



**ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES ADHESIVAS EN TEJIDOS DE
DIENTE ESCLEROSADO SOMETIDO A DIFERENTES PROTOCOLOS
DE ACONDICIONAMIENTO CON ÁCIDO
ETILENDIAMINOTETRAACÉTICO (EDTA)**

**Trabajo de Investigación
Requisito para optar al
Título de Cirujano Dentista**

Docente Guía:
Dr. Miguel Muñoz Pérez

Alumnos:
Victoria Aguirre Guzmán
José Palma González
Marcela Serrano Troncoso
Barbra Skewes Fredz

Valparaíso- Chile
2017



**ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES ADHESIVAS EN TEJIDOS DE
DIENTE ESCLEROSADO SOMETIDO A DIFERENTES PROTOCOLOS
DE ACONDICIONAMIENTO CON ÁCIDO
ETILENDIAMINOTETRAACÉTICO (EDTA)**

**Trabajo de Investigación
Requisito para optar al
Título de Cirujano Dentista**

Docente Guía:
Dr. Miguel Muñoz Pérez

Alumnos:
Victoria Aguirre Guzmán
José Palma González
Marcela Serrano Troncoso
Barbra Skewes Fredz

Valparaíso- Chile
2017

DEDICATORIA

A mis padres y hermanas, por acompañarme durante este proceso, dándome su apoyo y amor incondicional. Gracias por todo lo entregado durante estos años, sin ustedes no habría sido posible llegar hasta aquí.

A mis amigos y compañeros de tesis, por su contención y comprensión durante los momentos difíciles y por las risas y alegrías entregadas.

A mis amigas por estar presentes en los buenos y malos momentos.

A Ricardo, por estar presente en todo momento en esta última etapa. Gracias por tus muestras de amor y comprensión.

Marcela

Dedico este trabajo a mis padres y hermanos, que siempre estuvieron presentes en este proceso, sin ellos nada hubiese sido posible.

En segundo lugar, le dedico este trabajo a todos los amigos y compañeros que conocí en este lugar, que de alguna u otra manera aportaron algo en mí, en especial a los amigos que se quedaron y que estuvieron siempre en los momentos difíciles y alegres como: Marcela, María José, Pablo y Claudia.

En tercer lugar, dedico este trabajo a los docentes que confiaron en nosotros entre ellos está: Miguel Muñoz Pérez, Iسس Luque Martínez y Daniela Lorca Parraguez, que fueron muy importantes en este proceso de formación.

Finalmente, agradezco a mis compañeras de tesis, por toda su entrega y por aguantar mi genio, todo el sufrimiento valió la pena.

José

A mis papás, por creer siempre en mí.

A mi hermano, quién fue mi primer paciente y en algunas ocasiones, mi asistente

A mi abuelita, que está conmigo en cada paso.

Y a Christian, porque su energía, actitud positiva me motiva a ir siempre por más.

Los amo profundamente

Victoria

AGRADECIMIENTOS

A nuestro docente guía, Dr. Miguel Muñoz, por su apoyo, entrega y total disposición; además de darnos la oportunidad de ser parte de este equipo de trabajo.

A la Dra. Iسس Luque, por ser otro pilar fundamental dentro del proceso, gracias por su tiempo y por los conocimientos otorgados.

A los demás integrantes del equipo de investigación, nuestros compañeros y compañeras, con quienes aunque no desarrollábamos el mismo proyecto, compartimos gratos momentos de trabajo, viajes y risas.

Al Frigorífico Don Pedro, por permitirnos obtener los dientes de bovino necesarios para el desarrollo de este trabajo de investigación.

A todas las personas que estuvieron presentes en alguna etapa de este proceso, brindándonos su tiempo y ayuda, Dr. Jaime Jamett, Gloria, Patricia, y tíos funcionarios.

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	MARCO TEÓRICO.....	3
2.1.	HISTOLOGÍA DENTARIA	3
2.1.1.	Esmalte.....	3
2.1.2.	Dentina	3
2.1.3.	Pulpa	4
2.1.4.	Cemento	5
2.2.	ADHESIÓN	5
2.2.1.	Concepto de adhesión.....	5
2.2.2.	Factores que influyen en la adhesión	6
2.2.3.	Clasificación de los sistemas adhesivos.....	7
2.3.	ADHESIÓN A TEJIDOS DENTARIOS	9
2.4.	DIFERENCIAS DE RESULTADOS EN TEJIDOS DENTARIOS	12
2.4.1.	Adhesión a esmalte	12
2.4.2.	Dificultades para la adhesión a dentina	13
2.4.3.	Adhesión en dentina esclerótica	14
3.	OBJETIVOS	19
3.1.	Objetivo general	19
2.1.	Objetivos específicos	19
4.	HIPÓTESIS DE TRABAJO	20
5.	MATERIALES Y MÉTODO.....	21
5.1.	Tipo de estudio.....	21
5.2.	Población y unidad de estudio	21
5.3.	Cálculo y selección de la muestra	21
5.4.	Criterios de inclusión	23
5.5.	Criterios de exclusión	23
5.6.	Diseño de instrumento de recolección de datos.....	24
5.7.	Calibración y estandarización	24
5.8.	Metodología de trabajo.....	25
5.8.1.	Variables.....	25
5.8.2.	Planificación.....	26
5.8.3.	Almacenamiento y preparación de los especímenes.....	27

5.8.4.	Preparación y estandarización de EDTA.....	27
5.8.5.	Prueba de resistencia de unión a la microtracción en dentina esclerótica (μTBS)	30
5.8.6.	Prueba de resistencia de unión a microcizallamiento resina- esmalte (μSBS)	33
5.9.	Eliminación de muestras biológicas	37
5.10.	Análisis Estadístico	37
6.	RESULTADOS	38
6.1.	Dentina esclerótica.....	38
6.1.1.	Resistencia de unión adhesiva inmediata.....	38
6.1.2.	Resistencia de unión adhesiva a los 12 meses	40
6.2.	Esmalte	42
6.2.1.	Resistencia de unión adhesiva inmediata en esmalte inmediata.....	42
7.	DISCUSIÓN.....	45
8.	CONCLUSIONES.....	51
9.	SUGERENCIAS	52
10.	RESUMEN.....	53
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

1. INTRODUCCIÓN

En la práctica actual de la odontología restauradora, ha cobrado gran relevancia para el clínico la odontología adhesiva, específicamente la eficacia de retención que los sistemas adhesivos deben proporcionar a los tejidos dentales duros¹, de la mano de una simplificación de la técnica adhesiva. Siendo estos últimos los tópicos de mayor relevancia en las investigaciones en el área.

En un estudio de se estima que las restauraciones de resina compuestas tienen un tiempo de supervivencia de 9,9 años², siendo las principales razones para el fracaso de las restauraciones de resina compuesta la caries secundaria y la fractura de restauración³, lo que apoya la importancia de un tiempo de seguimiento adecuado y evaluar protocolos que aumenten la longevidad de las restauraciones.

El esmalte y la dentina son tejidos que usualmente se tratan por separado al momento de aplicar protocolos de adhesión, tanto en investigación como en la práctica clínica, debido a su composición y naturaleza morfológica^{4,5}.

El *gold standard* en adhesión para el tratamiento de superficie en esmalte, es la técnica *etch and rinse* con un ácido inorgánico ortofosfórico, en concentraciones que van entre el 35% y 40%^{4,6}. En dentina, también suele utilizarse la técnica *etch and rinse*, pero por un tiempo de aplicación menor, o la estrategia *self etch* con un sistema adhesivo con monómeros ácidos incorporados que desmineralizan e infiltran el substrato de forma simultánea, con resultados similares de resistencia de unión^{4,5,7}. No obstante, el manejo diferenciado de los tejidos dentarios aumenta el tiempo clínico e implica disponer de una variedad de materiales para la realización de tan solo una restauración adhesiva.

Si bien los sistemas adhesivos actuales logran una adhesión óptima en esmalte⁵ a través del acondicionamiento ácido, en general ocurre lo contrario en dentina, donde la unión es inestable en el tiempo, al no conseguir una difusión completa de los monómeros de resina en el substrato desmineralizado⁸. Esto último genera una interfase de unión, que con el transcurso del tiempo es susceptible a la degradación de la capa híbrida o de interlocución con la dentina, y en consecuencia disminuyen las propiedades biomecánicas, afectando la longevidad de las restauraciones^{9,10}.

Adicionalmente, en el ejercicio de la profesión, resulta atípico realizar restauraciones sobre dentina sana y es más común encontrar a este substrato alterado debido al proceso reaccional y esclerótico consecuente a la caries u otras lesiones no cariosas^{11,12}. Esta dentina proporciona valores de resistencia adhesiva inferiores a las logrados en dentina sana^{11,13}. La obliteración parcial o total de los túbulos dentinarios con cristales minerales y a la superficial capa hipermineralizada,

son las principales causantes de su resistencia al acondicionamiento ácido, impidiendo su correcta hibridización en el procedimiento adhesivo.

Algunos autores han abordado el tema de adhesión en dentina esclerótica mediante la aplicación de protocolos de acondicionamiento con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA). En un estudio del 2015 de Luque y cols¹⁴, al aplicar EDTA al 17% durante 120 segundos, se logró mejorar la resistencia adhesiva a dentina esclerótica, sin embargo el tiempo prologando de uso, hace poco viable su aplicación clínica. Por otro lado, Martini y cols¹³ en el 2017 consiguieron reducir el tiempo de aplicación de EDTA a sólo 30 segundos con la ayuda de un dispositivo sónico, obteniendo valores; sin embargo, el uso de este dispositivo, aumentaría no solo el costo de las restauraciones adhesivas, sino también la complejidad del procedimiento; siendo necesario desarrollar estudios que propongan protocolos más efectivos y de bajo costo.

La relevancia de la restauración de los dientes que poseen lesiones cervicales no cariosas, y por tanto, dentina esclerótica, radica en: la protección contra la pérdida adicional de estructura dental, estética, eliminación de la sensibilidad dentaria y la necesidad de utilizar el diente afectado para pilar de prótesis parcial removible¹⁴.

Por todo lo anterior, la presente investigación, estudiará la aplicación de pautas de acondicionamiento con EDTA, bajo diferentes tiempos y concentraciones, sobre esmalte y dentina, con el objetivo de encontrar el protocolo común y efectivo que resulte en valores óptimos de adhesión para ambos sustratos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. HISTOLOGÍA DENTARIA

Dentro de los tejidos que forman parte de la arquitectura dentaria se encuentran estructuras calcificadas como el esmalte, dentina, cemento, y no calcificados, como es la pulpa¹⁵.

2.1.1. Esmalte

Debido a su alto contenido en sales minerales y a su disposición en forma de cristales, el esmalte es el tejido calcificado más duro del cuerpo humano. Su función específica es actuar como cubierta resistente para los dientes, convirtiéndolos de esta forma en estructuras aptas para la masticación¹⁶.

Químicamente el esmalte es una estructura cristalina, altamente mineralizada, que contiene entre un 95% a 98% de materia inorgánica. Su elemento básico es el prisma adamantino, constituido por cristales de hidroxiapatita, los cuales están presentes en un 90% a 92% en volumen. El esmalte restante, posee un contenido orgánico alrededor de un 1%, y un contenido acuoso entre un 11% a 12% en volumen¹⁶.

Presenta un elevado módulo elástico y poca resistencia a la tensión, por lo que corresponde a una estructura rígida que necesita de la dentina para soportar el esfuerzo masticatorio¹⁶.

2.1.2. Dentina

La dentina, al igual que el esmalte, es un tejido altamente calcificado, surcado por conductillos, cuya célula madre se encuentra en la pulpa, recubriendo la pared interna de la dentina, denominada odontoblasto¹⁵.

Sus estructuras principales son la fibrilla de Tomes, que corresponde a la prolongación protoplasmática del odontoblasto, inserta dentro de los conductos dentinarios, la dentina periférica que se ubica inmediatamente por debajo del esmalte, la dentina peritubular, intertubular y la predentina¹⁵.

Contiene en promedio un 70% de sustancia inorgánica, un 12% de agua y un 18% de sustancia orgánica¹⁵.

Dentro del componente inorgánico se encuentran cristales de hidroxiapatita más pequeños que los del esmalte. La sustancia orgánica corresponde en su mayoría a colágeno (93%), con cantidades mínimas de polisacáridos, lípidos y proteínas¹⁵.

La microdureza de la dentina alcanza la quinta parte del esmalte, por lo que actúa como soporte para éste. Mientras que su resistencia a la tensión corresponde aproximadamente a la mitad de la adamantina¹⁶.

La formación de dentina se produce durante toda la vida. El primer tipo de dentina que se produce antes y poco después de la erupción, es la denominada dentina primaria. La dentina secundaria se forma con mayor lentitud, con el envejecimiento fisiológico del diente. La dentina terciaria o reparativa se forma como reacción a un estímulo irritativo a partir de células mesenquimáticas que se diferencian como odontoblastos, siendo más atubular y por ende, impermeable a la mayoría de los agentes irritantes. La dentina esclerótica se forma como resultado del envejecimiento (fisiológica) o irritación leve (patológica), y corresponde a un tejido calcificado que oblitera los túbulos desde el límite amelodentinario hacia la pulpa, siendo más dura, densa, menos sensible y mejor protectora de la pulpa frente a irritaciones futuras^{16,17}.

Existen diferencias en la histología de la dentina en los diferentes niveles de la raíz¹⁸, por lo que la eficacia del fenómeno de adhesión depende de la zona anatómica en la que se produzca, siendo idónea en la dentina superficial y media, ya que en la dentina profunda, el porcentaje de agua y fibrillas colágenas son inversamente proporcionales, es decir, el contenido de agua aumenta a medida que la dentina es más profunda, mientras disminuye el porcentaje de fibrillas de colágeno, lo que dificulta una adhesión efectiva, debido a que la unión micromecánica se produce principalmente con la red colágena previamente desmineralizada¹⁹.

También es necesario mencionar que junto con la humedad, en la cercanía a la pulpa dentaria, existe un aumento de la densidad de los túbulos dentinarios, lo que conduciría a una disminución de la disponibilidad de la dentina intertubular, que es la responsable de otorgar la retención micromecánica¹⁸.

2.1.3. Pulpa

La pulpa es un tejido conectivo laxo especializado, relacionado histológicamente y embriológicamente a la dentina, por lo que se habla de complejo dentino-pulpar. Se compone de células, fibrillas colágenas, matriz fundamentalmente amorfa, nervios, vasos sanguíneos y linfáticos. La disposición de estos componentes varía según la zona pulpar que se considere. Posee un 75% de agua y un 25% de sustancia orgánica en un individuo joven. Estas proporciones varían con la edad, con la disminución del porcentaje de agua y el aumento del número de fibrillas¹⁵.

2.1.4. Cemento

Finalmente, como último componente dentario se encuentra el cemento, el cual es secretado por los cementoblastos, y cuyo crecimiento se produce por la aposición de capas paralelas, denominadas laminillas¹⁵.

Posee células principalmente en su porción apical, lo que aumenta su permeabilidad, convirtiéndolo en una vía nutricia adicional al diente¹⁵.

2.2. ADHESIÓN

2.2.1. Concepto de adhesión

La *American Society for Testing and Materials* (especificación D 907), define adhesión como “el estado en que dos superficies están unidas por fuerzas entre sus interfases que pueden consistir en fuerzas de valencia, de entrelazamiento, o ambas”.

La palabra adhesión deriva del latín *adhaerere* (pegar). Un adhesivo es un material, que generalmente corresponde a un fluido viscoso, que une dos sustratos y solidifica, y es capaz de transferir una carga de una superficie a la otra.

La adhesión, o la fuerza adhesiva, es la medida de la capacidad de soportar cargas de una unión adhesiva²⁰.

Según sea el mecanismo que se utilice para lograr el fenómeno de adhesión, ésta se clasifica en 2 categorías:

a) Química: Mediante fuerzas sub-microscópicas, que impiden la separación de las partes, basadas en la interacción de los componentes de sus estructuras, ya sean átomos o moléculas.

b) Mecánica: Corresponde a la unión que se logra entre dos superficies quienes quedan trabadas en función de la morfología de ambas o por la generación de tensiones entre ellas¹⁵.

El doble mecanismo de unión (química y micromecánica), se cree que es ventajoso en términos de durabilidad de la restauración; la interacción química puede dar lugar a enlaces que resisten mejor la descomposición hidrolítica, manteniendo de esta forma los márgenes de la restauración sellados por un período más largo, mientras que el mecanismo de unión micromecánico puede proporcionar resistencia ante la tensión de desunión que se pueda generar²¹.

