopio (Leica®, Heerbrugg, Suiza) fue del Servicio de DAMCIBUM de la facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Se pulió la superficie de dentina manualmente con papel de lija de agua N° 320, 400 y 600 (Asalite, Lima, Perú) por 30 segundos cada uno bajo irrigación con agua destilada con el propósito de formar una capa de barro dentinario uniforme en todas las muestras² (ANEXO 4).

Procedimiento de Adhesión

Grupo A: Adper Single Bond 2

Se realizó el acondicionamiento de la superficie de dentina con un gel de ácido fosfórico al 35% Scotchbonding Etching Gel (3M ESPE, St. Paul, Minn, USA) durante 15 segundos, después se lavó con agua destilada por 10 segundos. Luego se secó con un papel absorbente durante 3 segundos logrando una superficie dentinaria visiblemente húmeda.

Se aplicó el sistema adhesivo Adper Single Bond 2 (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) siguiendo las indicaciones del fabricante: aplicar dos capas consecutivas frotando suavemente contra la superficie dentinaria durante 15 segundos con un microbrocha mediana (Kerr®, CA, USA) completamente saturada y se colocó aire ligeramente por 5 segundos de una jeringa de aire comprimido a una distancia de 5 cm. Después se fotoactivó por 10 segundos con una lámpara de luz LED VALO (Ultradent®, UT, USA) con una intensidad de luz de 1000 mW/cm².

Grupo A-1: Clorhexidina 2% y Adper Single Bond 2

Se realizó el acondicionamiento de la superficie de dentina con un gel de ácido fosfórico al 35% Scotchbonding Etching Gel (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) durante 15 segundos, después se lavó con agua destilada por 15 segundos. Luego se secó con un papel absorbente durante 3 segundos dejando una superficie dentinaria visiblemente húmeda. Posteriormente, con la ayuda de una micropipeta (AxyGen #058120236, Union City, CA) se colocó 1.5 µl de solución acuosa de Clorhexidina al 2% C^{7, 33} (FGM®, SC, Brasil) durante 30 segundos.^{5, 33} Luego se colocó papel absorbente para retirar el exceso de la solución, dejando la superficie dentinaria visiblemente húmeda. A continuación, se aplicó el sistema adhesivo Adper Single Bond 2 (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) siguiendo las indicaciones del fabricante: aplicar dos capas consecutivas frotando suavemente contra la superficie dentinaria durante 15 segundos con un microbrocha mediana (Kerr®, CA, USA) completamente saturada y se colocó aire ligeramente por 5 segundos de una jeringa de aire comprimido a una distancia de 5 cm. Se fotoactivó por 10 segundos con una lámpara de luz LED VALO (Ultradent, UT, USA) con una intensidad de luz de 1000 mW/cm².

Grupo B: Single Bond Universal

Se colocó el sistema adhesivo Single Bond Universal (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) utilizando el modo autoacondicionante, siguiendo las indicaciones del fabricante: aplicar una capa utilizando una microbrocha mediana (Kerr®, CA, USA) completamente saturada con un movimiento de fricción en la superficie dentinaria por 20 segundos. Se

colocó aire ligeramente por 5 segundos de una jeringa de aire comprimido a una distancia de 5 cm. Después se fotopolimerizó por 10 segundos con una lámpara luz LED VALO (Ultradent®, UT, USA) con una intensidad de luz de 1000 mW/cm².

Grupo B-1: Clorhexidina 2% y Single Bond Universal

Con la ayuda de una micropipeta (AxyGen #058120236, Union City, CA) se colocó 1.5 µl de solución acuosa de Clorhexidina al 2% C⁷ (FGM®, SC, Brasil) durante 30 segundos.⁵ Luego se aplicó el sistema adhesivo Single Bond Universal (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) utilizando el modo autoacondicionante, siguiendo las indicaciones del fabricante: : aplicar una capa utilizando una microbrocha mediana (Kerr®, CA, USA) completamente saturada con un movimiento de fricción en la superficie dentinaria por 20 segundos. Se colocó aire ligeramente por 5 segundos de una jeringa de aire comprimido a una distancia de 5 cm. Luego se fotoactivó por 10 segundos con una lámpara de luz LED VALO (Ultradent, UT, USA) con una intensidad de luz de 1000 mW/cm² (ANEXO 5 y 6).

Después de realizar el procedimiento adhesivo en la superficie de dentina se construyó un bloque con resina compuesta Filtek Z350 (3M, USA) de color A2 de 4mm de alto. La resina compuesta fue colocada en incrementos de 2 mm con una espátula (Aesculap, Tuttlingen, Alemania) cada incremento fue activado por 20 segundos con una lámpara de luz LED VALO (Ultradent, UT, USA) con una intensidad de luz de 1000 mW/cm². La medida del bloque de resina fue calculada usando un Vernier digital (Mitutuyo® de aproximación 0,01mm, Japón).

En seguida se colocó en una solución de agua destilada a 37 °C durante 24 horas^{7, 33} en el horno incubadora (Fisher, Scientific Ltd) del laboratorio de micronutrientes de la universidad Peruana Cayetano Heredia (ANEXO 7).

Prueba de resistencia adhesiva a la microtracción

Después de un almacenamiento en agua destilada a 37 °C durante 24 h, cada molar se seccionó con cortes seriados horizontales y verticales con un disco de diamante de baja velocidad N° 40 X 0.3 mm (BesQual, New York, Usa) con irrigación constante con agua destilada, en una máquina de corte (Lima, Perú) para obtener especímenes de 1 x 1 mm ($\pm 0,1$ mm). Previo a la realización de la prueba de microtracción, las medidas de los especímenes fueron calculadas usando un Vernier digital (Mitutuyo® de aproximación 0,01mm, Japón). El área adhesiva se calculó multiplicando el largo por el ancho del espécimen y se anotó en la hoja de recolección de datos.

Cada espécimen fue fijado cuidadosamente en la máquina de microtracción; Micro tensile Tester T-61010 (Bisco, IL, USA) con cianoacrilato (Soldimix, LIM, PER). La máquina de microtracción aplicó una fuerza constante a la velocidad de 0.5 mm/min hasta la fractura del mismo, el proceso se repitió para todos los especímenes (ANEXO 8).

El evaluador entrenado estuvo cegado y analizó los especímenes en una secuencia aleatorizada. La resistencia adhesiva se midió en Kilogramos-Fuerza, los valores obtenidos en Kg se transformaron a Mega Pascales aplicando la fórmula $R = F/A$ con R: resistencia, F: Fuerza y A: área. Los resultados se registrarán en una ficha de recolección de datos (ANEXO 9).

Evaluación del modo de falla

Cada espécimen fracturado fue almacenado en eppendorf (tubo de base cónica de 5 mm) con una solución de agua destilada.

En el Servicio de DAMCIBUM de la facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, los especímenes fracturados se analizaron en un estéreomicroscopio a 40x modelo S8 apo (Leica®, Wetzlar, ALEM) para determinar el tipo de modo de falla. Los tipos de falla fueron clasificados en adhesiva, cohesivos (en dentina o resina) y mixtas (ANEXO 10).

VI.6. Plan de Análisis

Se realizó la interpretación de los resultados del estudio utilizando el análisis estadístico de SPSS versión 20,0. El nivel de significancia que se fijó para este estudio fue de 5% que corresponde a un intervalo de confianza del 95%. Se realizó un análisis univariado que estudió la frecuencia de las variables cualitativas (tratamiento con clorhexidina, sistemas adhesivos y modo de falla) y la variable cuantitativa (resistencia adhesiva a la microtracción). Se determinó si los datos tuvieron una distribución normal, empleando la prueba de Shapiro Wilk. Luego se realizó el análisis bivariado empleando la prueba de t-student para muestras independientes comparando el grupo A y A-1, grupo B y B-1, grupo A y B y el grupo A-1 y B-1.

VI.7. Consideraciones Éticas

Los métodos empleados en este estudio fueron revisados por la Comisión de Investigación y el Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, se solicitó

ser exonerado de revisión debido a que se trató de un experimento *in vitro* y se empleó molares primarias extraídas por indicaciones clínicas ajenas a la investigación.