2.2.2. Factores que influyen en la adhesión

a) Humectación: Es la expresión de fuerzas atrayentes entre moléculas del adhesivo y el adherente, en otras palabras, corresponde a la capacidad del adhesivo, de fluir sobre la superficie adherente. Depende de dos factores:

- La limpieza del adherente: entre más limpia la superficie, mejor será la adhesión.
- La energía superficial del adherente: a mayor energía superficial, mejor será la adhesión.

b) Ángulo de contacto: Se refiere al ángulo formado entre la superficie de la gota del líquido y la superficie del adherente. Entre menor sea el ángulo de contacto, mayor será la atracción entre el adhesivo y el adherente, siendo un ángulo de contacto 0° el que obtiene mejor humectación. (Ver figura 1)

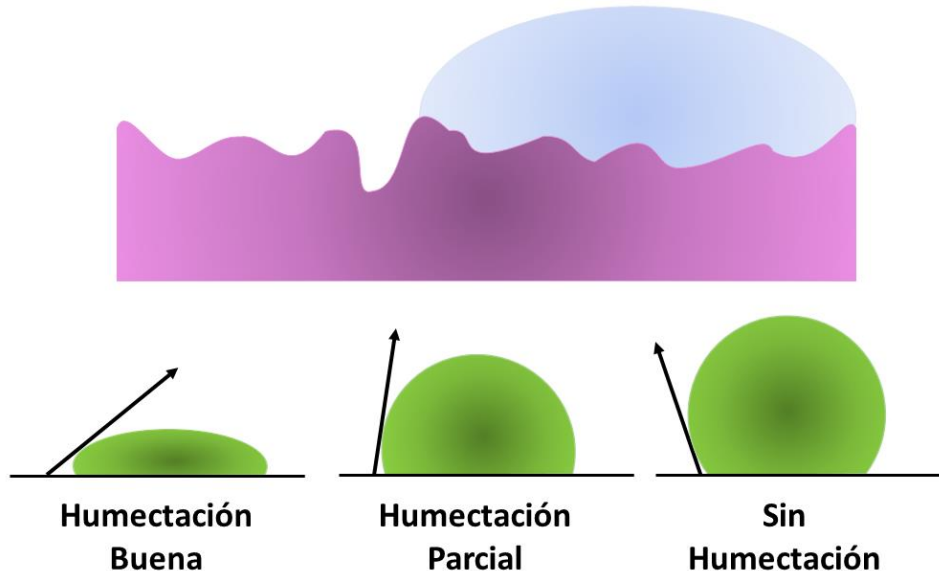


Figura 1. Influencia del ángulo de contacto en la adhesión. Tomado y adaptado de Baratieri y cols. *Odontología Restauradora: Fundamentos y Técnicas*²².

c) Energía de superficie: La tensión superficial del líquido y la energía superficial del adherente, determina el grado de humectación que ocurre. Generalmente, entre más dura la superficie, es mayor la energía superficial, por lo que las propiedades adhesivas del material restaurador serán mayores.

d) Contaminación del sustrato: La contaminación interfiere en la adhesión. El adhesivo debe ser capaz de llenar las irregularidades, consiguiendo de esta forma una superficie lisa, permitiendo un contacto íntimo apropiado.

e) Agua: A mayor contenido de agua, más pobre es la adhesión. El agua puede reaccionar con ambos materiales (adhesivo y resina compuesta), por medio de los grupos polares y enlaces hidrógenos, dificultando la adhesión²³.

2.2.3. Clasificación de los sistemas adhesivos

La clasificación más empleada en el medio científico – tecnológico se basa en la aparición cronológica del sistema adhesivo en el mercado odontológico. Se considera que existen seis o siete generaciones, sin embargo, esta clasificación no permite que los sistemas adhesivos sean categorizados con un criterio objetivo y científico^{24,25}.

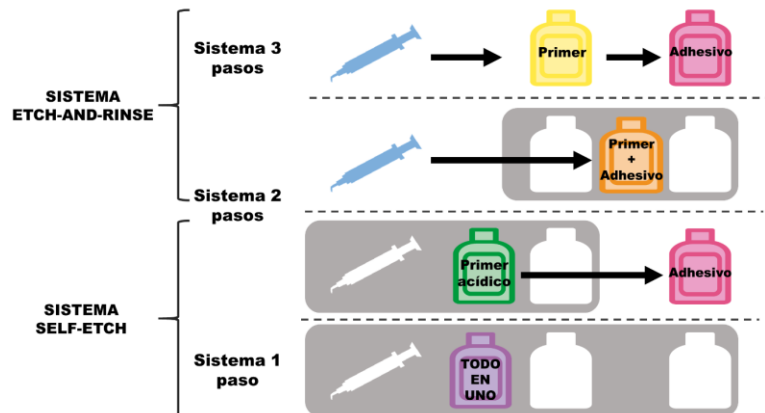


Figura 2. Adhesivos de grabado y lavado (*etch and rinse*) y adhesivo autocondicionantes (*self etch*). Tomado y modificado de Miyazaki y cols. *Important compositional characteristics in the clinical use of adhesive systems*¹⁰².

Otra clasificación utilizada es la que hace referencia al número de pasos clínicos y constitución física del sistema adhesivo: multifrascos o multicomponentes y monofrasco o monocomponentes.

Van Meerbeek y cols, en el 2000, propusieron un sistema de clasificación que se basa principalmente en la estrategia o mecanismo de adhesión utilizado, siendo posible mencionar¹:

a) Adhesivos de grabado y lavado (*etch and rinse*): Esta estrategia de adhesión implica al menos dos etapas y, en su forma más convencional, tres pasos, con la aplicación sucesiva del acondicionador, seguido por el agente de imprimación o promotor de la adhesión, y, finalmente, la aplicación de la resina adhesiva. La versión simplificada de dos pasos combina la segunda y tercera etapa, pero mantiene la etapa de grabado y lavado²⁶ (Ver figura 2).

a.1) Sistema adhesivo de tres pasos: Considera en un primer paso la aplicación de grabado ácido, seguido del *primer*, separado del adhesivo.

a.2) Sistema adhesivo de dos pasos: Combinan adhesivo y *primer* en un solo frasco, manteniendo por separado el grabado ácido que elimina el barro dentinario, además de desmineralizar la capa superficial del esmalte y dentina²⁷.

b) Adhesivos autocondicionantes (*self etch*): Incluye un imprimador autocondicionante, en el cual se utiliza una combinación de ácidos orgánicos de carácter polimérico en un sólo procedimiento, siguiendo después con la aplicación

de una combinación de compuestos hidrófobos e hidrófilos en algunos casos, o directamente con el material restaurador en otros. (Ver figura 2).

b.1) Sistema adhesivo de dos pasos: Contiene un *primer* ácido que se aplica previo al adhesivo que se encuentra en un frasco, por separado.

b.2) Sistema adhesivo de un paso: Contiene ácido, *primer* y adhesivo en un solo frasco.

c) **Sistemas adhesivos universales**

Hay una tendencia en curso entre los fabricantes, para seguir simplificando la tecnología de unión mediante una botella única, para satisfacer la demanda clínica y poner en práctica procedimientos adhesivos que son más rápidos, menos sensibles a la técnica y más amigables con el usuario²⁸.

Los sistemas adhesivos de tres pasos antes mencionados, si bien presentan una eficacia comprobada, la sensibilidad de la técnica ha sido cuestionada. Por lo que se ha buscado desarrollar sistemas más simplificados, que reduzcan dicha sensibilidad, además del tiempo clínico que involucran²⁷.

En base a lo anterior es que ha surgido en el mercado una nueva familia de sistemas adhesivos dentales, también conocidos como “multimodales” o “multipropósito”.

Estos innovadores sistemas adhesivos proporcionan al profesional, la posibilidad de decidir cuál estrategia adhesiva utilizar, es decir, tanto una técnica etch and rinse o self-etch, en una misma botella^{28,29}.

Han sido descritos por ciertos fabricantes como un sistema ideal en un solo frasco, que puede ser usado con las diferentes técnicas de grabado ácido (total, selectivo, autoacondicionante), dependiendo del caso clínico específico y las preferencias del operador.

Adicionalmente, los fabricantes indican que los adhesivos universales pueden ser aplicados en restauraciones directas e indirectas, y son compatibles con cementos a base de resina, mediante técnica de autocurado, fotocurado y dual.

Dentro de su composición, se requiere la presencia de monómeros específicos y de naturaleza multifuncional, que sean capaces de reaccionar con diferentes sustratos, siendo capaz de co-polimerizar con cementos y restauraciones en base a resina, químicamente compatibles. Además, éstos deben tener ciertas características hidrofílicas que le permitan humedecer de manera apropiada la dentina (que tiene un componente significativo de agua), y al mismo tiempo características hidrófugas, que permanezcan una vez polimerizada a fin de disminuir la hidrólisis y la sorción de agua a través del tiempo²².

Otro componente importante es el agua, que se requiere para la disociación de los monómeros acídicos funcionales, lo que hace posible su uso como autoacondicionante.

Si bien el contenido de agua en su composición favorece la versatilidad de uso de estos sistemas adhesivos, demasiada, puede ocasionar degradación, contribuyendo a la separación de los monómeros, disminuyendo con esto, la duración de las restauraciones al dificultar la evaporación de los solventes durante la etapa de secado. El agua residual posterior al secado, puede producir una polimerización incompleta del adhesivo, incrementando la hidrólisis posterior, y comprometiendo de esta forma la interfase adhesiva²². En estudios *in vitro*, en los cuales se prueban diferentes patrones de acondicionamiento previo a la aplicación del adhesivo universal, dan por resultados que el adiconamiento de la superficie previo a la aplicación de adhesivos universales mejora su penetración en la dentina, sin afectar su resistencia de unión a esta después de 24 horas o después del termociclado para 5000 ciclos³⁰.

El acondicionamiento adhesivo con ácido ortofosfórico utilizado de forma selectiva en el esmalte, antes de la aplicación de un adhesivo universal es una estrategia muy conveniente para la optimización de la unión^{4,28}.

2.3. ADHESIÓN A TEJIDOS DENTARIOS

Los procedimientos adhesivos en odontología involucran tres participantes en la unión: material restaurador, sustratos dentales y sistemas adhesivos. La unión es mediada, generalmente, por sistemas adhesivos, que actúan como agentes intermediarios entre los sustratos dentales y materiales restauradores²².

Las restauraciones directas de resina compuesta son comunes en odontología, pudiendo otorgar reconstrucciones similares al diente. Sin embargo, su éxito depende de la adhesión mediante sistemas adhesivos, que además permiten realizar preparaciones cavitarias más conservadoras²⁷.

El mecanismo de adhesión es principalmente micromecánico, al esmalte grabado, a través de la formación de microdigitaciones de resina dentro de la superficie de éste.

Con los avances tecnológicos los materiales adhesivos para unir los materiales de restauración al esmalte han cambiado fundamentalmente áreas tan diversas como preparación de la cavidad, la prevención de caries, y las opciones de tratamientos estéticos³¹.

Se ha comprobado que, gracias a la composición homogénea del esmalte, tipo de superficie y alta energía superficial (después de la aplicación del agente acondicionador), es posible obtener altos valores de fuerza de adhesión (30 MPa *in vitro*), siendo estos valores generalmente superiores a los obtenidos en dentina,

debido a las características especiales de dicho sustrato. Por esta razón, siempre y cuando sea posible, se debe preservar el esmalte dental durante la preparación cavitaria³¹.

En el caso de la dentina el fenómeno de adhesión se logra a través de la formación de la capa híbrida. En 1982 Nakabayashi³² propuso el concepto de la formación de la capa híbrida para aumentar resistencia de la unión a la dentina. Esta capa híbrida consiste en una red de colágeno infiltrada con resina y la dentina peri e intratubular impregnada de resina. La concepción de la formación de la capa híbrida se ha convertido desde entonces, en general, un hecho aceptable. El mecanismo de unión de muchos sistemas de adhesión se basa en la formación de una capa híbrida entre componentes de resina hidrofílica y superficies de dentina parcialmente desmineralizada. Esta convencionalmente involucra el grabado ácido del esmalte con ácido ortofosfórico al 30%-40%, además de la aplicación de un *primer* y finalmente el adhesivo²⁷.

Se debe entender que la adhesión es un proceso directamente relacionado con el área de contacto entre las partes. Para que se produzca la adhesión es necesario que ambas estén en íntimo contacto, cumpliendo el adhesivo esta función²².

Los materiales restauradores son desarrollados para cumplir las exigencias funcionales y estéticas del paciente, así como ofrecer tratamientos mínimamente invasivos y duraderos. De esta forma es necesario crear una unión estable y longeva de los materiales restauradores a la estructura dentaria¹.

Los sistemas adhesivos de forma general promueven la adhesión por medio de retención micromecánica de los materiales restauradores a los tejidos dentales. Este proceso es iniciado por la remoción de minerales para la formación de microporosidades en la superficie del esmalte y dentina, a través del acondicionamiento con ácido ortofosfórico, y completado por la subsecuente penetración de monómeros resinosos propios del sistema adhesivo en los espacios recién creados, para su posterior polimerización, permitiendo la formación de una interfase híbrida entre el sustrato y el material restaurador. Esta capa híbrida es responsable de la retención de los materiales restauradores estéticos a las estructuras dentarias²⁶.

Sin embargo, hoy en día continua siendo un desafío conseguir este propósito en el sustrato dentinario, debido a sus características morfológicas e intrínsecas (alto contenido orgánico y de agua) que lo diferencian del esmalte dentario (mayor contenido mineral³³), así, la dentina se mantiene como un tejido difícil de someter a los procedimientos adhesivos particularmente hidrófugos³².

La gran importancia del advenimiento de los sistemas adhesivos, es la preparación de cavidades más conservadoras y restauraciones que en otros tiempos serían impensables, estas características positivas influyen en un pronóstico favorable a larga data para los dientes restaurados²².

Consecuentemente, los monómeros resinosos de los sistemas adhesivos no consiguen penetrar eficazmente los espacios interfibrilares de la matriz colágena expuesta por el acondicionamiento ácido, formando una capa híbrida poco resistente y susceptible a la degradación en el tiempo^{1,26,34}. Clínicamente esta degradación puede ser observada por la decoloración marginal y pérdida parcial o total de la restauración³⁴.

Se describe en la literatura que el éxito de la restauración depende de la formación adecuada de la capa híbrida, para lograr una adecuada infiltración de la resina del adhesivo en la profundidad de la dentina desmineralizada, permitiendo la adecuada formación de *tags* de resina en los conductos dentinarios¹⁸.

Aunque la unión de los materiales adhesivos a la dentina ha demostrado ser un reto difícil, los avances en curso están mejorando la fiabilidad y la previsibilidad de la adhesión de la dentina³¹.

Otro aspecto importante a considerar en cualquier interacción adhesiva, como se mencionó anteriormente, es que se necesita contar con superficies perfectamente limpias, puesto que los contaminantes dificultan el contacto directo de las superficies y perjudican la capacidad de humectación del adhesivo sobre el sustrato²².

A pesar de estar disponibles comercialmente, la literatura muestra controversia en cuanto a cuál de los protocolos de adhesión es más eficiente^{34,35}, e incluso recientemente un revisión sistemática de alto impacto sobre estudios clínicos aleatorizados, mostró que hasta el momento no existe evidencia suficiente para determinar qué tipo de protocolo adhesivo presenta el mejor performance clínico²⁷.

En este sentido, la tendencia en las investigaciones más recientes ha sido al desarrollo de técnicas y productos que reduzcan el tiempo de aplicación de los sistemas adhesivos, con el objetivo de simplificar cada vez más la técnica³⁵. En consecuencia, los sistemas adhesivos de tipo *self etch* son cada vez más utilizados, así como los recién introducidos, y antes mencionados, sistemas adhesivos universales, que proponen la disponibilidad de ambas estrategias (*etch and rinse* y *self etch*) en un solo frasco, siendo la unión a dentina, estable incluso a través del tiempo^{36,37}.

Existe actualmente una tendencia de simplificar los procedimientos de unión, los datos presentados confirman que el protocolo convencional de tres pasos de grabado *gold standar* otorga resultados más confiables a largo plazo. Sin embargo, el uso de sistemas *self etch*, con el tiempo y avance de tecnología puede tener los mejores resultados en el futuro^{1,26}, ya que disminuyen la sensibilidad de la técnica, dolor postoperatorio y el fracaso de restauraciones por caries secundarias.

La eficiencia de la unión inmediata de los adhesivos contemporáneos es bastante favorable, independientemente del método utilizado. A largo plazo, la efectividad de la unión de algunos adhesivos cae dramáticamente, mientras que la resistencia de unión de otros adhesivos es más estable¹, es por ello que es de vital

importancia generar protocolos basados en la evidencia científica que aporte de información o pautas relevantes para cada caso clínico .

2.4. DIFERENCIAS DE RESULTADOS EN TEJIDOS DENTARIOS

El principal inconveniente de las restauraciones adhesivas de hoy es su durabilidad limitada en boca. Restauraciones adhesivas sólo se mantienen en óptimas condiciones durante 3-5 años³⁴.

Las razones más frecuentes en el fracaso de las restauraciones ,bajo el uso de los sistemas adhesivos más antiguos, son la pérdida de la retención y la adaptación marginal deficiente³⁴.

2.4.1. Adhesión a esmalte

La fundación para la odontología adhesiva moderna fue puesta en 1955, cuando Buonocore informó que los ácidos podrían usarse para alterar la superficie de esmalte y así "hacer este tejido más receptivo a la adhesión". Basando su trabajo en el uso común de ácido ortofosfórico en el área industrial automotriz, para mejorar la adhesión de pinturas y revestimientos acrílicos a las superficies metálicas, Buonocore descubrió que la resina acrílica puede estar unida al esmalte humano que fue acondicionado con ácido ortofosfórico al 85% durante 30 segundos. Este hombre visionario fue capaz de predecir que esta técnica de "unión" podría ser utilizada en diversos procedimientos dentales, incluyendo las restauraciones clases III y V y sellante de fisuras³⁸.

Actualmente las concentraciones de ácido ortofosfórico utilizadas para el acondicionamiento del esmalte son bastante más inferiores que las propuestas por Buonocore^{39,40}.

Una reciente revisión sistemática concluyó sin embargo, que los protocolos de acondicionamiento ácido varían según la recomendación del laboratorio, aceptándose en general concentraciones de entre 30 y 50%, no existiendo diferencias significativas entre tiempos de aplicación de 15, 30 o 60 segundos³⁹.

Silverstone y col. y Galil y Wright, determinaron en la década del 70, que existen cinco patrones de grabado en esmalte, basados en el efecto del ácido sobre este⁴⁰⁻⁴²:

- Tipo I: Disolución preferente del núcleo de los prismas de esmalte, lo que resulta en una apariencia de panal de abejas.
- Tipo II: Disolución preferente de la periferia de los prismas de esmalte, de apariencia similar a los adoquines.
- Tipo III: Una combinación de los patrones I y II
- Tipo IV: Se observa una superficie de esmalte socavado no uniforme

- Tipo V: No hay evidencia de prismas, se observa una superficie lisa que carece de micro-irregularidades.

Con el objetivo de conservar tejido adamantino y generar un patrón de grabado uniforme, se aceptan como los más favorables el tipo I y II^{40,43}.

2.4.2. Dificultades para la adhesión a dentina

La unión de resinas a la dentina es mucho más difícil y menos predecible que la unión al esmalte. La dentina no sólo tiene una estructura histológica más compleja que el esmalte, sino que además varía con la ubicación. En promedio, el esmalte está constituido por un 92% de hidroxiapatita inorgánica en volumen, y la dentina es sólo el 45% de material inorgánico. Los cristales de hidroxiapatita dentinarios están dispuestos al azar en una matriz orgánica que se compone principalmente de colágeno, y no están dispuestos regularmente como lo son en el esmalte⁴⁴.

La dentina debe considerarse no como una entidad separada, sino como parte de un complejo con la pulpa. Contiene numerosos canales o túbulos llenos de líquido que se ejecutan desde la pulpa a la unión amelodentinaria (UAD). El área relativa de dentina ocupada por los túbulos disminuye hacia la UAD de aproximadamente 45.000 por mm² en la cercanía de pulpa, mientras que 20.000 por mm² en la UAD en la dentina coronal. Los investigadores han calculado que los túbulos ocupan un 22 - 28% de la superficie de la sección transversal cerca de la pulpa y sólo el 1-4% cerca del esmalte^{45,46}. Un proceso odontoblástico se extiende desde la pulpa en la parte interior de cada túbulo⁴⁷.

El fluido en los túbulos, similar al plasma, está bajo una ligera pero constante presión hacia el exterior de la pulpa. La presión intrapulpar se estima que es de 25-30 mm Hg (o de 34-40 cm H₂O)⁴⁸.

Las variaciones en la estructura de la dentina y la composición se producen no sólo con diferencias en profundidad, sino también de una región a otra del diente. Las características de permeabilidad (o conductancia hidráulica) de la dentina ilustran claramente estas variaciones regionales. Por ejemplo, la permeabilidad de la dentina oclusal es mayor en los cuernos pulpares que en el centro de la superficie oclusal, la dentina proximal es más permeable que la dentina oclusal y la dentina coronal es más permeable que la dentina radicular^{49,50}.

Cuando se unen los materiales restauradores a la dentina expuesta durante la preparación del diente, la complejidad inherente a la morfología de la dentina se complica aún más por la formación de un barro dentinario o *smear layer*⁵¹. El *smear layer* consta de detritus como resultado de la instrumentación. Dependiendo en parte del tipo de instrumento de corte utilizado, la capa de barrillo es generalmente de 0,5 a 5,0 µm de espesor, pero ocluye igualmente los orificios de los túbulos dentinarios. Aunque el *smear layer* actúa como una "barrera de difusión" que disminuye la

permeabilidad de la dentina, también puede ser considerado como una obstrucción que impide que la resina llegue a la dentina subyacente⁵².

El *smear layer* constituye una verdadera barrera física. Existen dos estrategias para su tratamiento, el primero corresponde en la incorporación de este *smear layer* con los monómeros del adhesivo y la otra estrategia, a la eliminación de esta capa por medio del acondicionamiento de la superficie³⁵.

Las alteraciones en el contenido mineral y la estructura de la dentina afectada por caries o dentina esclerótica representan otra fuente de dificultades en las resinas de unión a dentina.

La penetración de la resina en la dentina esclerótica es menor que en la dentina normal, y esto puede comprometer el resultado de los procedimientos de unión.

2.4.3. Adhesión en dentina esclerótica

La dentina esclerótica es un sustrato de dentina alterada, creado por ciclos repetidos de desmineralización y remineralización. La superficie de dicha dentina alterada es hipermineralizada y los túbulos dentinarios están llenos de cilindros de minerales que hacen que este sustrato sea más resistentes a la desmineralización por monómeros de resina o ácidos aplicados antes de la unión de resina¹⁸.

Otra definición de dentina esclerótica: “es un tejido en el que existe obliteración parcial o total de los túbulos dentinarios, producido por la continua deposición de dentina peritubular. Los aspectos micro-morfológicos de la dentina esclerótica revelan una marcada obliteración tubular, representada por la reducción del diámetro de los túbulos dentinarios”⁵³.

Independiente de la estrategia adhesiva escogida, cuando el sustrato se encuentra alterado morfológica y estructuralmente, como sucede en la dentina esclerótica, representa un mayor desafío para la adhesión^{17,54}. Esta variabilidad del tejido se encuentra con frecuencia en la práctica clínica, y se caracteriza por presentar una capa superficial hipermineralizada y la obliteración total o parcial de los túbulos a consecuencia de la deposición mineral, generando obstáculos para la hibridización por parte del sistema adhesivo^{17,55-57}.

Las causas de esta deposición mineral son multifactoriales, por ejemplo, las tensiones oclusales, los estímulos crónicos de baja intensidad y de alta frecuencia (erosión, atrición), y la colonización bacteriana subsecuente a la caries dentaria⁵⁷. Por lo que es común encontrarla en áreas donde la dentina queda expuesta a estos estímulos^{17,54,57-59}.

En la literatura se expone que el tratamiento previo más indicado para aumentar la resistencia de la unión al esmalte y la dentina de forma simultánea es EDTA, sin importar qué tipo de sistema adhesivo *self etch* se vaya a emplear⁶⁰.

Estudios *in vitro* han demostrado que la dentina esclerótica es responsable de la disminución de la resistencia de unión cuando es comparada con la dentina sana, debido a su ya reportada resistencia al acondicionamiento ácido^{11,54,56,61}.

En otros estudios *in vitro*, se comparan los resultados de la adhesión en lesiones cervicales naturales y artificiales (generadas por fresado), las primeras contenían dentina esclerótica, mientras que las lesiones artificiales estaban compuestas por dentina normal. Los valores obtenidos dan cuenta de que la fuerza adhesiva que se genera en la interfase diente – restauración en superficies con dentina esclerótica otorga valores absolutos inferiores de resistencia mecánica^{62,63}.

En algunos protocolos de preparación de superficie previo al acondicionamiento de ésta, se propone el fresado con piedras de diamante de la superficie, que genera un aumento del área disponible y más rugosa para la adhesión, pero la evidencia científica indica que tal procedimiento no es recomendable porque no aumenta la resistencia mecánica de la restauración. Las tendencias actuales son más conservadoras y proponen incorporar dicho tejido en ventaja de la longevidad del diente a restaurar⁶⁴⁻⁶⁶.

También ha sido posible observar que los depósitos mineralizados dentro de los túbulos dentinarios dificultan la formación de *tags* de resina, promoviendo además, un menor espesor de la capa híbrida^{9,55,59}.

La microestructura de la interfase dentina esclerótica-resina en comparación con la producida en la dentina normal, son muy diferentes. En la interfase dentina esclerótica – resina se forma una zona de interdifusión resina-dentina o capa híbrida con un grosor limitado a la dentina intertubular hipermineralizada. Además, de *tags* de resina muchos más cortos en los túbulos dentinarios, ya que su diámetro disminuye por la esclerosis del túbulo debido al aumento de la aposición de dentina peritubular y la deposición de minerales intratubular irregulares⁵⁵.

En consecuencia, es razonable predecir que los adhesivos en dentina, con una estrategia o protocolo de adhesión, que implica principalmente la unión micromecánica por las formaciones de una zona de interdifusión resina-dentina combinado con el desarrollo de *tags* de resina en los túbulos dentinarios, será menos eficaz cuando se aplica a la dentina esclerótica que a la dentina afectada normal. Por lo tanto, esto fundamenta que la dentina debe tener un tratamiento previo de la superficie a la aplicación del sistema adhesivo, para generar una mayor recepción y difusión de este último. Las investigaciones futuras deberían estar encaminada a desarrollar sistemas adhesivos que unan igualmente a varios tipos de dentina⁵⁵.

Fueron sugeridos métodos para mejorar la adhesión a este sustrato como la remoción de la capa hipermineralizada con puntas diamantadas o por medio de

acondicionamientos con ácidos fuertes, obteniendo resultados controversiales sin ninguna respuesta efectiva, mostrando principalmente que la aplicación de ácido ortofosfórico, no es capaz de acondicionar efectivamente este sustrato hipermineralizado, así como el uso de piedras diamantadas crea un *smear layer* espeso que agrega mayor dificultad a la hibridización cuando se utilizan sistemas de tipo *self etch*^{17,54,55,66-68}.

Las superficies de dientes con dentina acondicionada con EDTA tiene una resistencia significativamente mayor en las propiedades de resistencia mecánica en respuesta a fuerzas de tracción⁶⁹.

Por lo mismo, la interfase resina-dentina, que se genera con el acondicionamiento con EDTA proporciona capas híbridas más gruesas que las de las no acondicionadas, constituyendo una ventaja puesto que esta misma capa, sin esta solución, es mínima⁶⁹.

En vista de esta situación, se ha estado sugiriendo el uso del acondicionamiento con EDTA^{60,69,70}, como agente quelante para eliminar el *smear layer* y desmineralizar de forma selectiva la dentina, mejorando los valores de resistencia de unión de los adhesivos *self etch* de forma inmediata, así como a largo plazo en pruebas de longevidad, reduciendo la degradación de la interfase^{60,70-72} al compararlo con el ácido ortofosfórico, entre otros tipos de agentes acondicionadores^{60,69,73}.

En estudios *in vitro*, se ha probado con la duplicación del tiempo clínico de aplicación del ácido ortofosfórico, pero los resultados no fueron significativamente suficientes, para promover este protocolo.

El EDTA es una molécula que contiene cuatro grupos de ácido carboxílico que actúan como un leve quelante del calcio, esto ocasiona la disolución selectiva de la hidroxiapatita, evitando así grandes alteraciones estructurales del sustrato⁷⁴, brindando soporte a las fibras colágenas haciéndolas menos susceptibles a la deshidratación⁷⁵.

Otro factor a favor del EDTA, es su capacidad de inhibir las metaloproteinasas (MMPs), enzimas colagenolíticas propias de la matriz dentinaria que juegan un rol principal en la degradación del colágeno en el proceso de caries⁷⁶⁻⁷⁸. El colágeno que prima en este tejido principalmente, es colágeno tipo I^{7,35}.

Las MMPs degradan la estructura de las fibrillas de colágeno de la dentina expuesta¹⁸, esto debilita la interfase diente – restauración debilitando de forma progresiva esta unión⁷⁷, disminuyendo las propiedades mecánicas de la restauración y con esto la longevidad de esta misma.

La red de colágeno es de vital importancia, la existencia de fibrillas de colágeno no protegidos dentro de la capa híbrida compromete la longevidad de las

restauraciones. Esta estructura se conserva mejor después de la aplicación de EDTA⁷¹.

Sin embargo, a pesar de los excelentes resultados que muestra esta técnica de acondicionamiento con EDTA al 17%, el tiempo clínico de aplicación que según algunos autores garantiza un acondicionamiento eficaz, es muy elevado (2 minutos)^{18,72,79-82}, lo que va en contra de la tendencia de simplificación y rapidez procedimental que se busca en la actualidad.

En un estudio que pretendía determinar la concentración ideal para el acondicionamiento con EDTA por 2 minutos en las concentraciones: 1,5%, 5%, 15% y 24%, se determinó que la concentración de EDTA debía ser entre 15 a 24% donde se obtenían resultados aceptables sin alterar la resistencia y colágeno remanente. Las dos primeras concentraciones (1,5% y 5%) no presentaban resultados significativos, ya que no producían el suficiente acondicionamiento de la superficie⁷⁹.

En otro estudio, se empleó la concentración de EDTA 24% pero esta vez variando el tiempo de aplicación (30, 60, 120, o 240 segundos), sin instrumentar la superficie, donde se concluyó que la duración de la aplicación del EDTA en gel como acondicionamiento de superficies de dentina no es necesario que supere la de ácido ortofosfórico (30 segundos) en la práctica clínica para obtener un nivel aceptable de resistencia de la unión⁸⁰.

Por lo tanto, se hace necesario realizar estudios que intenten mejorar esta técnica adhesiva, reduciendo los tiempos clínicos, para hacerla viable a su aplicación por los profesionales, garantizando así la incorporación de un protocolo confiable, confortable que además brinde mayor resistencia y longevidad a las restauraciones adhesivas que enfrentarán desafíos en la cavidad bucal. Existe un aumento del reporte de casos de erosión dental en pacientes jóvenes en el literatura⁸³, estos fundamentaría aún más la búsqueda de este protocolo, porque desde edades tempranas los dientes deberían ser restaurados

A largo plazo la superficie desmineralizada de dentina humana por EDTA no causa una reducción significativa de sus propiedades mecánicas. La estructura de las fibrillas de colágeno observadas por medio de microscopio electrónico de transmisión (MET) permite ver una apariencia normal de estas fibrillas, que clínicamente se traducen a una resistencia normal a pruebas mecánicas⁷⁶.

La microscopía electrónica de transmisión también revela que, además de la oclusión de los túbulos por cristales minerales, muchas partes de lesiones cervicales en forma de cuña presentan zonas en la superficie de hipermineralización que se resiste a la acción de agentes químicos. Esta capa tisular impide la hibridación correcta de la dentina esclerótica subyacente¹⁷.

En un estudio in vitro determinaron, por lo menos, cuatro factores que pueden influir en la disminución global de la resistencia de la unión en las lesiones cervicales con presencia de dentina esclerótica⁵⁹:

- a) La presencia de una matriz intermicrobial de bacterias que quedan atrapadas y que puede haber debilitar la unión¹⁷.
- b) La incapacidad de difusión del adhesivo en los túbulos, por la presencia de esta capa hipermineralizada espesa.
- c) La presencia del colágeno desnaturalizado en la base de la capa superficial hipermineralizadas.
- d) Resistencia a la degradación de la dentina tubular y que evita que la resina difunda en ellos para la formación de los *tags*.

En vista del envejecimiento de la población, que conserva una mayor cantidad de dientes naturales, pero en una forma desgastada, que exige al odontólogo la restauración estética con el fin de restablecer la anatomía del diente, la dimensión vertical oclusal y la función masticatoria⁵³, se requieren estudios que utilicen la dentina esclerótica como sustrato.

Se puede determinar mediante esta revisión bibliográfica que estudios previos han sugerido que la unión a la dentina esclerótica en humanos se puede mejorar cambiando los protocolos de adhesión que normalmente se emplean para dentina sana.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Evaluar la resistencia de unión de esmalte y dentina esclerótica acondicionada con EDTA en diferentes concentraciones y tiempos previo a la aplicación de un sistema adhesivo universal.