VII. RESULTADOS

El presente estudio evaluó el efecto de la clorhexidina al 2% sobre la resistencia adhesiva dentinaria a la microtracción en dientes primarios utilizando dos sistemas adhesivos: Adper Single Bond 2® y Single Bond Universal®, en un total de 80 especímenes compuestos por dentina, interfaz adhesiva y resina correspondiendo 20 muestras para cada grupo experimental. Los valores de la resistencia adhesiva obtenidos para cada grupo se observan en la tabla 1, presentando el mayor valor para el grupo de Adper Single Bond 2® sin tratamiento de Clorhexidina ($27.89 \text{ MPa} \pm 2.42$) y el menor valor para el grupo de Single Bond Universal® con tratamiento de Clorhexidina ($18.13 \text{ MPa} \pm 2.03$). Los datos obtenidos de todos los grupos experimentales presentaron una distribución normal según la prueba de Shapiro – Wilk.

En la tabla 2, se encontró que el tratamiento de Clorhexidina al 2% no presenta diferencia estadísticamente significativa en la resistencia adhesiva dentinaria a la microtracción en dientes primarios para el grupo de Adper Single Bond 2® (prueba t de Student, $p=0.19$) y Single Bond Universal® (prueba t de Student, $p=0.69$). Sin embargo, se encontró que el sistema adhesivo si presenta diferencia estadísticamente significativa en la resistencia adhesiva dentinaria a la microtracción en dientes primarios (prueba t de Student, $p=0.001$) observándose que el sistema adhesivo Adper Single Bond 2® obtuvo valores superiores que el sistema adhesivo Single Bond Universal® (tabla 3 y gráfico 1). El gráfico 2, presenta las frecuencias de modos de falla adhesiva para todos los grupos experimentales. La falla mixta fue predominante en todos los grupos.

Tabla 1. Valores de la resistencia adhesiva dentinaria a la microtracción en dientes primarios según sistema adhesivo con o sin tratamiento con Clorhexidina.

Sistema Adhesivo		μ RAM $\bar{X}$	DS	ShaPiro- Wilk
Adper Single Bond 2				
	Con tratamiento CHX	26.73	± 3.02	0.258
	Sin tratamiento CHX	27.89	± 2.42	0.321
Single Bond Universal				
	Con tratamiento CHX	18.13	± 2.03	0.133
	Sin tratamiento CHX	18.36	± 1.61	0.200

Valores expresados en MPa.

CHX; Clorhexidina; μ RAM= Promedio de resistencia adhesiva a la microtracción; DS= Desviación estándar.

Tabla 2. Comparación de la resistencia adhesiva dentinaria a la microtracción en dientes primarios de los sistemas adhesivos según tratamiento con Clorhexidina.

Sistema Adhesivo		μ RAM $\bar{X}$	DS	Prueba T
Adper Single Bond 2	Con tratamiento CHX	26.73 ^a	± 3.02	0.190
	Sin tratamiento CHX	27.89 ^a	± 2.42	
Single Bond Universal	Con tratamiento CHX	18.13 ^b	± 2.03	0.692
	Sin Tratamiento CHX	18.36 ^b	± 1.61	

Valores expresados en MPa.

CHX; Clorhexidina; μ RAM= Promedio de resistencia adhesiva a la microtracción; DS= Desviación estándar; Prueba t-student para muestras independientes ($p > 0.05$).

Grupos marcados con la misma letra no son estadísticamente significativas ($p > 0.05$)

Tabla 3. Comparación de la resistencia adhesiva dentinaria a la microtracción de dientes primarios entre los sistemas adhesivos.

Tratamiento con CHX		μRAM	SD	Prueba T
Con tratamiento CHX				
	Adper Single Bond 2	26.73 ^a	± 3.02	0,001
	Single Bond Universal	18.13 ^b	± 2.03	
Sin tratamiento CHX				
	Adper Single Bond 2	27.89 ^a	± 2.42	0,001
	Single Bond Universal	18.36 ^b	± 1.61	

Valores expresados en MPa.

CHX; Clorhexidina; μ RAM= Promedio de Resistencia adhesiva a la microtracción; DS= Desviación estándar; Prueba t-student para muestras independientes (p<0.05).

Grupos marcados con la misma letra no son estadísticamente significativas (p> 0.05)

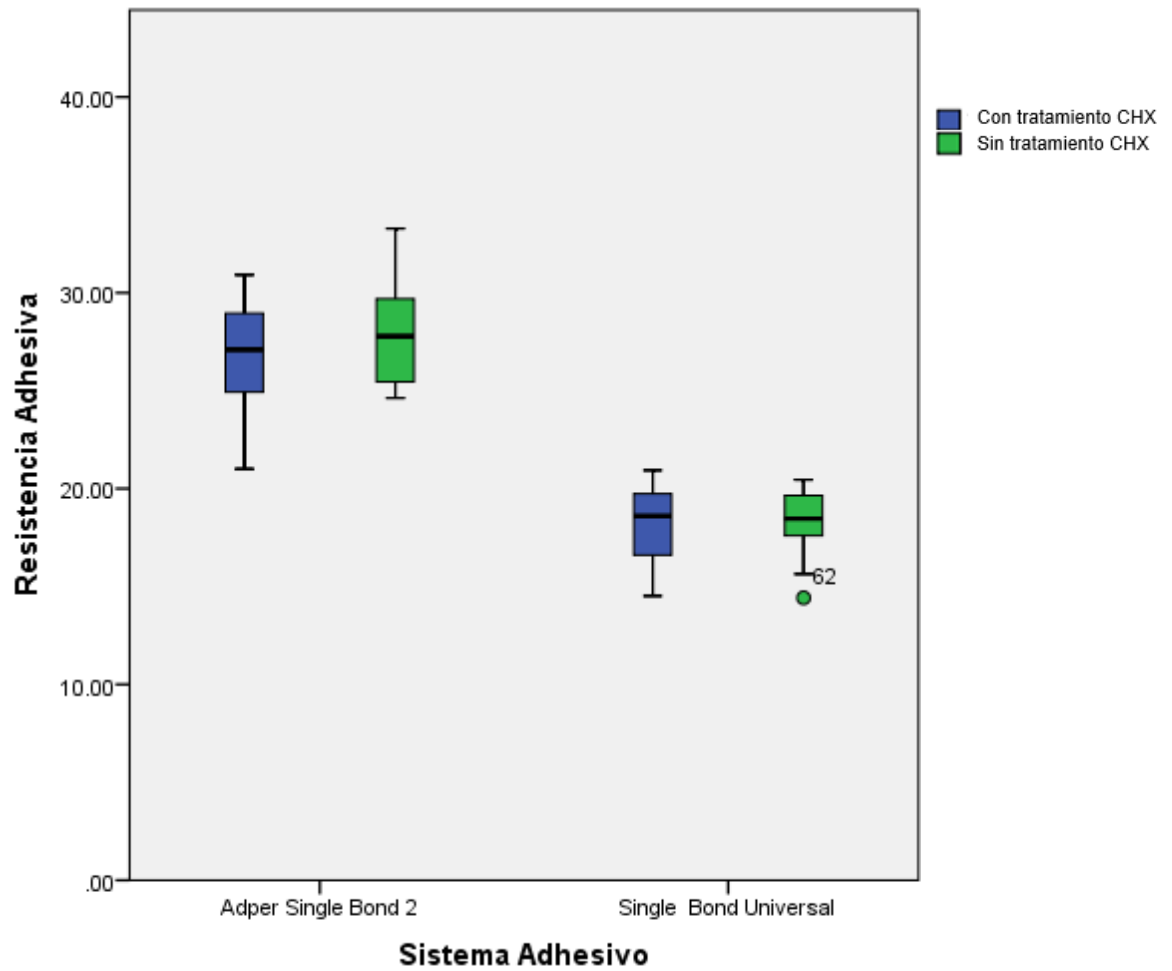


Gráfico 1. Comparación de la resistencia adhesiva dentinaria a la microtracción de dientes primarios de los sistemas adhesivos según tratamiento con Clorhexidina.

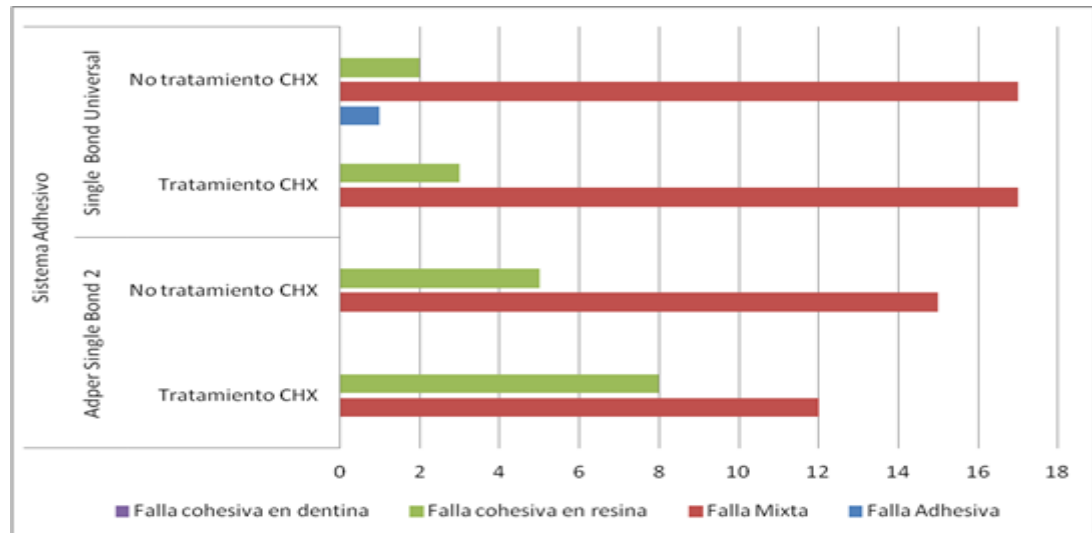


Gráfico 2. Frecuencia de modos de falla de los sistemas adhesivos según tratamiento con Clorhexidina.

VIII. DISCUSIÓN

En los procedimientos de restauración con resina compuesta, el tratamiento con clorhexidina (CHX) como densinfectante cavitario, reduce el potencial de caries recurrente y sensibilidad postoperatoria.⁹ Además, ha demostrado que tiene un efecto inhibidor sobre las metaloproteinasas (MMPs) de la matriz de dentina, reduciendo así la degradación de la interfaz adhesiva.⁴

Para los sistemas adhesivos convencionales, una difusión incompleta de los monómeros resinosos en la dentina acondicionada da como resultado una hibridación incompleta, dejando fibrillas de colágeno expuestas que serían vulnerables a la degradación hidrolítica de la interfaz adhesiva. La actividad de las metaloproteinasas (MMPs) serían responsables de la autodegradación de fibras de colágeno no protegidas en la capa híbrida, incluso en ausencia de bacterias. El uso de clorhexidina inhibe fuertemente la actividad collagenolítica de la dentina.³³

La inhibición de las MMPs está relacionada con el mecanismo de quelación de cationes de la CHX, en el que secuestran iones metálicos tales como calcio y zinc y su interacción con grupos sulfhidrilo presentes en el sitio activo de las MMPs.^{32, 33}

El tratamiento con CHX como un método para rehidratar la dentina acondicionada parece ser un enfoque clínico reconocido para minimizar el efecto de las MMPs a lo largo de la capa desmineralizada de colágeno. La clorhexidina interactúa con las MMPs presentes en las fibras de colágeno y preserva la capa híbrida evitando la pérdida de la resistencia adhesiva en el tiempo.⁵ Sin embargo, la presencia del uso de clorhexidina en la dentina puede interferir con la resistencia adhesiva de los sistemas adhesivos.³²

El presente estudio rechazó la hipótesis de la investigación porque demostró que la aplicación de CHX al 2 %, después del grabado ácido, no afectó a la resistencia adhesiva a la microtracción inmediata para el grupo de Adper Single Bond 2® y Single Bond Universal® ($p > 0,05$). La diferencia entre los dos sistemas adhesivos fue que el Adper Single Bond 2 es un sistema adhesivo de grabado ácido total, mientras que el Single Bond Universal es un sistema adhesivo universal que se utilizó en el modo autoacondicionante.

De acuerdo con los resultados, el tratamiento con Clorhexidina al 2% no presenta diferencia estadísticamente significativa en la resistencia adhesiva dentinaria a la microtracción en dientes primarios para el grupo de Adper Single Bond 2. Presentando el grupo con tratamiento de CHX 26.73 ± 3.02 MPa y el grupo control $27,89 \pm 2.42$ MPa.

Nuestro resultado coincidió con los hallazgos de Lenzi *et al.*⁷ que reportaron que la solución de CHX al 2% aplicada por 60 segundos no influyó en la resistencia adhesiva a la microtracción inmediata en la dentina sana al utilizar un sistema adhesivo de grabado ácido total (Adper Single Bond 2). El grupo con tratamiento de CHX presentó 32.8 ± 3.8 MPa y el grupo sin tratamiento de CHX presentó 30.8 ± 2.2 MPa.

Leitune *et al.*³³ mostraron que la aplicación de la solución de clorhexidina al 2% no afectó en la resistencia adhesiva en dentina primaria sana ($p > 0,05$). El grupo con CHX mostró 22.3 ± 3.66 MPa y el grupo control fue de 22.7 ± 3.69 MPa. Similares resultados fueron observados para dentina de dientes permanentes.^{6,7}

Por otro lado, Galafassi *et al.*¹⁰ señalaron que el tratamiento con CHX al 2% afectó negativamente en la resistencia adhesiva a la microtracción en dentina permanente preparada con láser Er: YAG utilizando el sistema adhesivo Adper Single Bond. El grupo

con CHX mostró 12.1 ± 6.56 MPa y el grupo sin tratamiento fue de 20.1 ± 8.39 MPa. Sin embargo Celik *et al.*⁹ reportaron que la aplicación de la solución de CHX al 2% mejoró los valores de resistencia adhesiva a la microtracción al utilizar un sistema adhesivo de grabado ácido total (Adper Single Bond 2) en dentina de terceros molares permanentes, presentando el grupo control valores de $16.4 \text{ MPa} \pm 5.62$ y el grupo con CHX $23.4 \text{ MPa} \pm 5.1$.

Otro hallazgo en nuestro estudio fue que el tratamiento con CHX al 2% no influyó en la resistencia adhesiva dentinaria a la microtracción en dientes primarios para un sistema adhesivo universal que se utilizó en el modo autoacondicionante. Presentando el grupo con tratamiento de CHX 18.13 ± 2.03 MPa y el grupo control 18.36 ± 1.61 MPa.

Estos resultados coinciden con la investigación de De-Melo *et al.*⁸ que demostraron que la aplicación de clorhexidina no afecta la resistencia adhesiva a la microtracción inmediata de un sistema adhesivo autoacondicionante monofrasco All-Bond (Bisco Inc, Schaumburg, USA) en dentina permanente. Encontrando valores en el grupo control de 19.04 MPa y el grupo con CHX 18.07 MPa. Por otro lado, Celik *et al.*⁹ reportaron que los valores de resistencia adhesiva obtenidos para el sistema adhesivo autoacondicionante Clearfil, Kuraray, Osaka, Japan disminuyeron significativamente después de la aplicación de la solución (grupo control $18.5 \text{ MPa} \pm 6.11$ y el grupo con CHX $14.8 \text{ MPa} \pm 5.29$).

Salz¹⁴ señala que el tratamiento con clorhexidina en concentraciones de hasta el 2% no interfiere con la resistencia adhesiva a la microtracción. En general, los adhesivos de grabado ácido total parecen ser menos sensibles que los sistemas adhesivos autoacondicionantes.