2.1. Objetivos específicos

- Evaluar la resistencia de unión (MPa) inmediata (24hrs) y longevidad (12 meses) del acondicionamiento con EDTA según las concentraciones 17 y 35%, sobre dentina esclerótica, asociado a un sistema adhesivo universal, en relación a los grupos *etch and rinse* (control positivo) y *self etch* (control negativo).
- Evaluar la resistencia de unión (MPa) inmediata (24hrs) y longevidad (12 meses) del acondicionamiento con EDTA sobre dentina esclerótica, según los tiempos de aplicación 15, 30 y 120 segundos, asociado a un sistema adhesivo universal, en relación a los grupos *etch and rinse* (control positivo) y *self etch* (control negativo).
- Comparar la resistencia de unión (MPa) inmediata (24hrs) y longevidad (12 meses) del sistema *etch and rinse* y *self etch*, sobre dentina esclerótica, asociado a un sistema adhesivo universal.
- Evaluar la resistencia de unión (MPa) inmediata (24hrs) del acondicionamiento con EDTA según las concentraciones 17 y 35%, sobre esmalte, asociado a un sistema adhesivo universal, en relación a los grupos *etch and rinse* (control positivo) y *self etch* (control negativo).
- Evaluar la resistencia de unión (MPa) inmediata (24hrs) del acondicionamiento con EDTA sobre esmalte, según los tiempos de aplicación 15, 30 y 120 segundos, asociado a un sistema adhesivo universal, en relación a los grupos *etch and rinse* (control positivo) y *self etch* (control negativo).
- Comparar la resistencia de unión (MPa) inmediata (24hrs) del sistema *etch and rinse* y *self etch*, sobre el esmalte, asociado a un sistema adhesivo universal.

4. HIPÓTESIS DE TRABAJO

1. El acondicionamiento previo de la dentina esclerótica con diferentes concentraciones de EDTA (17 y 35 %) influirá en la resistencia de unión (MPa) en comparación con un sistema adhesivo *self etch* (control negativo) o *etch and rinse* con ácido ortofosfórico 35 % (control positivo).
2. El acondicionamiento previo de la dentina esclerótica con EDTA en diferentes tiempos de aplicación (15, 30, 120 s) influirá en la resistencia de unión (MPa) en comparación con un sistema adhesivo *self etch* (control negativo) o *etch and rinse* con ácido ortofosfórico al 35 % (control positivo).
3. El acondicionamiento previo bajo el uso de un sistema *etch and rinse* con ácido ortofosfórico (control positivo) o no (control negativo – *self etch*) de la dentina esclerótica influirá en la resistencia de unión (MPa) de un sistema adhesivo universal.
4. El acondicionamiento previo del esmalte con diferentes concentraciones de EDTA (17 y 35 %) influirá en la resistencia de unión (MPa) en comparación con un sistema adhesivo *self etch* (control negativo) o *etch and rinse* con ácido ortofosfórico 35 % (control positivo).
5. El acondicionamiento previo de esmalte con EDTA en diferentes tiempos de aplicación (15, 30, 120 s) influirá en la resistencia de unión (MPa) en comparación con un sistema adhesivo *self etch* (control negativo) o *etch and rinse* con ácido ortofosfórico al 35 % (control positivo).
6. El acondicionamiento previo bajo el uso de un sistema *etch and rinse* con ácido ortofosfórico (control positivo) o no (control negativo – *self etch*) del esmalte influirá en la resistencia de unión (MPa) de un sistema adhesivo universal.

5. MATERIALES Y MÉTODO

5.1. Tipo de estudio

Estudio experimental *in vitro*.

5.2. Población y unidad de estudio

- **Universo:** Dientes de bovinos de un matadero establecido, obtenidos después de ser sacrificados para el consumo humano.
- **Muestra:** Dientes incisivos de bovinos de animales de más 3 años de edad, obtenidos después de ser sacrificados para el consumo humano.
- **Unidad de estudio:** Diente incisivo de bovino.

5.3. Cálculo y selección de la muestra

Para el cálculo de la muestra, se obtuvo de la literatura el valor referencial para el grupo control (32,52 MPa para *self etch*)⁸⁴, con el cual se calculó la magnitud del efecto (20 MPa) para test de superioridad de medida continua, con un poder estadístico $(1 - \beta)$ de 80% y un nivel de significancia (α) de 5, los cuales indican utilizar un total de 5 unidades experimentales mínimo por grupo ($n=5$). Según la fórmula a continuación.

$$n = f\left(\frac{\alpha}{2}, \beta\right) \times 2 \times \frac{\sigma^2}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$$

Donde, μ_1 y μ_2 son los resultados de las medias en el grupo control y el experimental, respectivamente, y:

$$f(\alpha, \beta) = [\phi^{-1}(\alpha) + \phi^{-1}(\beta)]^2$$

ϕ^{-1} es la función de la distribución acumulada de una desviación normal estandarizada, ajustada por el entrecruzamiento basado en la fórmula:

$$n_{adj} = n \times \frac{10.000}{(100 - c_1 - c_2)^2}$$

Donde c_1 y c_2 son el porcentaje de entrecruzamiento en el grupo control y el grupo experimental, respectivamente.

Este trabajo fue sometido al Comité de Bioseguridad de la Universidad de Valparaíso para su revisión y aprobación (ANEXO 1). De matadero establecido, “Frigorífico Don Pedro” (ANEXO 2), ubicado en Quilpué, Región de Valparaíso, se obtuvieron 80 incisivos de bovinos⁶⁹ de animales con más de 3 años de edad que ya habían sido sacrificados para el consumo humano. Estos dientes presentaron dentina expuesta naturalmente en los bordes incisales y, por lo tanto, no se realizó ninguna modificación.

Los 80 dientes se dividieron en dos grupos, 40 dientes se destinaron para pruebas en dentina esclerótica y los 40 dientes restante para realizar pruebas en esmalte seleccionados mediante agrupación decisional.

Grupos	Tipo de Grupo	Descripción	n
D-SN	Control Negativo	Técnica Self Etch	5
D-ACFO35-15	Control Positivo	Técnica Etch and rinse con acondicionamiento con ácido ortofosfórico 35% durante 15 seg.	5
D-EDTA17-15	Experimental	Acondicionamiento con EDTA 17% durante 15 seg.	5
D-EDTA17-30	Experimental	Acondicionamiento con EDTA 17% durante 30 seg.	5
D-EDTA17-120	Experimental	Acondicionamiento con EDTA 17% durante 120 seg.	5
D-EDTA35-15	Experimental	Acondicionamiento con EDTA 35% durante 15 seg.	5
D-EDTA35-30	Experimental	Acondicionamiento con EDTA 35% durante 30 seg.	5
D-EDTA35-120	Experimental	Acondicionamiento con EDTA 35% durante 120 seg.	5
TOTAL			40

Tabla I. Resumen de grupos controles y experimentales para estudio en dentina esclerótica.

Grupos	Tipo de Grupo	Descripción	n
E-SN	Control Negativo	Técnica Self etch	5
E-ACFO35-15	Control Positivo	Técnica Etch and rinse con acondicionamiento con ácido ortofosfórico 35% durante 15 seg.	5
E-EDTA17-15	Experimental	Acondicionamiento con EDTA 17% durante 15 seg.	5
E-EDTA17-30	Experimental	Acondicionamiento con EDTA 17% durante 30 seg.	5
E-EDTA17-120	Experimental	Acondicionamiento con EDTA 17% durante 120 seg.	5
E-EDTA35-15	Experimental	Acondicionamiento con EDTA 35% durante 15 seg.	5
E-EDTA35-30	Experimental	Acondicionamiento con EDTA 35% durante 30 seg.	5
E-EDTA35-120	Experimental	Acondicionamiento con EDTA 35% durante 120 seg.	5
TOTAL			40

Tabla II. Resumen de grupos controles y experimentales para estudio en esmalte.

La utilización de dientes de bovino se fundamentó, en su gran similitud en las características microestructurales con los tejidos dentarios de los dientes de humano^{85,86}.

En estudios *in vitro*, en los cuales se comparaba dientes humanos y de bovinos, sometidos a pruebas de desgaste dentina, por medio de erosión y abrasión, dio por resultado que no existía diferencias significativas entre ambos resultados, sustentando el uso de los dientes de bovinos como sustitutos de los dientes humanos⁸³.

Se fundamenta el uso de incisivos de bovinos por los siguientes motivos:

En primer lugar, es más fácil obtener un número suficiente de dientes bovinos sanos que los dientes humanos. En segundo lugar, el área de superficie más grande de los incisivos de la especie bovina permite la preparación de más de un espécimen de prueba del mismo diente. Por lo tanto, las muestras de control se pueden obtener de la misma superficie⁸³.

5.4. Criterios de inclusión

- Incisivos de bovinos de animales con más de 3 años de edad⁸⁷, que hayan sido sacrificados para el consumo humano, obtenidos de matadero establecido.
- Dientes incisivos que presentaron dentina expuesta naturalmente en los bordes incisales (aspecto vítreo) y, por lo tanto, no se realizó ninguna modificación en su superficie (Ver figura 3).
- Dientes que presentaron esmalte indemne.



Figura 3. Esquema de diente seleccionado para el estudio.
Elaboración propia.

5.5. Criterios de exclusión

- Dientes con insuficiente superficie de dentina esclerótica.
- Diente con dimensiones no compatibles con las pruebas a realizar.
- Dientes con otras alteraciones (ej. fracturas verticales u horizontales).
- Dientes temporales.

5.6. Diseño de instrumento de recolección de datos

Los datos obtenidos de las pruebas de microtracción y microcizallamiento, se registraron en una planilla diseñada para este objetivo (ANEXO 3). Los días en que se realizaron las pruebas, fueron siempre consignadas por el investigador a cargo del proceso.

5.7. Calibración y estandarización

Para la realización del estudio, se le asignó a cada investigador (3) una tarea específica:

Investigador 1	Corte de los cuerpos de prueba.
Investigador 2	Aplicación de los protocolos de acondicionamiento y restauración.
Investigador 3	Microtracción de los cuerpos de prueba.

Tabla III. Distribución de los roles según investigador a cargo.

Los investigadores fueron preparados, por el docente guía, con el objetivo de conocer y manipular correctamente el equipo y los materiales necesarios para llevar a cabo su tarea.

Los protocolos de acondicionamiento y restauración para los grupos controles y experimentales están estandarizados y se describen en el ANEXO 4.

5.8. Metodología de trabajo

5.8.1. Variables

Variables	Tipo de variable	Unidad de medida	Definición conceptual	Definición operacional
Resistencia de unión adhesiva	Cuantitativa. Continua.	MPa	Capacidad de una restauración de oponerse al desalojo ante fuerzas externas (extrusivas).	Resistencia microtraccional a una velocidad de 0.5mm/min, para evaluar la resistencia de unión adhesiva con resultados registrados en megapascales (MPa). Medidas registradas a las 24 horas y 12 meses.
Tiempo	Cuantitativa. Ordinal.	Segundos	Dimensión física que representa la sucesión de estados por los que pasa la materia.	Medida con cronómetro en segundo.
Concentraciones EDTA	Cuantitativa. Nominal.	Molaridad (Porcentaje)	Proporción entre la cantidad de soluto (EDTA) y disolvente presente en una disolución.	Concentraciones determinadas 35% y 17%, estandarizadas mediante la titulación de las soluciones.

Tabla IV. Variables del estudio.

5.8.2. Planificación

ETAPAS Y/O ACTIVIDADES	MES (mes/año)															
	0 9 / 1 5	1 0 / 1 5	1 1 / 1 5	1 2 / 1 5	0 1 / 1 6	0 2 / 1 6	0 3 / 1 6	0 4 / 1 6	0 5 / 1 6	0 6 / 1 6	0 7 / 1 6	0 8 / 1 6	0 4 / 1 7	0 5 / 1 7	0 6 / 1 7	0 7 / 1 7
- Revisión de la literatura y actualización de marco teórico.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
- Recolección de dientes Bovinos. Desinfección y almacenamiento de estos en los laboratorios de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso.	x	x	x													
- Compra de materiales e insumos																
- Piloto y calibración en técnicas de evaluación de microtracción, nanoinfiltración, patrón de acondicionamiento, manipulación de muestras y tabulación de datos.		x	x													
- Realización de evaluaciones microtracción y nanoinfiltración de dentina esclerótica, en los laboratorios de la Facultad de Odontología UV			x	x				x	x							
- Colecta, análisis e interpretación de datos				x	x				x	x						
- Divulgación de resultados en congresos y formato de tesis 2016												x				
- Cierre del proyecto, ciclo 2016 y entrega informe escrito												x				
- Nueva revisión bibliográfica, y actualización de introducción, marco teórico, objetivos e hipótesis de trabajo												x	x	x	x	x
- Realización de pruebas de microtracción de muestras para estudio de longevidad y tabulación de datos												x	x	x		
- Preparación de nuevas muestras destinadas para estudio del esmalte. Aplicación de test de microcizallamiento y tabulación de datos													x	x	x	
- Colecta, análisis e interpretación de los nuevos resultados.																x
- Divulgación de resultados en congresos y formato de tesis 2017. Cierre final del proyecto.															x	x

Tabla V. Carta Gantt del estudio.

5.8.3. Almacenamiento y preparación de los especímenes



Figura 4. Esquema del almacenamiento de las muestras.
Elaboración propia.

Los dientes fueron desinfectados (cloramina 0,5%) y almacenados en agua destilada hasta su utilización⁽⁸⁸⁾. Las raíces fueron seccionadas con un disco de diamante a baja velocidad con refrigeración constante de agua en una máquina de corte (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, EE.UU.)³⁰. La cámara pulpar expuesta, fue limpiada y sellada. El borde incisal con dentina esclerótica fue limpiado frotando un detergente aniónico por 30 segundos y enjuagado con abundante agua por 30 segundos adicionales.

Los dientes seleccionados se montan en un dispositivo, el que es necesario para realizar el corte posteriormente.

5.8.4. Preparación y estandarización de EDTA

Para los procesos de preparación y estandarización de las soluciones de EDTA al 17% p/v y 35% p/v se realizaron los procedimientos detallados a continuación. Cabe destacar, que ambos procedimientos fueron realizados en laboratorios de la Escuela de Ingeniería Bioquímica de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

- **Preparación de las soluciones de EDTA**

Para llevar a cabo la preparación de las soluciones de EDTA al 17% p/v y 35% p/v es importante saber que un parámetro trascendental a considerar y controlar durante su realización es el pH. Esto se debe a que el EDTA a un pH bajo (menor a 6) precipita formando una mezcla de color blanco y espesa, por lo que es necesario mantener la solución a un pH ligeramente básico (mayor a 7,6) para así aumentar la solubilidad del EDTA en el agua y evitar el problema recientemente mencionado⁸⁹. Para el monitoreo del pH se utilizó un sensor de pH (pH-metro), el cual estuvo en contacto constante con la solución mientras fue preparada. Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó el siguiente procedimiento para la preparación de ambas soluciones de EDTA:

1. En un vaso precipitado se colocaron 100 [ml] de agua destilada y se pusieron a calentar en una placa calefactora a una temperatura no mayor a 25 [°C]. Además, se agregó un agitador magnético para obtener posteriormente una mezcla homogénea.
2. Se calibró previamente el pH-metro y luego se puso en contacto con la solución a preparar. Una vez calentada el agua se agregó una cantidad determinada de

NaOH, de forma que la solución tuviese un pH básico (superior a 8) permitiendo la posterior solubilización del EDTA.

3. Se agregó una cantidad determinada de EDTA, asegurando que el pH de la solución descendiera de 7,6.
4. Dado que el pH disminuye con la adición del EDTA, se volvió a agregar una cantidad determinada de NaOH para aumentar este parámetro a un valor mayor a 8, repitiéndose el mismo procedimiento descrito desde el punto 3 al 5.

Una vez lograda la solubilización del EDTA fue necesario para cada una de las diferentes concentraciones, verter la solución en un matraz de aforo de 100 [ml] completar el volumen con agua destilada. Luego la solución fue guardada y almacenada en un frasco de vidrio para su posterior uso.

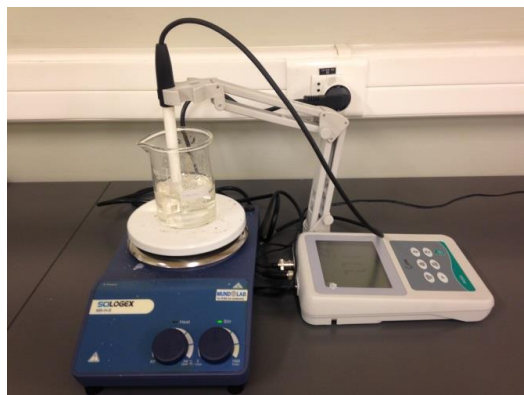


Figura 5. Montaje de equipos y materiales de laboratorio para la preparación de las soluciones de EDTA. *Palma J, 2016.*

• Estandarización de las soluciones de EDTA

Para estandarizar las soluciones de EDTA al 17% p/v y 35% p/v de acuerdo al procedimiento descrito en el punto anterior, se llevó cabo el método de valoración o titulación complexométrica.

1. Se puso en una bureta graduada la solución de EDTA a titular y se registra el volumen contenido (Ver figura 6).
2. Mediante una pipeta graduada se tomó un volumen determinado (V_1) de una solución de concentración conocida (C_1) del patrón primario Carbonato de Calcio (CaCO_3) y se vertió en un matraz Erlenmeyer (Ver figura 7).



Figura 7. Instrumentos utilizados para el procedimiento. *Palma J, 2016.*

3. Se agregó 10 [m] de una solución buffer de pH 10 (NH₃-NH₄Cl) a la solución de CaCO₃.
4. Se agregó una punta de espátula del indicador metalocrómico Negro de eriocromo T en el matraz, adquiriendo la solución de CaCO₃ un color rojo vinoso. (Ver figura 8 y 9).
5. Una vez preparada la solución en el matraz, se inició la titulación abriendo y regulando el goteo de la bureta, dejando pasar la solución de EDTA al matraz.
6. Cuando el líquido contenido en el matraz cambió de un color rojo vinoso a uno violeta se dió por finalizada la titulación, cerrando el paso de la solución de EDTA en la bureta. (Ver figura 10, 11 y 12).
7. Se registró el volumen gastado de la solución de EDTA (V₂), teniendo en cuenta el volumen agregado inicialmente a la bureta. Este procedimiento se debió realizar por triplicado.



Figura 8. Patrón primario de CaCO₃. Palma J, 2016.



Figura 9. Solución color rojo vinoso obtenida. Palma J, 2016

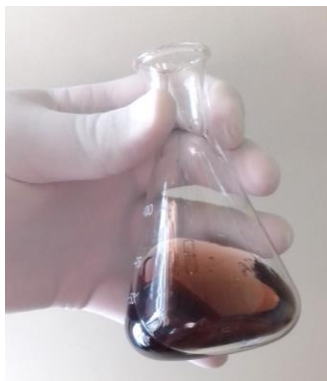


Figura 10. Solución color rojo vinoso obtenida. Palma J, 2016



Figura 11. Solución color violeta obtenida. Palma J, 2016.



Figura 12. Solución color violeta obtenida. Palma J, 2016

Una vez finalizada la titulación y con los datos de volumen y concentración de la solución de CaCO₃ y el volumen consumido de la solución de EDTA a valorar, fue posible determinar la concentración de esta última solución (C₂) mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Fórmula 1 : } C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

Donde,

C₁: Concentración de solución valorante (CaCO₃), [M]

V₁: Volumen de solución valorante (CaCO₃), [ml]

C₂: Concentración desconocida de solución de EDTA, [M]

V₂: Volumen consumido de solución de EDTA, [ml]

5.8.5. Prueba de resistencia de unión a la microtracción en dentina esclerótica (μTBS)

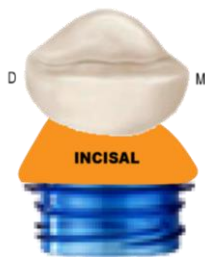


Figura 13.
Esquema de diente
montado en
dispositivo.
Elaboración propia.

Para esta evaluación, 40 dientes fueron distribuidos aleatoriamente en 8 grupos (n=5), según las variables de concentración de EDTA (%) y tiempo de aplicación (segundos, s) siendo: Control positivo, *etch and rinse* con acondicionamiento ácido ortofosfórico 35% por 15 s [ACFO35-15] y control negativo, sólo adhesivo *self etch* [SN]; grupos experimentales: EDTA 17% aplicado por 15s [EDTA17-15], EDTA 17% aplicado por 30s [EDTA17-30], EDTA 17% aplicado por 120s [EDTA17-120], EDTA 35% aplicado por 15s [EDTA35-15], EDTA 35% aplicado por 30s [EDTA35-30], EDTA 35% aplicado por 120s [EDTA35-120]. Todos aplicados en la superficie incisal del diente con dentina esclerótica expuesta.

Luego, el adhesivo fue aplicado en estricta conformidad con las instrucciones del fabricante; todos los procedimientos adhesivos y restauradores fueron realizados por un único operador en ambiente controlado (24°C) (ANEXO 5).

El sistema adhesivo fue fotoactivado usando un dispositivo LED de 600 mW/cm² de intensidad (LEdition, Ivoclar Vivadent, Austria). Posterior a los procedimientos adhesivos todos los dientes fueron restaurados con una resina compuesta de restauración (Filtek Z350XT, 3M ESPE, EEUU.) (ANEXO 6) en dos incrementos de 2mm, siendo cada incremento fotoactivado por 40 segundos con el mismo LED (Ver figura 14).

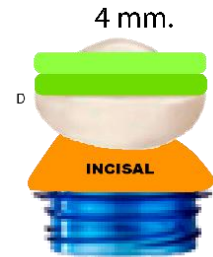


Figura 14. Esquema de diente restaurado con dos incrementos de resina compuesta. *Elaboración propia.*

Los dientes restaurados fueron almacenados en agua destilada a 37°C por 24 horas. y luego llevados a una máquina de corte (Isomet 1000, Buehler Ltd., Lake Bluff, Illinois, EUA). Con ayuda de un disco diamantado (15 HC-4in, Buehler Ltd., Lake Bluff, Illinois, EUA) bajo irrigación a 300 rpm, fueron seccionados en dos secuencias de cortes perpendiculares una en el eje X y otra en el eje Y obteniendo especímenes con un área de sección transversal de $0,8 \pm 0,1 \text{ mm}^2$ medido con un paquímetro digital(32,66,82,90) (Digimatic Caliper, Mitutoyo, Kanagawa, Tokio, Japón)(Ver figura 15).

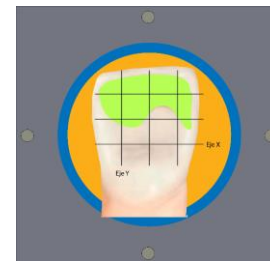


Figura 15. Esquema de diente cortado en máquina de corte, dos secuencias de corte en eje X e Y. *Elaboración propia.*

Seguidamente los especímenes obtenidos (Ver figura 16), de cada diente por grupo, fueron almacenados en tubos Eppendorf con agua destilada en una estufa a temperatura controlada (37°C) por un período de 24 horas y 12 meses (Ver figura 17).

Posteriormente, cumplido los tiempos de almacenamiento de los especímenes se midió el área transversal de cada uno de ellos (Ver figura 18), y posteriormente, fueron sometidos a fuerzas de tracción, a través del test de microtracción, con ayuda de una máquina de microtracción (OM100, Odeme, Joenville, SC, Brazil) a una velocidad de 0.5mm/min.

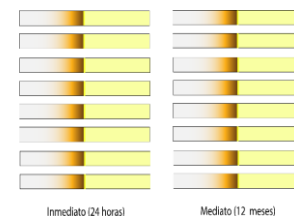


Figura 16. Esquema de los especímenes obtenidos. *Elaboración propia.*

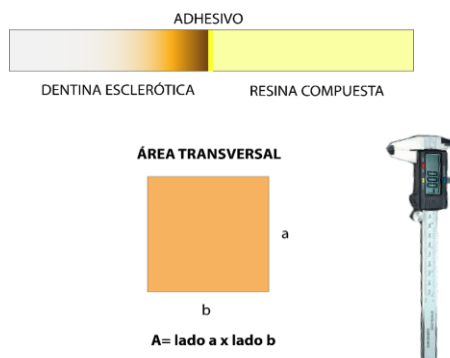


Figura 18. Esquema que muestra la medición de los lados del espécimen, para obtener área transversal. *Elaboración propia.*

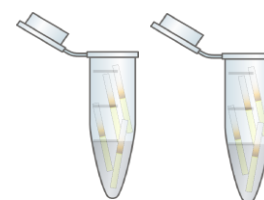


Figura 17. Esquema que muestra los especímenes almacenados por 24 horas y 12 meses. *Elaboración propia.*

Se utilizaron los dispositivos Geraldeli jig (Odeme, Biotechnology, Joaçaba, SC, Brasil) con gel de cianocrilato (La Gotita® Gel, Akapol S.A, Argentina). (Ver figuras 19, 20 y 21).



Figura 19. Máquina de microtracción OM 100, registra en su pantalla la fuerza en Kg_f (kilogramos-fuerza). *Palma J, 2016.*

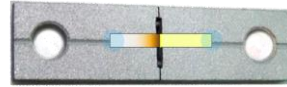


Figura 20. Esquema de espécimen fijado con gel de cianocrilato en el dispositivo. *Elaboración propia.*

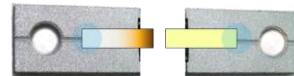


Figura 21. Esquema de espécimen posterior a test de microtracción (fractura). *Elaboración propia.*

Los datos de fuerza se registraron en kilogramos-fuerza (Kgf), posteriormente se convirtieron en unidad Newton con la fórmula de resistencia de unión adhesiva microtraccional que se detalla a continuación:

$$N = F \times 9,81$$

Donde,

N es la fuerza obtenida en unidad Newton
 F es la fuerza registrada en kilogramos-fuerza (Kgf)
 9,81 es la constante de conversión a N

Posteriormente, los valores de resistencia de unión adhesiva microtraccional (μTBS), se calcularon usando la siguiente fórmula:

$$\mu TBS = \frac{N}{A}$$

Donde,

A corresponde al área transversal (mm²) de cada espécimen
 N es la fuerza obtenida en Newton

El valor obtenido corresponde a la resistencia de unión adhesiva microtraccional, medido en megapascales (MPa) para cada espécimen del estudio.

5.8.6. Prueba de resistencia de unión a microcizallamiento resina-esmalte (μ SBS)

Figura 22. Esquema resumen del procedimiento.

1. Seccionamiento del espécimen de prueba.
2. Montaje de muestra en dispositivo y perforación de cinta doble contacto.
3. Adhesión de cinta a superficie de esmalte y aplicación de protocolos de acondicionamiento.
4. Aplicación de adhesivo universal*.
5. Aireado adhesivo.
6. Fotopolimerización adhesivo.
7. **Repetir pasos 4, 5 y 6.**
8. Retiro de papel de cinta doble contacto y adhesión de tubos Tygon.
9. Condesación de resina compuesta en tubos Tygon con dicalero.
10. Fotopolimerización de Resina compuesta.
11. Almacenamiento por 24 hrs. A T° de 37°C.
12. Retiro de tubos Tygon.
13. Prueba de resistencia de unión de microcizallamiento resina-esmalte (μ SBS)

* **No repetir paso en grupo con sistema *self etch* (control negativo)**

Tomado y adaptado de Loguercio y cols. "Does active application of universal adhesives to enamel in self-etch mode improve their performance?"⁹²



• Selección y preparación del diente

Se utilizaron los 40 dientes de bovino restantes. Los dientes fueron desinfectados en cloramina al 0,5%, almacenados en agua destilada.

Las raíces de todos los dientes se eliminaron por seccionamiento en la unión esmalte-cemento. Las coronas dentarias fueron seccionadas para obtener una muestra con el mayor grosor de esmalte posible en su cara vestibular (Ver figura 22, punto 1).

Con la finalidad, de obtener una superficie plana se empleó papel lija al agua de granulación #180 y #600 durante 60 segundos⁹¹.

Luego, se procedió al montaje de cada superficie en unos dispositivos para su fijación y realizar el test de microcizallamiento.

- **Diseño experimental**

Los especímenes de esmalte fueron asignados aleatoriamente en 8 grupos (n=5 muestras de esmalte), distribuidos bajo los mismos parámetros del *test* de microtracción realizados en dentina esclerótica.

- **Resistencia unión de microcizallamiento de resina - esmalte (μ SBS)**

Cada espécimen de esmalte fue montado sobre un anillo de PVC lleno de resina acrílica de autocurado (Marche, Chile). (Ver figura 22, punto 2).

La superficie del esmalte fijó en la parte superior del cilindro. La delimitación del área de unión se realizó según Shimaoka y col.^{91,92}. Luego, se aplicaron los mismos protocolos de acondicionamiento anteriormente señalados en test de microtracción en dentina esclerótica. (Ver figura 22, punto 3). Seis a ocho perforaciones con un diámetro interno de 0,8 mm se hicieron en un material ácido-resistente, una cinta adhesiva de doble cara(92). (Ver figura 22, punto 3). Esta cinta adhesiva se unió entonces a la superficie de esmalte. Las variaciones en el número de perforaciones se debieron a las diferentes dimensiones de las muestras de esmalte. Para la aplicación de la resina compuesta y adhesivo universal se respetaron las indicaciones del fabricante.

Antes de la aplicación del adhesivo universal, todos los especímenes fueron aleatorizados de acuerdo con el número de protocolos de acondicionamiento del esmalte (n=5). Los procedimientos fueron realizados por un solo operador.

Se realizaron todos los procedimientos de acondicionamiento según lo siguiente:

- 1) Modo *etch and rinse*: Se aplicó el gel de ácido ortofosfórico y se dejó en reposo durante el tiempo recomendado para cada fabricante (15s), seguido de lavado con agua con una jeringa de agua durante el mismo tiempo de aplicación, y finalmente, se secó la superficie por 5 segundos.
- 2) Aplicación activa del adhesivo en modo *self etch*: El adhesivo se aplicó activamente sobre la superficie del esmalte durante el tiempo recomendado por fabricante. El *microbrush* se frotó sobre la superficie del esmalte bajo presión manual (equivalente a aproximadamente 35 gramos)⁹²⁻⁹⁴.

- 3) Aplicación activa de EDTA al 17% por 15s, 30s y 120s respectivamente. Se aplicó dicha solución según los tiempos descritos con un *microbrush* de forma activa, luego se lavó de la superficie por 30 segundos, y finalmente, se secó la superficie por 5s.
- 4) Aplicación activa de EDTA al 35% por 15s, 30s y 120s respectivamente. Se aplicó dicha solución según los tiempos descritos con un *microbrush* de forma activa, luego se lavó de la superficie por 30 segundos, y finalmente, se secó la superficie por 5s.

Después de la aplicación del sistema adhesivo (Ver figura 22, punto 4, 5 y 6, estos se repitieron), seis a ocho tubos de Tygon transparentes de polietileno (Tygon Medical Tubing Formulations 54-HL, Saint Gobain Performance Plastics, Akron, OH, EE.UU.), con el mismo diámetro interno de las perforaciones y una altura de 0,5 mm.⁽⁹²⁾ (Ver figura 22, punto 7).

Se fijaron sobre la cinta de doble cara, asegurando que su luz coincidiera con las zonas circulares expuestas por las perforaciones anteriormente descritas. La resina compuesta (Filtek Z350, 3 M ESPE, St. Paul, MN, EE.UU.) fue cuidadosamente condensada con un dicalero dentro de cada tubo, y una matriz transparente de poliacetato se colocó sobre el tubo de Tygon lleno y se presionó suavemente en su lugar⁽⁹²⁾(Ver figura 22, punto 8).

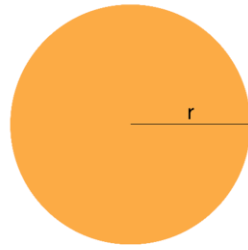
El material se fotopolimerizó por un tiempo de 20 s con una unidad de fotopolimerización LED de 600 mW/cm² de intensidad (LEDition, Ivoclar Vivadent, Austria). (Ver figura 22, punto 9). Estos procedimientos se realizaron magnificación con lupas de aumento^{91,92,95}.

Después de almacenar los especímenes en agua destilada durante 24 horas a 37°C⁹¹, los tubos Tygon y la cinta adhesiva de doble cara se retiraron cuidadosamente con un bisturí, exponiendo cilindros de resina compuesta. Cada espécimen fue examinado bajo un estereomicroscopio⁹². Se descartaban los cilindros si en su interfaz evidenciaban porosidades o burbujas⁹²(Ver figura 22, punto 10 y 11).

Los especímenes se adjuntaron a un dispositivo e instalados en una máquina de prueba universal (OM100, Odeme, Joenville, SC, Brazil). Cada espécimen se colocó sobre la máquina de prueba universal y en la base de cada cilindro de resina compuesta (interfaz resina-esmalte) se instaló un alambre de ortodoncia (diámetro de 0,2 mm.). Esto para asegurar una correcta orientación de las fuerzas de cizallamiento (Ver figura 22, punto 12).

Los valores μ SBS (MPa) se calcularon dividiendo la carga al momento de la fractura por el área superficial (mm²) (Ver figura 23).

ÁREA TRANSVERSAL CIRCUNFERENCIA



$$A = \pi \times r^2$$
$$A = 0,38 \text{ mm}^2.$$

(constante)

Figura 23.
Esquema del área transversal constante de cilindros de resina (A: 0,38 mm²).
Elaboración propia.