La secuencia de la aplicación de la Clorhexidina puede afectar la resistencia adhesiva. Mientras algunos odontólogos prefieren aplicar la solución después de la preparación de la cavidad, antes del procedimiento adhesivo, otros prefieren aplicar después del acondicionado ácido.⁹

Soares *et al.*³⁵ evaluaron el efecto de la clorhexidina al 0.12% y 2% cuando fue aplicada antes, durante (incorporada en el ácido fosfórico) y después del grabado ácido durante 10 segundos en la resistencia adhesiva a la microtracción en dientes de bovino utilizando el sistema adhesivo Adper Single Bond 2, concluyó que el modo de aplicación de la clorhexidina al 0.12% y 2% no influye estadísticamente. Por otro lado, Chang y Shin³⁸ señalaron que hubo una diferencia significativa en los grupos tratados con clorhexidina al 2 % antes del grabado y no hubo diferencia significativa en los grupos tratados con clorhexidina después del grabado. La secuencia del tratamiento con Clorhexidina en nuestro estudio fue después del grabado ácido durante 30 segundos como fue usado en el estudio in vivo de Hebling *et al.*⁵

Manfro *et al.*³¹ realizaron un estudio para evaluar el efecto de diferentes concentraciones de clorhexidina 0.5% y 2% en la resistencia adhesiva a la microtracción, reportaron que la aplicación de 0.5% y 2% de clorhexidina durante 30 segundos no causó efecto adverso en la resistencia a la microtracción en dentina de dientes primarios. Loguercio *et al.*³⁹ realizaron un estudio para evaluar el efecto de diferentes concentraciones de clorhexidina y tiempos de aplicación para la preservación de la interfase adhesiva. Concluyendo que la aplicación de 0.002% de clorhexidina durante 15 segundos parece ser suficiente para preservar la interfaz adhesiva durante 6 meses.

Los resultados del presente estudio con respecto al efecto de la clorhexidina en la resistencia adhesiva a la microtracción utilizando un sistema adhesivo universal – modo autoacondicionante no se pueden comparar porque no se encontró estudios similares en dentina de dientes primarios.

Los sistemas adhesivos universales se han introducido en el mercado recientemente y son adhesivos más versátiles que le dan al odontólogo la oportunidad de decidir que estrategia adhesiva a utilizar.³ Se pueden utilizar como sistemas de grabado ácido total, autoacondicionante y de grabado selectivo. Algunos de estos adhesivos también incorporan componentes monoméricos que les permiten unirse a cerámica basada en zirconia y sílice.²⁴

Estos sistemas adhesivos puede ser una alternativa para restauraciones de resina en dientes primarios debido a sus múltiples modos de aplicación, porque se puede elegir el modo adecuado dependiendo de la cavidad preparada, el comportamiento del niño y la habilidad del operador. Por ejemplo, el modo de grabado ácido total es apropiado para una cavidad con suficiente esmalte restante y un paciente cooperativo, Mientras que el modo autoacondicionante debe ser usado con pacientes no receptivos para reducir el tiempo clínico en el sillón dental.¹³

La introducción de un adhesivo nuevo requiere su evaluación clínica y de laboratorio. La resistencia adhesiva determinada por el laboratorio se utiliza comúnmente para evaluar un nuevo adhesivo dental.¹⁴ Aunque se ha investigado la resistencia adhesiva de adhesivos universales en la dentina de dientes permanentes^{25, 26} existe escasa información sobre su uso en dientes primarios.¹³

Single Bond Universal (3M) es un sistema adhesivo universal, comercializado en los Estados Unidos y Europa con el nombre de Scotchbond Universal. Se clasifica como un adhesivo autograbador ultra-suave ($\text{pH} = 2,7$), lo que conduce a una capacidad reducida para disolver la capa de barro dentinario y desmineralizar las superficies dentinarias subyacentes.²⁷

Single Bond Universal posee una capacidad intrínseca para unirse químicamente a la dentina y al esmalte. Este sistema adhesivo difiere del Adper Single Bond 2 principalmente por los monómeros fosfatados dimetacrilatos (10-MDP) que proporciona la acidez para su capacidad de autoacondicionante.²⁷

El Single Bond Universal contiene menos 10 MDP que el Clearfil SE Bond. El MDP es un monómero funcional que pueden unirse químicamente a la hidroxiapatita para crear sales de MDPCa que se depositan en la dentina como nanocomponentes autoensamblados que proporcionan mayor resistencia mecánica y estabilidad de adhesión. Además, contiene un copolímero de ácido polialquenoico que se une químicamente al calcio en la hidroxiapatita.¹³ Se utilizó por primera vez en la composición de Vitrebond (3M ESPE) y es conocido como copolímero Vitrebond (PCV). Para los adhesivos de autoacondicionado, el enlace químico entre monómeros carboxílicos (tales como PCV) y la hidroxiapatita juega un papel crucial en su mecanismo de adhesión.²⁴

A pesar de los beneficios de los componentes de este sistema universal, el Single Bond Universal presentó en nuestra investigación valores de resistencia adhesiva dentinaria a la microtracción menor que el Adper Single Bond 2 ($p < 0.001$). Presentando 18.36 MPa

en el grupo de Single Bond Universal® - técnica autoacondicionante y 27.89 MPa en el grupo del Adper Single Bond 2.

Pocos estudios han evaluado la resistencia adhesiva a la microtracción de sistemas adhesivos universales en dentina primaria. Nuestros resultados coinciden con el estudio de Lenzi *et al.*²⁷ que indicaron que el sistema adhesivo de grabado ácido total Adper Single Bond Plus presentó mayor resistencia adhesiva a la microtracción en dentina de dientes primarios (35.0 ± 10.9 Mpa) que el sistema adhesivo universal Scotchbond Universal – técnica autoacondicionante (24.5 ± 6.1 Mpa). Asimismo, Kim *et al.*⁴⁰ encontraron que los valores de resistencia adhesiva a la microtracción inmediata para el grupo de sistemas adhesivos de grabado ácido total eran significativamente más altos que los del grupo de sistemas adhesivos universales – autoacondicionante en dentina primaria.

Muñoz *et al.*²⁶ reportaron similares resultados en dentina permanente, la resistencia adhesiva a la microtracción fue 49.3 ± 4.6 Mpa en el grupo de Adper Single Bond 2 y en el grupo Scotchbond Universal fue 32.4 ± 4.5 Mpa. La menor cantidad de mineralización (calcio) en la dentina primaria puede reducir la probabilidad de que el Copolímero ácido polialquenoico (PAAC) del Single Bond Universal se vincule químicamente al calcio de la Hidroxiapatita esto es probable que explique la mayor resistencia adhesiva en dentina permanente.²⁶

Sin embargo, Thanaratikul *et al.*¹³ reportaron que la resistencia adhesiva del Single Bond Universal no fue afectada por la técnica adhesiva aplicada en dentina primaria. Los mismos resultados se obtuvieron en el estudio de Wagner *et al.*²⁵ en dentina permanente.

Además, Thanaratikul *et al.*¹³ encontraron que el sistema adhesivo universal Single Bond Universal – técnica autoacondicionante presentó mayor resistencia adhesiva al microcizallamiento (25.1 ± 2.4 Mpa) que el Adper Single Bond 2 (19.1 ± 3.4 Mpa) en dentina primaria. También comparó la resistencia adhesiva de Single Bond Universal y Clearfill S3 bond, mostrando que el grupo Clearfill presentó una mayor resistencia adhesiva a la dentina primaria.

Rosa *et al.*³ realizaron una revisión sistemática para determinar cuál es el mejor protocolo para la adhesión a dentina utilizando la técnica de grabado ácido total o autoacondicionante en adhesivos universales. Concluyó que los sistemas adhesivos universales leves no demostraron diferencias en la resistencia adhesiva entre los enfoques de grabado ácido total y autoacondicionante. Refiere que la interacción más superficial de estos materiales con el sustrato de dentina sin ataque previo de ácido fosfórico puede reducir el riesgo de sensibilidad postoperatoria y la posibilidad de que las fibras de colágeno experimenten fenómenos de degradación, lo que podría comprometer la estabilidad de la interfaz adhesiva.

Una posible explicación de los valores menores de resistencia adhesiva del sistema adhesivo autoacondicionante, se relaciona probablemente a la mayor presencia de agua en comparación con los adhesivos de grabado ácido total. Estos sistemas adhesivos necesitan agua para ionizar los monómeros ácidos para producir una desmineralización efectiva de los tejidos dentales duros. Sin embargo, no toda el agua residual atrapada en la capa híbrida es removida, siendo este fenómeno perjudicial ya que la polimerización del adhesivo está influenciada negativamente por la presencia de agua. Como el agua

residual está en la capa híbrida y del adhesivo, las propiedades mecánicas del polímero disminuyen ocasionando la reducción de los valores de la resistencia adhesiva.¹¹

Los dientes primarios tienen un espesor y contenido de minerales menor en comparación con los permanentes. La dentina de dientes primarios presenta mayor contenido orgánico y de agua. Además, la concentración de calcio y fósforo es menor en la dentina intertubular y peritubular de los dientes primarios debido a un menor grosor y una cámara pulpar relativamente grande. Microestructuralmente, la densidad de los túbulos es superior en la dentina primaria y el área de la dentina intertubular disponible para la adhesión es reducida.¹⁵

Las diferencias en la composición y microestructura entre ambas denticiones implican que actúen de modo diferente en los procesos de adhesión y posiblemente sea la causa de que numerosos estudios comparativos entre la dentición permanente y primaria obtengan valores de resistencia adhesiva inferiores.^{7, 16} Por lo tanto, es relevante investigar el desempeño de los nuevos sistemas adhesivos en dientes primarios.

En este estudio se observó predominantemente un modo de fallo mixta en todos los grupos, coincidiendo con previos estudios.^{10, 11} Los fallos cohesivos son relacionados con los altos valores de resistencia adhesiva. El predominio de fallas mixtas refleja la característica de la prueba de microtracción que induce que la tensión se concentre en la zona de adhesión.²

Por otro lado, los modos de fallo se observaron utilizando un estereomicroscopio 40x modelo S8 apo (Leica®, Heerbrugg, Suiza). Estudios recomiendan la observación con

microscopía electrónica de barrido de las superficies desunidas a mayores aumentos para determinar los modos de falla.¹¹

La prueba de microtracción fue utilizada en este estudio debido a que es capaz de evaluar la verdadera resistencia interfacial entre un adhesivo y el sustrato de unión.³⁵ Permite realizar ensayos en pequeñas áreas ($<2 \text{ mm}^2$), lo que promueve una mejor distribución de la tensión a través del espécimen e induce modos de falla de materiales que están más cerca de su resistencia última verdadera. Además, se obtiene un mayor número de especímenes por dientes reduciendo así la variación entre dientes.¹¹

La obtención de especímenes resulta de una secuencia de secciones en serie paralelas perpendiculares y pueden inducir tensiones en la interfaz adhesiva que conduce a algunas fallas cohesivas dentro del sustrato dental o resina. En los sustratos de los dientes primarios, esta dificultad se agrava por sus dimensiones pequeñas creando un espécimen frágil que es más propenso a la fractura.² Durante la fase experimental del estudio, muchos especímenes se perdieron debido a fallas cohesivas en la resina durante el proceso de la obtención del espécimen y porque no presentaban el área requerida de $1 \times 1 \text{ mm}^2$ ($\pm 0,1 \text{ mm}$).

Con base en los resultados de este estudio, se puede concluir que el tratamiento con clorhexidina al 2% no influye en la resistencia adhesiva a la microtracción en dentina de dientes primarios. Las limitaciones metodológicas de este estudio *in vitro* no permiten una extrapolación directa a la situación clínica. Otros estudios se necesitarán para analizar el efecto de la clorhexidina a largo plazo sobre la resistencia adhesiva dentinaria utilizando los sistemas adhesivos universales.

IX. CONCLUSIONES

1. El tratamiento de Clorhexidina al 2% no influyó en la resistencia adhesiva dentinaria a la microtracción en dientes primarios para el grupo de Adper Single Bond 2® y Single Bond Universal®.
2. El sistema adhesivo Adper Single Bond 2 produjo mayores valores de resistencia adhesiva que el sistema adhesivo Single Bond Universal®.
3. La falla mixta fue predominante en todos los grupos experimentales.

X. RECOMENDACIONES

- Considerando que la degradación de la interfaz adhesiva se da a lo largo del tiempo, se necesitan estudios futuros para analizar el efecto de la clorhexidina a largo plazo de almacenamiento y con la técnica de termociclado.
- Además, se debe llevar a cabo una investigación para determinar la capacidad de adhesión a largo plazo de sistemas adhesivos universales en sus diferentes técnicas de adhesión.
- Dado que la mayoría de la literatura disponible del rendimiento de los sistemas universales son en estudios *in vitro*, se sugieren realizar ensayos *in vivo* para evaluar el comportamiento clínico a largo plazo de estos nuevos adhesivos universales simplificados.

XI. REFERENCIAS

1. Yengopal V, Harneker SY, Patel N, Siegfried N. Dental fillings for the treatment of caries in the primary dentition. *Cochrane Database Syst Rev*. 2009; 15(2):1-7
2. Marquezan M, da Silveira B, Burnett LJ, Rodrigues C, Kramer P. Microtensile bond strength of contemporary adhesives to primary enamel and dentin. *J Clin Pediatr Dent*. 2008; 32(2):127-32.
3. Rosa W, Piva E, Silva A. Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2015; 43(7):765-76.
4. Manuja N, Nagpal R, Pandit I. Dental adhesion: mechanism, techniques and durability. *J Clin Pediatr Dent*. 2012; 36(3):223-34.
5. Hebling J, Pashley D, Tjäderhane L, Tay F. Chlorhexidine arrests subclinical degradation of dentin hybrid layers in vivo. *J Dent Res*. 2005; 84(8):741-6.
6. Carrilho M, Carvalho , de Goes , di Hipólito V, Geraldeli S, Tay F, et al. Chlorhexidine preserves dentin bond in vitro. *J Dent Res*. 2007; 86(1):90-4.
7. Lenzi T, Tedesco T, Soares F, Loguercio A, Rocha Rde O. Chlorhexidine does not increase immediate bond strength of etch-and-rinse adhesive to caries-affected dentin of primary and permanent teeth. *Braz Dent J*. 2012; 23(4):438-42.
8. De-Melo M, Goes Dda , de-Moraes M, Santiago S, Rodrigues L. Effect of chlorhexidine on the bond strength of a self-etch adhesive system to sound and demineralized dentin. *Braz Oral Res*. 2013; 27(3):218-24.
9. Celik C, Ozel Y, Bağış B, Erkut S. Effect of laser irradiation and cavity disinfectant application on the microtensile bond strength of different adhesive systems. *Photomed Laser Surg*. 2010; 28(2):267-72.
10. Galafassi D, Scatena C, Colucci V, Rodrigues-Júnior A, Campos Serra M, Corona S. Long-term chlorhexidine effect on bond strength to Er:YAG laser irradiated-dentin. *Microsc Res Tech*. 2014; 77(1):37-43.
11. Miranda C, Prates L, Vieira RS, Chain M. Microtensile bond strength of 4 dentin adhesives to primary dentin. *J Dent Child (Chic)*. 2010; 77(3):126-34.

12. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res.* 2005; 84(2):118-32.
13. Thanaratikul B, Santiwong B, Harnirattisai C. Self-etch or etch-and-rinse mode did not affect the microshear bond strength of a universal adhesive to primary dentin. *Dent Mater J.* ; 35(2):174-9.
14. Salz U, Bock T. Testing adhesion of direct restoratives to dental hard tissue - a review. *J Adhes Dent.* 2010; 12(5):343-71.
15. Lenzi T, Gimenez T, Tedesco T, Mendes F, Rocha RO, Raggio. Adhesive systems for restoring primary teeth: a systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Int J Paediatr Dent.* 2016; 26(5):364-75.
16. Uekusa , Yamaguchi K, Miyazaki , Tsubota K, Kurokawa H, Hosoya Y. Bonding efficacy of single-step self-etch systems to sound primary and permanent tooth dentin. *Oper Dent.* 2006; 31(5): p 569-76.
17. Shashikiran N, Gunda S, Subba Reddy V. Comparison of resin-dentine interface in primary and permanent teeth for three different durations of dentine etching. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2002; 20(4):124-31.
18. Lenzi T, Soares F, Rocha RO. Degradation of resin-dentin bonds of etch-and-rinse adhesive system to primary and permanent teeth. *Braz Oral Res.* 2012; 26(6):511-5.
19. Nör J, Feigal R, Dennison , Edwards C. Dentin bonding: SEM comparison of the resin-dentin interface in primary and permanent teeth. *J Dent Res.* 1996; 75(6):1396-403.
20. García-Godoy F, Donly K. Dentin-enamel adhesives in pediatric dentistry: an update. *Pediatr Dent.* 2015; 37(2):133-5.
21. Reis A, Carrilho M, Breschi L, Loguercio A. Overview of clinical alternatives to minimize the degradation of the resin-dentin bonds. *Oper Dent.* 2013; 38(4): E1-E25.
22. Krämer , Tilch D, Lückner S, Frankenberger R. Status of ten self-etch adhesives for bonding to dentin of primary teeth. *Int J Paediatr Dent.* 2014; 24(3):192-9.

23. Donmez S, Turgut M, Uysal S, Ozdemir P, Tekcicek M, Zimmerli B, et al. Randomized Clinical Trial of Composite Restorations in Primary Teeth: Effect of Adhesive System after Three Years. *Biomed Res Int*. 2016; 2016(5409392).
24. Zhang Z, Tian F, Niu L, Ochala , Chen C, Fu B, et al. Defying ageing: An expectation for dentine bonding with universal adhesives? *J Dent*. 2016; 45:43-52.
25. Wagner , Wendler M, Petschelt A, Belli R, Lohbauer. Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. *J Dent*. 2014; 42(7):800-7.
26. Muñoz M, Luque , Hass , Reis , Loguercio A, Lombarda N. Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. *J Dent*. 2013; 41(5):404-11.
27. Lenzi T, Raggio D, Soares F, Rocha RO. Bonding Performance of a Multimode Adhesive to Artificially-induced Caries-affected Primary Dentin. *J Adhes Dent*. 2015; 17(2):125-31.
28. Beloica M, Goracci C, Carvalho , Radovic I, Margvelashvili M, Vulicevic Z, et al. Microtensile vs microshear bond strength of all-in-one adhesives to unground enamel. *J Adhes Dent*. 2010; 12(6):427-33.
29. Cocco A, Rosa W, Silva A, Lund R, Piva. A systematic review about antibacterial monomers used in dental adhesive systems: Current status and further prospects. *Dent Mater*. 2015; 31(11):1345-62.
30. Pereira-Cenci T, Cenci M, Fedorowicz Z, Azevedo M. Antibacterial agents in composite restorations for the prevention of dental caries. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013; 17(12): CD007819.
31. Manfro A, Reis A, Loguercio A, Imparato J, Raggio D. Effect of chlorhexidine concentration on the bond strength to dentin in primary teeth. *Revista Odonto Ciência*. 2010; 25(1):88-91.
32. Dionysopoulos D. Effect of digluconate chlorhexidine on bond strength between dental adhesive systems and dentin: A systematic review. *J Conserv Dent*. 2016; 19(1):11-6.
33. Leitune VC , Portella F, Bohn V, Collares F, Samuel S. Influence of chlorhexidine application on longitudinal adhesive bond strength in deciduous teeth. 2011; 25(5).

34. Collares F, Rodrigues S, Leitune V, Celeste R, Borba de Araújo F, Samuel S. Chlorhexidine application in adhesive procedures: a meta-regression analysis. *J Adhes Dent*. 2013; 15(1):11-8.
35. Soares C, Pereira C, Pereira J, Santana , do Prado C. Effect of chlorhexidine application on microtensile bond strength to dentin. *Oper Dent*. 2008; 33(2):183-8.
36. Reddy M, Mahesh M, Bhandary S, Pramod J, Shetty A, Prashanth M. Evaluation of effect of different cavity disinfectants on shear bond strength of composite resin to dentin using two-step self-etch and one-step self-etch bonding systems: a comparative in vitro study. *J Contemp Dent Pract*. 2013; 14(2):275-80.
37. Goodis H, Marshall GJ, White J, Gee L, Hornberger B, Marshall S. Storage effects on dentin permeability and shear bond strengths. *Dent Mater*. 1993; 9(2):79-84.
38. Chang Y, Shin D. Effect of chlorhexidine application methods on microtensile bond strength to dentin in Class I cavities. *Oper Dent*. 2010; 35(10): p. 355-65.
39. Loguercio , Stanislawczuk R, Polli , Costa , Michel , Reis. Influence of chlorhexidine digluconate concentration and application time on resin-dentin bond strength durability. *Eur J Oral Sci*. 2009; 117(5):587-96.
40. Kim Y, Kim S, Jeong , Son S, Kim J. Effects of Additional Acid Etching on the Dentin Bond Strengths of One-Step Self-Etch Adhesives Applied to Primary Teeth. *J Esthet Restor Dent*.. 2016;(doi: 10.1111).

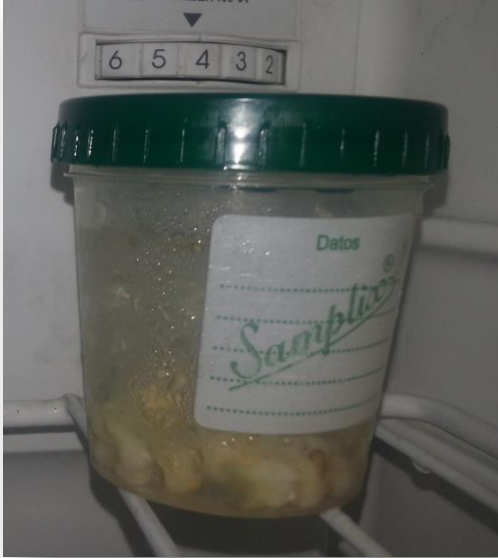
ANEXO 01

Operizacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definicion Operacional	Dimensiones	Indicador	Tipo	Escala de Medición	Valores o categorías
Tratamiento con Clx variable independiente	Sustancia química utilizada en los procedimientos adhesivos con la finalidad de inhibir la degradación de las fibras colágenas por acción de las Metaloproteinasas.	Sustancia que se aplicará en la superficie dentinaria previo al procedimiento adhesivo.		Aplicación a los grupos A1 y B1.	Cualitativa	Nominal	-Con tratamiento CHX -Sin tratamiento CHX
Sistemas Adhesivos variable independiente	Materiales que nos permiten realizar todos los procedimientos de la adhesión dental	Materiales que nos permiten realizar todos los pasos de la adhesión de la superficie dentinaria a la resina.		Descripción del envase del adhesivo.	Cualitativo	Nominal	-Adper Single 2 -Single Bond Universal
Resistencia adhesiva a la microtracción variable dependiente	Máxima tensión que un material puede soportar antes de su desprendimiento.	Máxima tensión que puede soportar un sistema adhesivo sin separarse en la interfaz resina-dentina.	Nivel de fuerza de adhesión medida en MPa	Máquina de microtracción Bisco.	Cuantitativa	De Razón	Mpa
Modo de Falla Covariable	Lugar donde se produce la ruptura de la unión adhesiva.	Lugar donde se produce la ruptura de la unión adhesiva entre la dentina y la resina compuesta		Estero Microscopio 40x Leica	Cualitativa	Nominal	-Falla adhesiva. -Falla cohesiva en resina -Falla cohesiva en dentina. -Falla mixta.

ANEXO 2

Obtención y preparación de las molares primarias



Recolección de Molares Primarias.