Al igual que en los experimentos realizados en dentina esclerótica, los datos obtenidos en unidad Kgf se convirtieron a unidad Newton, mediante la fórmula:

$$N = F \times 9,81$$

Donde,

N es la fuerza obtenida en unidad Newton
F es la fuerza registrada en kilogramos-fuerza (Kgf)
9,81 es la constante de conversión a N

Y luego, los valores de resistencia de unión adhesiva al microcizallamiento (μ SBS), se calcularon usando la siguiente fórmula:

$$\mu\text{SBS} = \frac{N}{A}$$

Donde,

A corresponde al área transversal constante (mm²) de cada espécimen
N es la fuerza obtenida en Newton

El valor obtenido corresponde a la resistencia de unión adhesiva al microcizallamiento medido en megapascales (MPa) para cada espécimen del estudio.

Los datos obtenidos fueron registrados en una tabla de datos para el posterior análisis estadístico.

5.9. Eliminación de muestras biológicas

Los desechos biológicos (dientes) se descartaron en un recipiente plástico amarillo ubicada en el piso (fabricado por Clarmed, capacidad 5 litros) con tapa y cierre hermético, con manillas para su transporte, bordes romos, paredes lisas y rotulada de acuerdo con la norma chilena oficial Nch-2190. Este recipiente está destinado solo para materiales contaminados, en su interior está recubierto con una bolsa amarilla (Fabricada por Clarmed) rotulada bajo la misma normativa, destinada para estos materiales contaminados y facilitar el retiro de estos.

Los residuos especiales y peligrosos se almacenaron en una bodega o sala de acopio destinada sólo para esta finalidad en las dependencias de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso, este lugar tiene una superficie de 10 m² y una capacidad de 50 kilos aproximadamente, además de 20 kilos extra. Los residuos peligrosos fueron congelados y se mantuvieron así hasta su retiro. Los residuos son depositados en contenedores plásticos de 120 litros, son de colores rojo y amarillo, rotulados de acuerdo con normativa vigente. Estos desechos son retirados una vez por semana.

Las sustancias químicas y desechos especiales fueron descartados, de acuerdo a los protocolos de la Facultad de Odontología basado en el Decreto N°6 de 2009: Reglamento sobre Manejo de Residuos de Establecimientos de Atención en Salud (REAS), este tipo de residuos son desechados bajo los servicios de una empresa externa certificada.

5.10. Análisis Estadístico

Los valores de resistencia de unión obtenidos por cada diente fueron cuantificados y realizada una media por grupo. Los datos fueron sometidos a test de ANOVA de dos factores considerando el acondicionamiento (concentraciones) y tiempos de aplicación. El *post-test* de Tukey's fue utilizado para la comparación por pares en todos los test estadísticos. El nivel de significancia utilizado se estableció en 5%.

6. RESULTADOS

6.1. Dentina esclerótica

6.1.1. Resistencia de unión adhesiva inmediata

Los resultados obtenidos del test de resistencia a la microtracción para cada una de las condiciones experimentales en tiempo inmediato están listados en la Tabla VI.

Tiempo (s)	EDTA		Controles	
	17%	35%	<i>Self etch</i>	<i>Etch and rinse</i>
15	32,74 ± 7 B, a	35,05 ± 4,4 A, b		
30	29,35 ± 5,9 B, a	33,25 ± 5 A, b	18,15 ± 5,8 C	25,72 ± 6,2 B
120	34,4 ± 6,4 B, a	39,8 ± 8,3 A, a		

Tabla VI Valores de resistencia de unión inmediata (μ TBS) y desviación estándar (\pm) obtenidos para cada grupo experimental, según las variables: concentración del EDTA, y tiempo de acondicionamiento. Letras mayúsculas indican igualdad o diferencia estadística en sentido horizontal, letras minúsculas indican igualdad o diferencia estadística en sentido vertical.

Se observó que el acondicionamiento con EDTA al 35% mejora la μ TBS inmediata a dentina esclerótica, al ser comparado al acondicionamiento con 35% de ácido ortofosfórico de la estrategia ER y al autoacondicionamiento por monómeros acídicos de la estrategia SE ($p < 0,001$).

Al evaluar el factor concentración de EDTA, fue evidenciado que al aplicarlo en una concentración de 35% se obtienen mejores resultados de μ TBS inmediata a dentina esclerótica en comparación al 17% ($p < 0,001$), para todos los tiempos de aplicación.

Cuando el factor tiempo fue evaluado, se observó que la aplicación de EDTA al 17%, no determinó diferencias significativas de μ TBS al aplicarlo por 15s, 30s o 120s. Sin embargo, al aumentar la concentración de EDTA al 35%, un tiempo de aplicación más prolongado de 120s, aumenta significativamente ($p < 0,001$) la μ TBS inmediata.

. Al comparar los grupos control *etch and rinse* (ER) y *self etch* (SE), la estrategia ER es la que resultó con valores más altos de resistencia de unión inmediata (μ TBS) a dentina esclerótica.

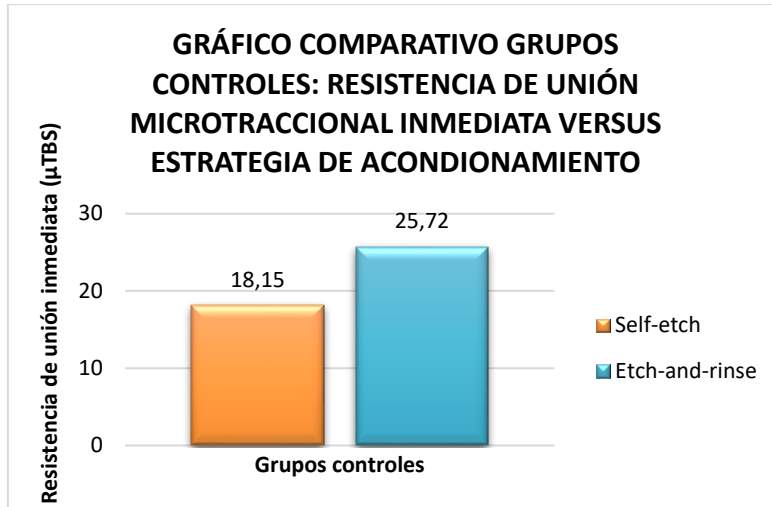


Figura 22. Gráfico comparativo de las resistencias de unión microtraccional inmediata entre los grupos controles *self etch* y *etch and rinse*.

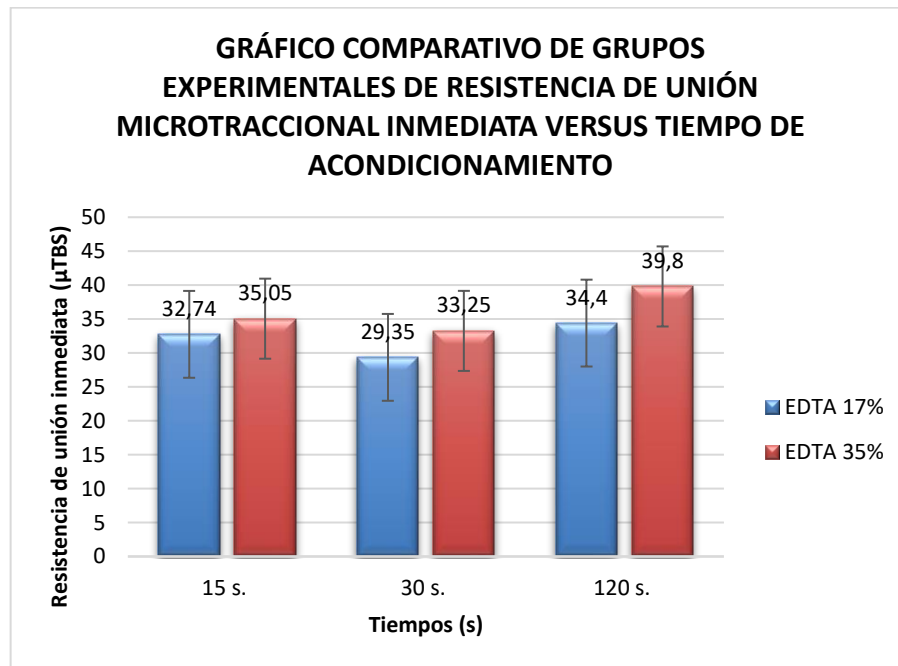


Figura 23. Gráfico comparativo de las resistencias de unión microtraccional inmediata entre los grupos experimentales tomando en cuenta tiempo y concentraciones.

6.1.2. Resistencia de unión adhesiva a los 12 meses

Los resultados obtenidos del test de resistencia a la microtracción para cada una de las condiciones experimentales a los 12 meses están listados en la Tabla VII.

Tiempo (s)	EDTA		Controles	
	17%	35%	Self etch	Etch and rinse
15	31,36 ± 6,3 A, a	25,57 ± 6,3 B, b		
30	20,6 ± 3,9 B, b	33,79 ± 3,8 A, a	18,59 ± 4,7 C	26,25 ± 5,1 B
120	31,42 ± 5,7 A, a	30,39 ± 6,2 A, a		

Tabla VII Valores de resistencia de unión a los 12 meses (μ TBS) y desviación estándar (\pm) obtenidos para cada grupo experimental, según las variables: concentración del EDTA, y tiempo de acondicionamiento. Letras mayúsculas indican igualdad o diferencia estadística en sentido horizontal, letras minúsculas indican igualdad o diferencia estadística en sentido vertical

Todos los grupos acondicionados con EDTA obtuvieron a los 12 meses, valores de μ TBS iguales o superiores al acondicionamiento con ácido ortofosfórico al 35% de la estrategia ER y al autoacondicionamiento por monómeros acídicos de la estrategia SE ($p < 0,001$).

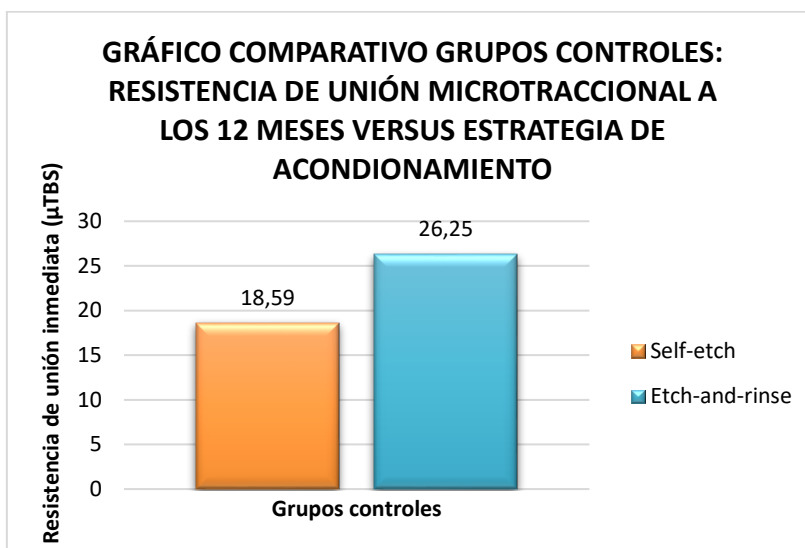


Figura 24. Gráfico comparativo de las resistencias de unión microtraccional a los 12 meses entre los grupos controles: *self etch* y *etch and rinse*.

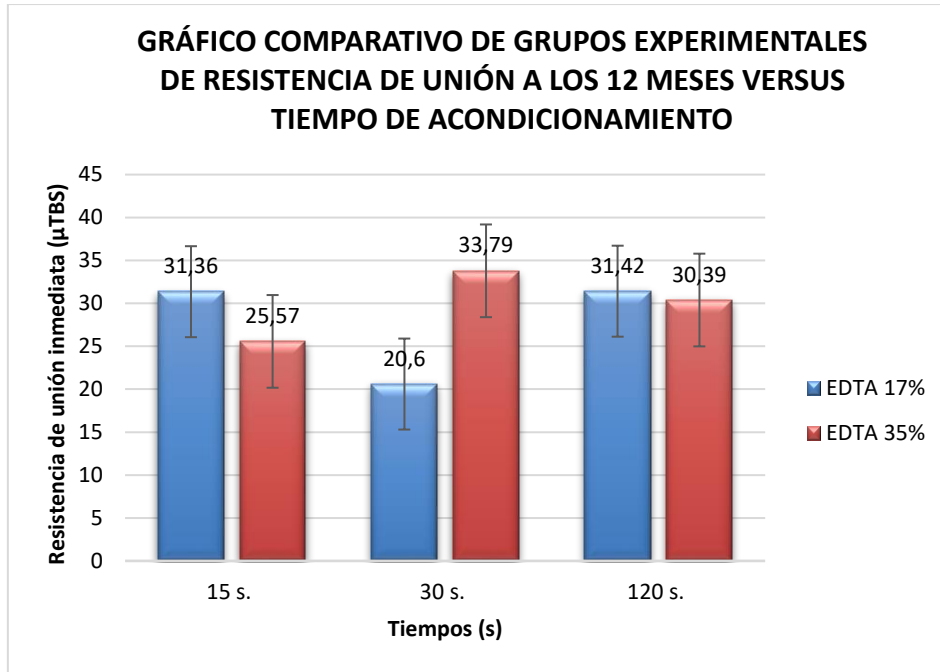


Figura 25. Gráfico comparativo de las resistencias de unión microtraccional entre los grupos experimentales de las resistencias de unión microtraccional a los 12 meses tomando en cuenta tiempo y concentraciones.

La comparación de los valores de μ TBS inmediata v/s 12 meses se observa en la figura 26.

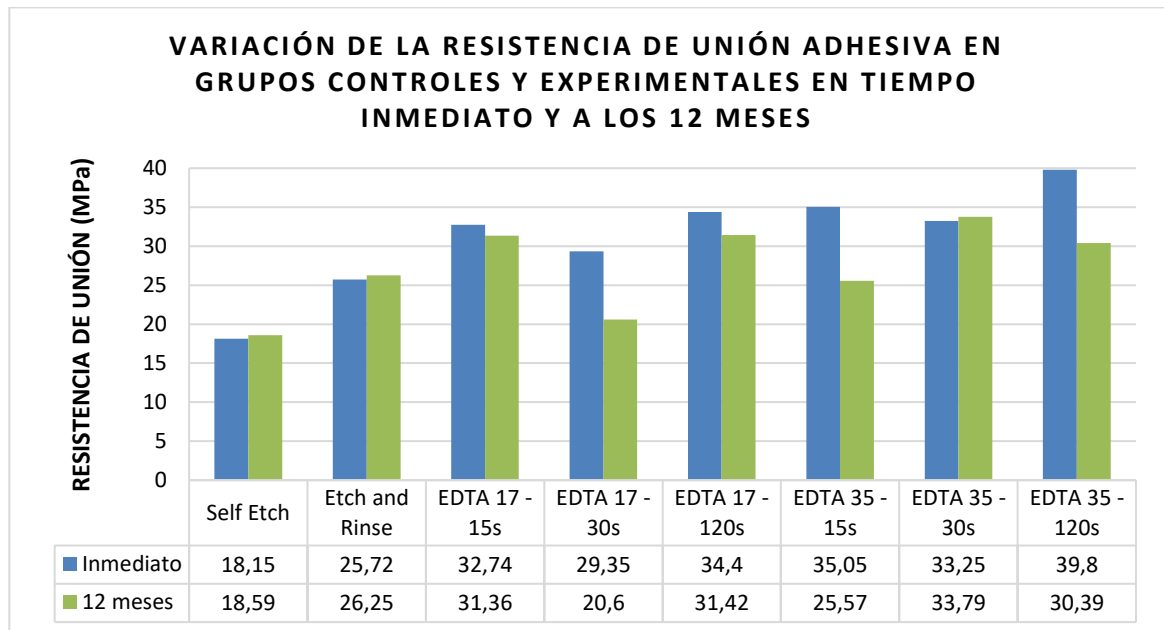


Figura 26. Gráfico comparativo de las resistencias de unión microtraccional entre los grupos controles y experimentales en sus resultados inmediatos y a 12 meses.

Todos los grupos experimentales, a excepción del EDTA 35% 30s, obtuvieron valores inferiores de μ TBS a los 12 meses al ser contrastados con lo obtenido en tiempo inmediato; evidenciado una posible degradación en la interfase diente-restauración.

En tanto, los grupos control *etch and rinse* (ER) y *self etch* (SE), mantuvieron también sus valores de resistencia de unión a la microtracción (MPa) a los 12 meses.

A diferencia de lo ocurrido en tiempo inmediato, los grupos acondicionados con EDTA 17% sí muestran diferencias según el tiempo de aplicación siendo los grupos 15 y 120 segundos, los que mantuvieron los valores más altos de resistencia de unión cuando fue evaluado el factor longevidad.

De igual forma, los grupos EDTA 35% en tiempos de aplicación de 30 y 120 segundos mantuvieron altos valores de resistencia de unión, al ser sometidos a desafíos de longevidad.

Finalmente, la estrategia SE es la que presentó el menor valor de μ TBS tanto en tiempo inmediato como a los 12 meses, siendo el protocolo menos favorable para dentina esclerótica.

6.2. Esmalte

6.2.1. Resistencia de unión adhesiva inmediata en esmalte inmediata

Los resultados obtenidos del test de resistencia al microcizallamiento para cada una de las condiciones experimentales en tiempo inmediato están listados en la Tabla VIII.

Tiempo (s)	EDTA		Controles	
	17%	35%	Self etch	Etch and rinse
15	14,4 ± 1 B, b	14,56 ± 1,2 B, b		
30	14,2 ± 1,1 B, b	17,51 ± 4,7 A, a	13,44 ± 2,9 B	19,37 ± 1 A
120	12,51 ± 1,3 B, b	12,54 ± 2,7 B, b		

Tabla VIII. Valores de resistencia de unión inmediata en esmalte (μ TBS) y desviación estándar (\pm) obtenidos para cada grupo experimental, según las variables: concentración del EDTA, y tiempo de acondicionamiento. Letras mayúsculas indican igualdad o diferencia estadística en sentido horizontal, letras minúsculas indican igualdad o diferencia estadística en sentido vertical.

El acondicionamiento del esmalte con ácido ortofosfórico al 35%, fue la estrategia con mejores resultados al evaluar resistencia de unión adhesiva, a excepción del grupo EDTA 35% aplicado por 30 s, cuyos valores de resistencia de unión fueron comparables a los obtenidos al grupo *etch and rinse* (ER).

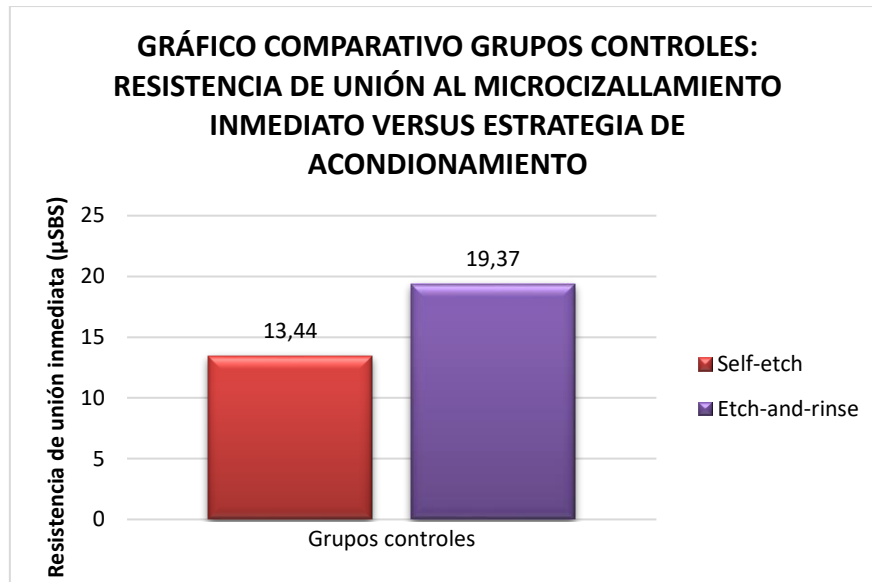


Figura 27. Gráfico comparativo de las resistencias de unión al microcizallamiento a los 12 meses entre los grupos controles: *self etch* y *etch and rinse*.

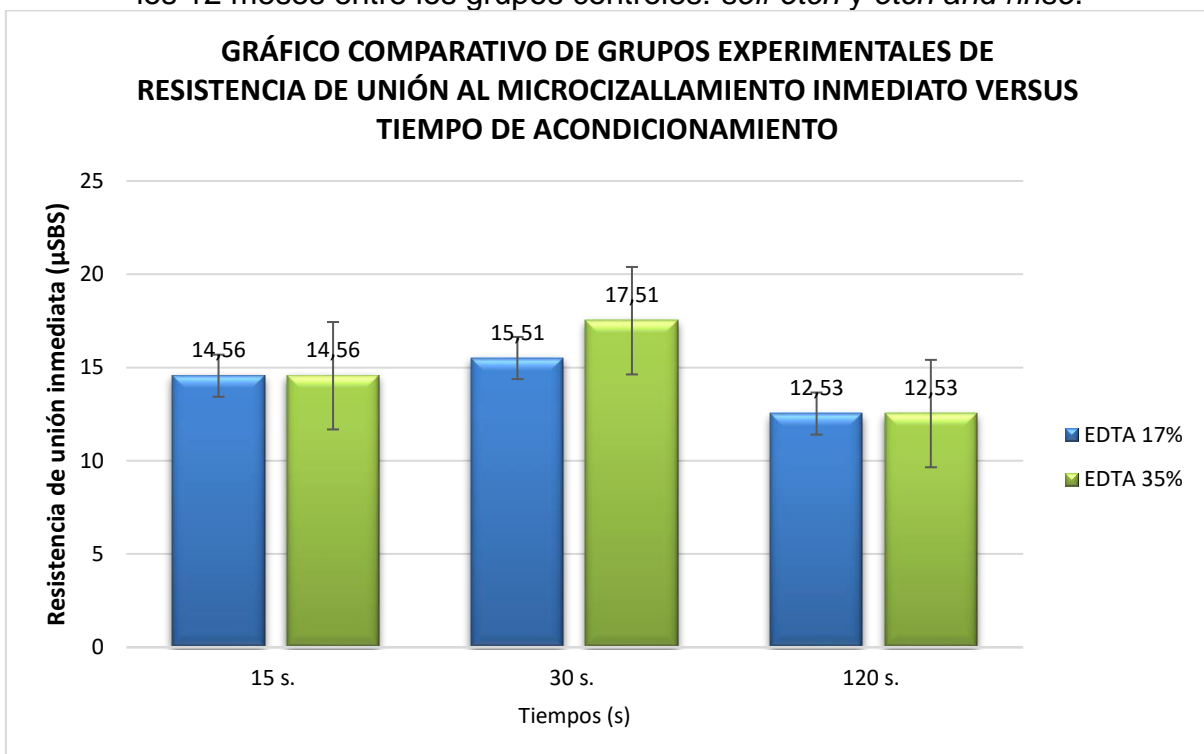


Figura 28. Gráfico comparativo de las resistencias de unión al microcizallamiento inmediato entre los grupos experimentales tomando en cuenta tiempo y concentraciones.

Al comparar los tiempos de aplicación, en función de la concentración de EDTA, el único grupo con valores óptimos de resistencia de unión fue el EDTA 35% por 30 segundos ($p < 0,007$)

La estrategia adhesiva *self etch*, presentó en este estudio valores de resistencia de unión en esmalte, tan bajos como los obtenidos por los grupos EDTA 17% (15, 30 y 120s) y EDTA (15 y 120s).

7. DISCUSIÓN

La cuidadosa preparación de los cuerpos de prueba y el rodaje de cada etapa de experimentación, con cada integrante a cargo de una actividad específica, mediante previa calibración y estandarización del procedimiento a realizar, permitió que se obtuviesen resultados con baja variabilidad. Además, los dientes seleccionados fueron elegidos por el docente guía, de acuerdo con los criterios de inclusión, para garantizar su correcta elección. La metodología utilizada en este estudio se basó en los protocolos registrados en las investigaciones de la bibliografía de apoyo^{54,80}.

De acuerdo con los resultados de esta investigación, el acondicionamiento de la dentina esclerótica con EDTA mejora significativamente la μ TBS inmediata, en comparación a los grupos controles. Al evaluar la longevidad de las restauraciones adhesivas, en este estudio todos los grupos experimentales acondicionados con EDTA, presentaron a los 12 meses, valores de μ TBS iguales o mayores al grupo control *etch and rinse* y muy superiores al control *self etch*.

Los resultados obtenidos, coinciden con la literatura donde se reporta que el EDTA es capaz de mejorar el comportamiento de esta unión de forma inmediata y mantener su estabilidad en el tiempo^{58-60,69,70}. Esto sucede gracias a que la molécula de EDTA se comporta como un agente quelante, secuestrando iones metálicos del sustrato dentinario para promover un acondicionamiento selectivo, y con ello, la capacidad de formar complejos con cationes altamente estables, por su estructura molecular de seis sitios potenciales para enlazarse con un ion metálico como lo es el calcio^{96,97}.

En cuanto a las concentraciones de EDTA utilizadas, la propuesta de este estudio fue evaluar concentraciones que permitieran mayor eficacia en la capacidad adhesiva del sistema a infiltrar en la dentina esclerótica. Así, fue observado que en dentina esclerótica, el EDTA al 35% presenta mejores resultados de resistencia de unión inmediata en comparación al 17%. Esto es debido a que un porcentaje más elevado permite una acción quelante potenciada, sobre un sustrato altamente mineralizado, lo que va a generar una mayor eficiencia en el poder de desmineralización, frente a concentraciones más bajas de solución que se saturan rápidamente con los minerales disponibles en el medio.

Al variar el tiempo de aplicación de EDTA en la concentración de 17%, no se observaron diferencias significativas en la resistencia de unión adhesiva inmediata en alguno de los grupos. Con la utilización de EDTA en una concentración de 35% la resistencia de unión adhesiva inmediata varía favorablemente al aumentar el tiempo de aplicación a 120 segundos, no así en los grupos de 15 y 30 segundos.

En 12 meses, sí se observaron diferencias estadísticamente significativas al variar el tiempo de aplicación del EDTA, tanto al utilizarlo al 17% como en una concentración de 35%. Así, se obtuvo que el acondicionamiento de la dentina

esclerótica con EDTA al 17% por 15 y 120 segundos y con EDTA al 35% por 30 y 120 segundos, otorga una resistencia de unión adhesiva superior a aquella obtenida con el EDTA 17% por 30 segundos y con EDTA 35% por 15 segundos respectivamente.

Debido a que el efecto del acondicionamiento con EDTA sobre la resistencia de unión adhesiva en dentina esclerótica, y su diferencia con los resultados obtenidos al aplicar las estrategias *etch and rinse* del grupo control positivo, se relaciona con el tiempo y concentración de EDTA utilizados, se aceptan parcialmente las dos primeras hipótesis de trabajo planteadas en este estudio.

La acción del EDTA como agente acondicionante, permite una desmineralización selectiva de la porción inorgánica de la estructura dentaria, evitando destrucciones invasivas del sustrato, volviendo a las fibras colágenas menos susceptibles a la deshidratación y colapso, favoreciendo además la resistencia de unión de los adhesivos universales. Esto explica valores más altos de resistencia de unión inmediata y en 12 meses, en dentina esclerótica bajo el uso de EDTA, en contraste con la baja resistencia adhesiva observada en el uso de la técnica de autoacondicionamiento *self etch*, en donde, no existe una eliminación total ni parcial del *smear layer*. Además, algunos estudios han informado que los adhesivos *self etch* pueden aumentar la actividad de las metaloproteinasas endógenas (MMP) en dentina⁹⁸, las cuales, mediante un mecanismo conocido como “ácido-activación” degradan la unión entre dentina y material restaurador, disminuyendo las propiedades mecánicas de la restauración y con esto su longevidad.

Por otro lado, el ácido ortofosfórico no sólo elimina en su totalidad el *smear layer* o barro dentinario, sino que también deja una dentina totalmente expuesta, con un aumento de su lumen tubular superficial, exponiendo y debilitando las fibras colágenas al eliminar su capa inorgánica superficial, formando la capa de hibridización¹⁹.

Al comparar tanto la resistencia de unión inmediata como en 12 meses, el acondicionamiento con ácido ortofosfórico de la estrategia *etch and rinse* presenta valores favorables, estadísticamente significativos con respecto al sistema adhesivo *self etch*, este resultado era esperado. En relación con la técnica *self etch* los valores de resistencia adhesiva en tiempo inmediato y en 12 meses, fueron los más desfavorables en dentina esclerótica; con todo lo anterior, se acepta la tercera hipótesis de trabajo.

El ácido ortofosfórico, genera que la dentina queda totalmente expuesta, lo que favorece el aumento de la energía superficial, además de aumentar la permeabilidad de los túbulos dentinarios de forma radical. Después de la eliminación del *smear layer* por acción de un ácido, la permeabilidad de la dentina a través de los túbulos dentinarios incrementa en más de un 90%, permitiendo una mayor imprimación de esta y a su vez una mayor resistencia adhesiva. En la técnica de autoacondicionamiento de *self etch* el acondicionamiento se basa en la aplicación del

monómero fosfato MDP, presente en el sistema adhesivo Single Bond Universal (3M ESPE).

El ácido ortofosfórico ha sido ampliamente usado en concentraciones 35-37% durante 15 s. Después de la aplicación del ácido ortofosfórico y el enjuague con agua, la porción mineral de la dentina es removida, generando una profunda capa desmineralizada que no puede ser completamente impregnada por monómeros de resina y estos espacios son sustituidos por agua. Idealmente, el agua debe ser completamente reemplazada por monómeros de resina. De lo contrario, la dentina grabada se impregna deficientemente, creando así una zona débil de colágeno no impregnado, por tanto, la capa híbrida queda propensa a la ruptura mecánica. Además, estas fibrillas de colágeno desnudadas son susceptibles a la degradación por metaloproteinasas de matriz (MMPs) comprometiendo la longevidad de la unión resina-dentina(99). En conclusión, el ácido ortofosfórico genera un patrón de grabado más profundo, aumenta la humedad con la cercanía a la pulpa, existe menor difusión de adhesivo, lo que resulta en, zonas susceptibles a la fractura.

Debido a su efecto quelante de calcio (Ca), EDTA tiene la capacidad de eliminar el smear layer y desmineralizar suavemente la dentina, por lo que es eficaz para grabar la superficie de la dentina antes de la aplicación del adhesivo.

S. Kwong y cols, en un estudio para evaluar la resistencia de unión adhesiva en dentina esclerótica bajo el uso de sistemas adhesivos *self etch* y *total etch*, sugieren que el acondicionamiento previo de la superficie permite una disolución parcial o total de la dentina peritubular, permitiendo con esto una infiltración óptima de monómeros resinosos a los túbulos dentinarios, mejorando así la resistencia de unión adhesiva⁵⁴.

El acondicionamiento de la superficie, previa a la aplicación del adhesivo mediante el uso de EDTA a diferentes concentraciones, mejora significativamente la resistencia de unión mediata y en 12 meses, a dentina esclerótica.

Luque y cols, evaluaron las consecuencias del uso de EDTA al 17% en la resistencia adhesiva de restauraciones de lesiones cervicales no asociadas a caries, previo a la aplicación de un sistema adhesivo *self etch*. Y sugieren que una aplicación de EDTA al 17% durante 2 minutos, reduce significativamente la actividad de las MMPs en dentina, debido a la quelación de iones de zinc y calcio que son esenciales para la actividad de las MMPs¹⁴.

Blomlof y cols, evaluaron los efectos del uso de EDTA a diferentes concentraciones, en la eliminación del *smear layer* y la exposición de colágeno en superficies radiculares afectadas por periodontitis. Sugieren que el uso de EDTA en altas concentraciones (mayores a 24%), es necesario para la eliminación del *smear layer* y la exposición de colágeno radicular, en un tiempo clínico aceptable⁷⁹.

Sebold y cols, evaluaron en su estudio las concentraciones de EDTA 0,5 M 60s (equivalente a 15%) y EDTA 0,1 M 120s (equivalente a 3%), ninguno de sus

grupos experimentales lograron superar al grupo control *etch and rinse*⁹⁹, por lo que, se refuerza la idea de que la concentración de EDTA debe estar por sobre los 17%, para lograr buenos resultados, puesto que en bajas concentraciones de EDTA se satura por los iones metálicos existentes en el medio.

El uso de EDTA como acondicionante de superficie es aún controversial. Torii y cols, evaluaron la resistencia de unión adhesiva en dientes de bovinos con dentina sana mediante el uso de EDTA en lugar de ácido ortofosfórico, previo a la aplicación de un sistema adhesivo, sin obtener diferencias significativas en la resistencia de unión adhesiva⁶⁹.

En otro estudio, Camargo y cols, evaluaron la influencia del tratamiento de superficie en la resistencia de unión adhesiva en dientes de bovinos con dentina esclerótica. Utilizaron EDTA como acondicionante de superficie en combinación con el uso de ácido ortofosfórico. Observaron una superficie intertubular mucho más irregular que aquella acondicionada sólo por ácido ortofosfórico. Al incorporar la implementación de elementos mecánicos para el tratamiento de superficie, como fresas de diamante o pastas diamantadas, observaron una mayor superficie de dentina intertubular expuesta, disponible para la hibridización. Por lo tanto, sugieren que el uso complementario de los diferentes métodos para el tratamiento de superficie, ayudan a mejorar significativamente la resistencia de unión adhesiva en dentina esclerótica, similar a la observada en dentina sana⁶¹.