- Formol 10% - 7 días
- Agua destilada a 4°C



Exámen visual de superficie oclusal

- Limpio, seco e iluminado



Limpieza de Molares Primarias.

- Rapador SJ 31/326 (Hu-Friedy®, IL, USA)



Limpieza de Molares Primarias.

- Escobilla de copa Robinson, piedra pómez y agua (proporción 2:1)

ANEXO 3

Preparación de la zona radicular



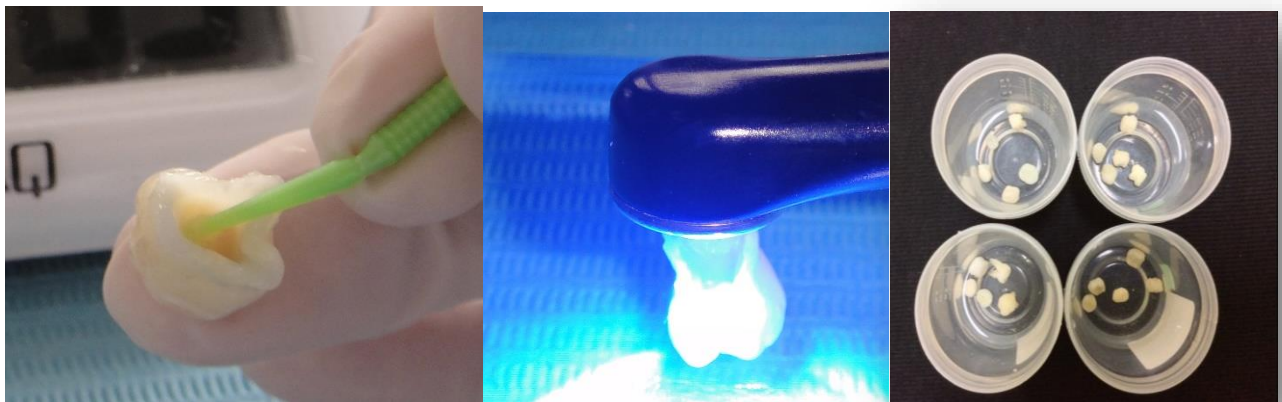
Eliminación de tejido pulpar.

Acondicionado

Enjuague 10".

Ácido fosfórico 35% 15"

Secado



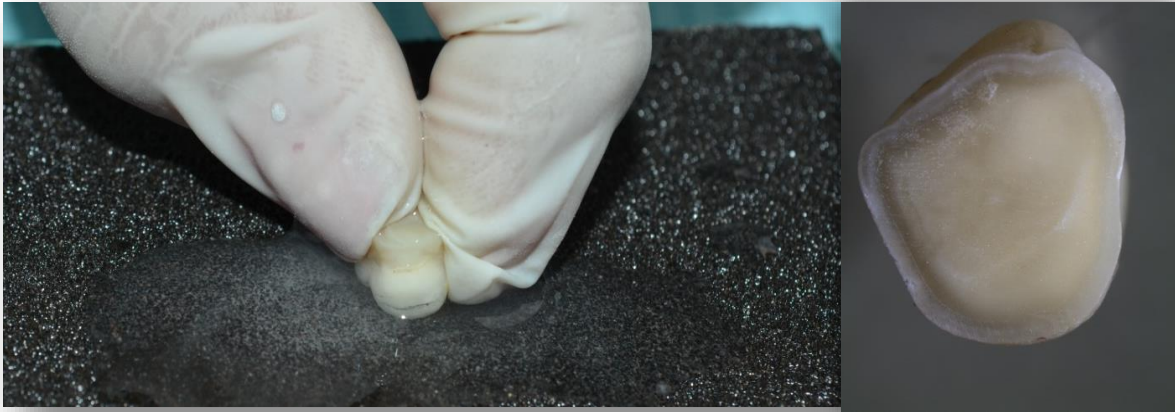
Dos capas consecutivas de Adper
Single Bond 2. 15"

Fotopolimerizar x 10"

Asignación aleatoria a cuatro
grupos

ANEXO 4

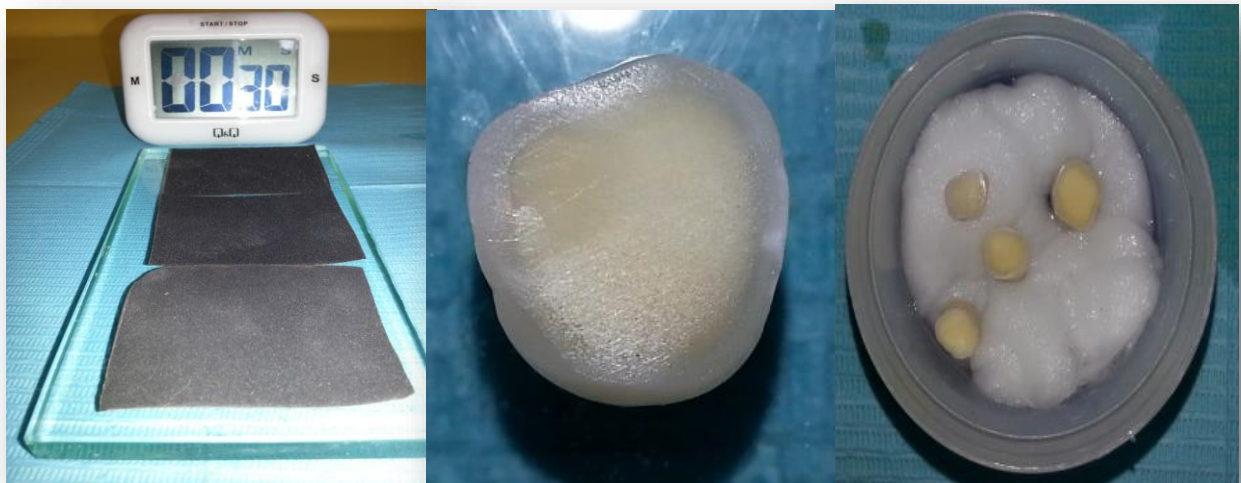
Exposición de la dentina coronal



- Lija al agua # 180 (Asalite, Lima, Peru)

Evaluación de la
superficie oclusal

Estéreo-microscopio a 40x
modelo S8 apo (Leica®,
Wetzlar, ALEM)



Estandarización del barro dentinario

- Lija al agua # 320, 400 y 600 (Asalite, Lima, Peru)

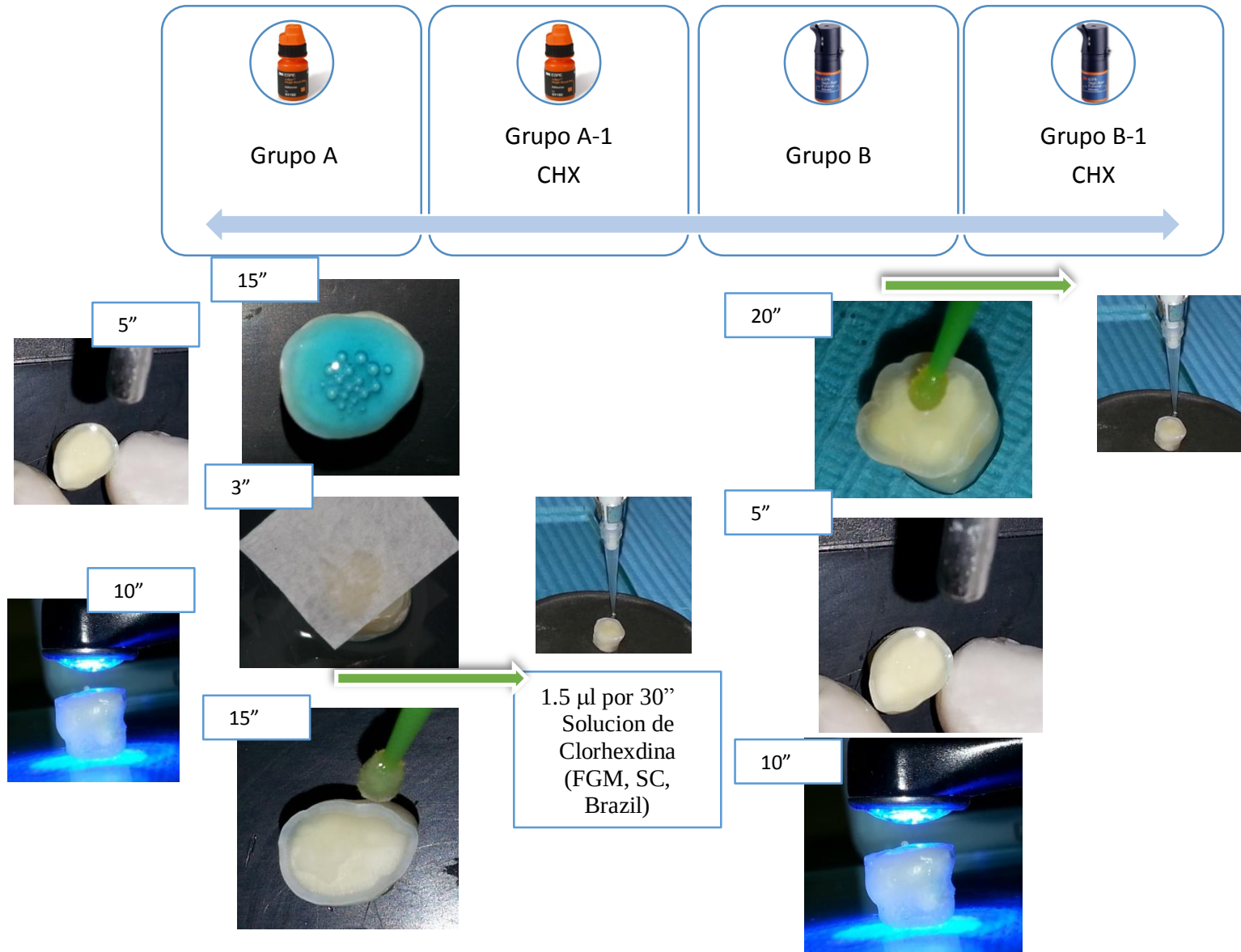
ANEXO 5

Materiales adhesivos, composición y método de aplicación.

Materiales	Composición	Procedimiento adhesivo acondicionado– lavado	Procedimiento adhesivo de acondicionado
Adper Single Bond II (3M ESPE, St. Paul, MN, USA)	1. Acondicionador: 35% ácido fosfórico (Scotchbond Etchant) 2. Adhesivo: BisGMA, HEMA, dimetacrilatos, ethanol, agua, fotoiniciador, copolímero funcional de metacrilato de ácido poliacrílico y ácido politacónico y ácido poly(itaconico), 10% en peso de partículas esféricas de sílice de 5 nm de diámetro.	1. Grabar con ácido fosfórico durante 15 s 2. Lavar por 10 s 3. Retira el exceso de agua (papel absorbente) 4. Aplicar dos capas consecutivas durante 15 s 5. Colocar aire ligeramente por 5 s. 6. Fotopolimerizar por 10 s.	
Single Bond Universal (3M Deutschland, Neuss, Germany)	2. Adhesivo: monómero fosfatados MDP, resinas dimetacrilatos, HEMA, copolímero de ácido polialquenoico modificado con metacrilato, relleno, etanol, agua, iniciador, silano		1. Aplicar el adhesivo con un microbrush y frotar durante 20 s. 2. Colocar aire por 5 s 3. Fotopolimerizar durante 10 s.
Clorhexidina (FGM®, SC, Brasil)	Diglutato de Clorhexidina al 2%	Colocar 1.5 µl de solución acuosa de Clorhexidina al 2% durante 30 segundos después de acondicionar con ácido fosfórico.	Colocar 1.5 µl de solución acuosa de Clorhexidina al 2% durante 30 segundos antes de aplicar el adhesivo.

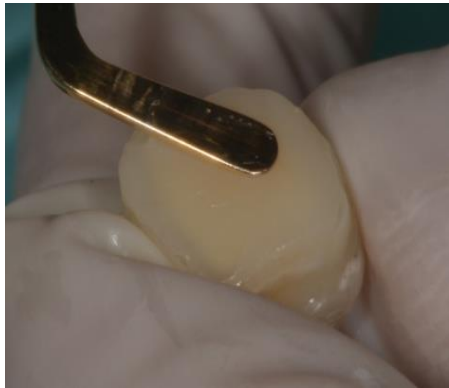
ANEXO 6

Procedimiento de adhesión



ANEXO 7

Procedimiento de adhesión



Filtek Z350 A2
(3M, ESPE, USA)



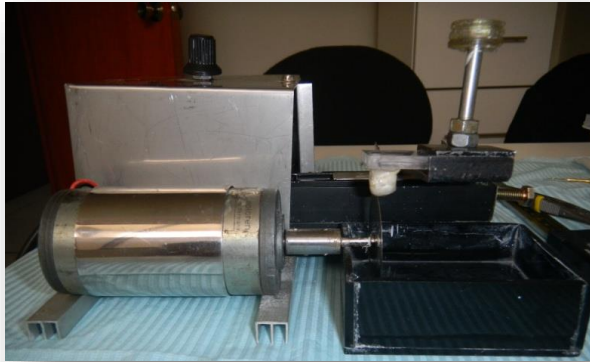
Vernier digital (Mitutoyo
#500-136, Japan)



Horno Incubadora
(Fisher, Scientific Ltd)

ANEXO 8

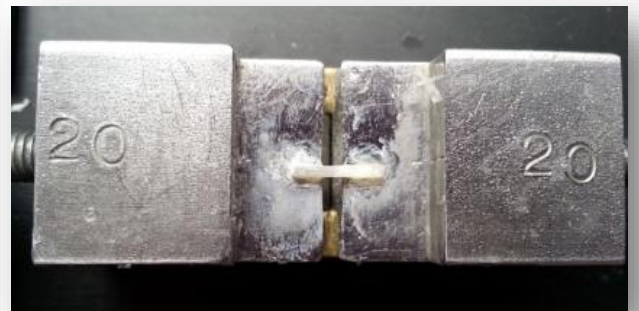
Prueba de microtracción



Obtención de especímenes



Cianocrilato (Triz, LIM PERU)



Prueba de microtracción

Microtensile Tester (Bisco, IL, USA)

ANEXO 9

Hoja de recolección de datos

[illegible]

ANEXO 10

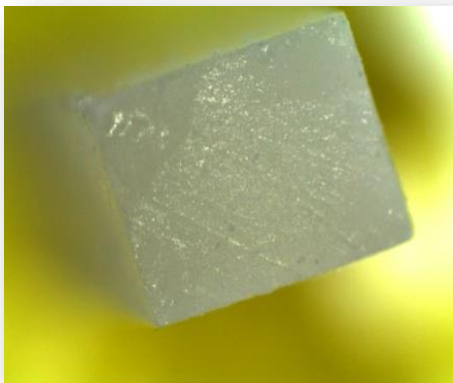
Análisis de modo de falla



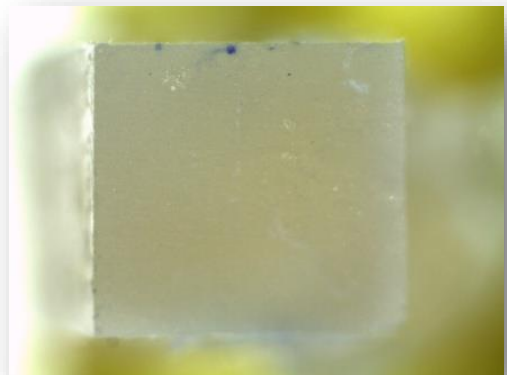
Espécimen fracturado
almacenado en eppendorf



Estéreo-microscopio a 40x
modelo S8 apo (Leica®,
Wetzlar, ALEM)



Falla Mixta



Falla Cohesiva en resina