En este estudio, el acondicionamiento de esmalte con EDTA al 17% en cualquiera de sus tiempos de aplicación, no otorga resultados favorables de resistencia de unión al microcizallamiento; estos valores fueron inferiores a los conseguidos con el grabado con ácido ortofosfórico al 35% usado en el control *etch and rinse*. Al variar la concentración, solo con el grupo EDTA 35% aplicado por 30 segundos se consiguieron valores de resistencia de unión adhesiva similares a a estrategia ER del grupo control positivo.

En esmalte, la resistencia de unión adhesiva lograda en los grupos experimentales en que se utilizó el EDTA, no fue superior a la conseguida con los protocolos de acondicionamiento que se utilizan actualmente en este tejido, previo a la realización de una restauración adhesiva. Debido a que, como ocurre en dentina esclerótica, la influencia del acondicionamiento con EDTA se relaciona con el tiempo y la concentración utilizada, se acepta parcialmente las cuarta y quinta hipótesis de trabajo propuestas.

El efecto del acondicionamiento de esmalte con EDTA es también controversial^{40,43,100,101}, su utilización asociado a un sistema adhesivo universal no ha sido suficientemente abordado en investigaciones.

La resistencia de unión adhesiva obtenida en restauraciones realizadas sobre esmalte acondicionado con EDTA, podría relacionarse con el patrón de grabado producido posterior a su aplicación. En una investigación realizada por Cehreli y cols⁴⁰ se observó con microscopía electrónica de barrido, que el acondicionamiento

de esmalte con EDTA al 17% por 30 y 60 segundos, genera patrones de grabado poco uniformes, descritos por Galil y Wright⁴¹ (1979) como tipo IV o V. Este estudio concluyó además, que 17% era una concentración muy baja para que el EDTA generara un efecto deseable de grabado.

En esta investigación, al aumentar la concentración de EDTA, de 17% a 35% sí existe un incremento en los valores de resistencia de unión adhesiva.

En otro estudio, realizado el 2010 por Ibrahim y col.⁴³ se evaluó el efecto del EDTA al 18.85% aplicado en esmalte por 60 segundos, asociado a un sistema adhesivo *self etch*. Con el uso de MEB, observaron un patrón de grabado tipo V y los valores de resistencia de unión obtenidos fueron muy inferiores a cuando se acondicionaba el esmalte con ácido ortofosfórico al 37%, concluyendo que el pretratamiento de la superficie del esmalte con EDTA no es una buena alternativa en odontología adhesiva.

Por otro lado, Imberly y col.¹⁰⁰ evaluaron el 2012 el efecto del EDTA como un posible sustituto del grabado ácido en esmalte y dentina. La resistencia de unión obtenida con la aplicación pasiva de EDTA al 17% por 90 segundos en esmalte fue estadísticamente igual aquella conseguida con 15 segundos de grabado con ácido ortofosfórico al 37,5%. Sin embargo, los resultados en la resistencia de unión adhesiva (MPa) en dentina fueron muy superiores en relación al esmalte. Lo anterior se asemeja con lo obtenido en la presente investigación, en la cual se logró un resultado favorable en esmalte acondicionado con EDTA al 35% por 30 segundos; resultado que sin embargo, es muy inferior al conseguido con la aplicación en dentina utilizando el mismo tiempo y concentración.

En esmalte, la utilización del ácido ortofosfórico de la estrategia ER influyó en la resistencia de unión adhesiva en comparación a la aplicación única del adhesivo universal en modalidad *self etch*. Con esto, se acepta la sexta hipótesis de trabajo propuesta. Esta información, se ajusta perfectamente a lo encontrado en la literatura.

Una revisión sistemática sobre adhesivos universales o multimodales, realizada el 2015 por Rosa y col.⁴ determinó que la performance de estos, evaluada en estudios *in vitro*, depende de la estrategia adhesiva utilizada. Estos autores concluyeron que, en esmalte, la resistencia de unión al microcizallamiento, fue estadísticamente superior cuando se utilizó ácido ortofosfórico en la estrategia *etch and rinse*.

El mecanismo de adhesión en esmalte grabado con ácido ortofosfórico está basado en la retención micromecánica del adhesivo en los orificios generados con la desmineralización del substrato. Lo que ocurre al utilizar la modalidad *self etch*, es que el incremento de la superficie obtenido, es inferior a la conseguida con ácido ortofosfórico⁴. La capacidad de penetración de los monómeros ácidos del adhesivo, es además dependiente del pH de este.

El estudio de protocolos de adhesión a dentina esclerótica se fundamenta porque, esta es encontrada en muchos casos clínicos asociados a lesiones cariosas y lesiones no cariosas. Generar nuevas pautas de tratamiento de la superficie es útil para obtener resultados satisfactorios, lo que podría introducir un nuevo y mejor protocolo clínico en lesiones con dentina esclerótica. Además, conseguir que tal protocolo funcione también en esmalte, es un desafío considerando las diferencias microestructurales entre ambos tejidos. Otro beneficio de generar fuerzas de adhesión óptimas, que ayuden a evitar el recambio constante de las restauraciones, es la pérdida de tejidos que esto implica, debido al desgaste de la estructura, que debilita al diente y aumenta el riesgo de pérdida del mismo.

El estudio de los efectos del EDTA como agente acondicionador de superficie en dentina esclerótica esmalte y su inclusión en los protocolos clínicos, busca aumentar la resistencia de unión inmediata y en el tiempo en ambos tejidos, mejorando los valores obtenidos tras el uso de protocolos convencionales existentes. Los resultados obtenidos en este estudio, muestran los beneficios de la inclusión del EDTA en los protocolos de restauración.

8. CONCLUSIONES

Según los resultados de esta investigación, la aplicación de EDTA como agente acondicionante en dentina esclerótica, proporciona valores de resistencia de unión inmediata superiores a los que se obtienen con los protocolos utilizados en la actualidad.

Al someter a las restauraciones realizadas sobre dentina esclerótica acondicionada con EDTA al desafío de longevidad, se observa que el grupo que mejor conservó la integridad de la interfase diente-resina fue el EDTA 35% por 30 segundos.

Al evaluar el comportamiento del acondicionamiento del EDTA tanto en dentina esclerótica como en esmalte, es posible inferir, que un protocolo que contemple su aplicación simultánea sobre ambos tejidos dentarios, en una concentración de 35% por 30 segundos, asociado a un sistema adhesivo universal, proporciona una resistencia de unión adhesiva favorable y estable en el tiempo.

Finalmente, se prevé que la aplicación de tal protocolo, ayudaría en la realización de restauraciones adhesivas en un tiempo clínico aceptable, con la utilización de un agente acondicionante único en dentina esclerótica y esmalte, el cual genera una adhesión fuerte, con una degradación mínima en la interfase de unión.

9. SUGERENCIAS

Se requieren estudios que incorporen la evaluación de la longevidad de las restauraciones en la prueba de microcizallamiento en esmalte.

Además, se sugiere realizar pruebas que fundamenten la existencia o no de la degradación de la unión entre dentina y material restaurador y que expliquen los valores obtenidos. Igualmente, sería relevante evaluar el patrón de acondicionamiento que se genera con la aplicación de EDTA, tanto en esmalte como en dentina en los diferentes tiempos y concentraciones y compararlos con los grupos controles.

Es recomendable también, realizar este estudio bajo el uso de EDTA a concentraciones más altas, en una presentación distinta a la utilizada en este estudio (por ejemplo, EDTA gel) o con otras tecnologías (aplicación sónica) incorporando las mismas variables, y de esta forma ver si existen cambios significativos en el tiempo clínico empleado, que hagan más factible la inclusión del protocolo en los procedimientos convencionales.

10. RESUMEN

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES ADHESIVAS EN TEJIDOS DE DIENTE ESCLEROSADO SOMETIDO A DIFERENTES PROTOCOLOS DE ACONDICIONAMIENTO CON ÁCIDO ETILENDIAMINOTETRAACÉTICO

Autores: José Palma González¹, Victoria Aguirre Guzmán¹, Marcela Serrano Troncoso¹ Barbra Skewes Fredz¹, Issis Luque-Martinez¹, Miguel Ángel Muñoz Pérez¹

1. Universidad de Valparaíso, Facultad de Odontología.

Objetivo: Evaluar la resistencia de unión adhesiva inmediata en esmalte e e inmediata y luego de 12 meses en dentina esclerótica acondicionada con EDTA en diferentes tiempos y concentraciones.

Materiales y Método: Un total de 80 incisivos bovinos fueron separados en dos grupos de 40 dientes cada uno. Cada grupo a su vez fue distribuido aleatoriamente en 8 subgrupos (n=5) según variables: concentración de EDTA (17% y 35%) y tiempo de aplicación (15, 30 y 120 segundos), y grupos controles: positivo (ácido ortofosfórico 35%, *etch-and-rinse*) y negativo (adhesivo universal *Single Bond, self-etch*). Se realizó un test de resistencia de unión microtraccional (μ TBS – MPa) inmediato y a los 12 meses en dentina esclerótica, mientras que en esmalte se realizó un test de resistencia de unión al microcizallamiento (μ SBS) en tiempo inmediato.

Resultados: Los grupos EDTA 35% presentaron mayor valor de μ TBS en comparación con EDTA 17% ($p < 0,001$), para todos los tiempos de aplicación. A los 12 meses, los grupos EDTA 17% por 15 segundos y 120 segundos, así como EDTA 35% por 30 y 120 segundos mantuvieron valores de μ TBS superiores a la estrategia *etch and rinse*. En esmalte, solo el grupo experimental EDTA 35% por 30 segundos logró valores de μ SBS favorables. Se utilizó *test* de ANOVA de dos factores, y *post-test* de Tukey's con un nivel de significancia del 5%.

Conclusión: El acondicionamiento con EDTA 35% por 30 segundos es un protocolo que debiese incorporarse en la técnica adhesiva, por sus resultados favorables tanto en dentina esclerótica como esmalte.

Palabras claves:

Dentina esclerótica, esmalte, ácido etilendiaminotetraacético, resistencia de unión.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 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 Feb;84(2):118–32.
2. Palotie U, Eronen AK, Vehkalahti K, Vehkalahti MM. Longevity of 2- and 3-surface restorations in posterior teeth of 25- to 30-year-olds attending Public Dental Service—A 13-year observation. *J Dent.* 2017;62:13–7.
3. Ástvaldsdóttir Á, Dagerhamn J, Van Dijken JWV, Naimi-Akbar A, Sandborgh-Englund G, Tranæus S, et al. Longevity of posterior resin composite restorations in adults - A systematic review. *J Dent.* 2015;43(8):934–54.
4. Luiz De Oliveira Da Rosa W, Piva E, Fernandes A, Silva D. Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. 2015;
5. Masarwa N, Mohamed A, Abou-Rabii I, Abu Zaghlan R, Steier L. Longevity of Self-etch Dentin Bonding Adhesives Compared to Etch-and-rinse Dentin Bonding Adhesives: A Systematic Review. *J Evid Based Dent Pract.* 2016;16(2):96–106.
6. Ekambaram M, Yiu CKY, Matinlinna JP. Bonding of resin adhesives to caries-affected dentin - A systematic review. *International Journal of Adhesion and Adhesives.* 2015.
7. Perdigão J. Dentin bonding-Variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dent Mater.* 2010;
8. Sabatini C, Pashley DH. Mechanisms regulating the degradation of dentin matrices by endogenous dentin proteases and their role in dental adhesion. A review. *Am J Dent.* 2014;27(4):203–14.
9. Eliguzeloglu E, Omurlu H, Eskitascioglu G, Belli S. Effect of Surface Treatments and Different Adhesives on the Hybrid Layer Thickness of Non-carious Cervical Lesions. *Oper Dent.* 2008 May;33(3):338–45.
10. Harika R, Dutta B, Arun P, Teja RP. A novel clinical approach for long-term

- retention and durability of resin restorations bonded to multiple developmental defects of enamel. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2016 Apr;6(6):597–601.
11. Karakaya S, Unlu N, Say EC, Ozer F, Soyman M, Tagami J. Bond strengths of three different dentin adhesive systems to sclerotic dentin. *Dent Mater J*. 2008 May;27(3):471–9.
 12. Kabartai F, Hoffmann T, Hannig C. The physiologic sclerotic dentin: A literature-based hypothesis. *Med Hypotheses*. 2015;
 13. Martini E, Parreiras S, Gutierrez M, Loguercio A, Reis A. Effect of Different Protocols in Preconditioning With EDTA in Sclerotic Dentin and Enamel Before Universal Adhesives Applied in Self-etch Mode. *Oper Dent*. 2017;42(3):284–96.
 14. Luque-Martinez I, Muñoz MA, Mena-Serrano A, Hass V, Reis A, Loguercio AD. Effect of EDTA conditioning on cervical restorations bonded with a self-etch adhesive: A randomized double-blind clinical trial. *J Dent*. 2015;43(9):1–9.
 15. Mooney JB, Barrancos PJ. *Operatoria dental: integración clínica*. Cuarta. Ed. Médica Panamericana; 2006. 261-277 p.
 16. Sturdevant CM. *Arte y ciencia de la operatoria dental*. Segunda. Ed. Medica Panamericana; 1987. 18-32 p.
 17. Tay FR, Pashley DH. Resin bonding to cervical sclerotic dentin: A review. *Journal of Dentistry*. 2004.
 18. Ekambaram M, Yiu CKY, Matinlinna JP. Bonding of adhesive resin to intraradicular dentine: A review of the literature. *Int J Adhes Adhes*. 2015;60:92–103.
 19. Steenbecker O, Garone W, Da Souza C, Uribe J, Núñez N, Priotto E. *Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva*. Valparaíso Univ Valparaíso Editor. 2006;
 20. Studervant RT. *Arte y Ciencia de la Odontología Conservadora*. Editorial Elsevier Mosby. España; 2007.
 21. Langer A, Ilie N. Dentin infiltration ability of different classes of adhesive systems. *Clin Oral Investig*. 2013;17(1):205–16.
 22. Baratieri LN, Monteiro S, de Melo TS, da Rocha KBF, Hilgert LA, Schlichting LH, et al. *Odontología restauradora: fundamentos y técnicas*. Livraria Santos;

2011. 97-112 p.

23. Garg N, Garg A. Textbook of operative dentistry. JP Medical Ltd; 2013.
24. Sano H, Takatsu T, Ciucchi B, Horner JA, Matthews WG, Pashley DH. Nanoleakage: Leakage within the hybrid layer. *Oper Dent*. 1994;20(1):18–25.
25. Van Meerbeek B, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. [Adhesion of composite to dentin. Mechanical and clinical results]. *Ned Tijdschr Tandheelkd*. 1993;100(11):489–94.
26. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. Vol. 28, *Operative dentistry*. United States; 2003. p. 215–35.
27. Chee B, Rickman LJ, Satterthwaite JD. Adhesives for the restoration of non-carious cervical lesions: A systematic review. *J Dent*. 2012;40:443–52.
28. Chen C, Niu L-N, Xie H, Zhang Z-Y, Zhou L-Q, Jiao K, et al. Bonding of universal adhesives to dentine – Old wine in new bottles? *J Dent*. 2015;43(5):525–36.
29. Mun MA, Perdigão J, Muñoz MA, Sezinando A, Luque-Martinez I V, Staichak R, et al. Immediate adhesive properties to dentin and enamel of a universal adhesive associated with a hydrophobic resin coat. *Oper Dent*. 2014;39(5):489–99.
30. Wagner A, Wendler M, Petschelt A, Belli R, Lohbauer U. Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. *J Dent*. 2014;42(7):800–7.
31. Swift EJJ, Perdigao J, Heymann HO. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995. *Quintessence Int*. 1995 Feb;26(2):95–110.
32. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res*. 1982 May;16(3):265–73.
33. Carvalho RM, Carrilho MR de O, Pereira LCG, Garcia FCP, Marquezini Jr L, Silva SMA, et al. Sistemas adesivos: fundamentos para aplicação clínica. *Rev Biodonto*. 2004;2(1):6–86.
34. Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van

- Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials. *Dent Mater.* 2005;
35. Perdigaõ J. New Developments in Dental Adhesion.
 36. Muñoz MA, Luque I, Hass V, Reis A, Loguercio AD, Bombarda NHC. Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. *J Dent.* 2013;41(5):404–11.
 37. Muñoz M, Luque-Martinez I, Malaquias P, Hass V, Reis A, Campanha N, et al. *In Vitro* Longevity of Bonding Properties of Universal Adhesives to Dentin. *Oper Dent.* 2015;40(3):282–92.
 38. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel. *J dent Res.* 1955;34:948–53.
 39. Zhu JJ, Tang ATH, Matinlinna JP, Hagg U. Acid etching of human enamel in clinical applications: a systematic review. *J Prosthet Dent.* 2014 Aug;112(2):122–35.
 40. Çehreli ZC, Altay N. Effects of a Nonrinse Conditioner and 17% Ethylenediaminetetraacetic Acid on the Etch Pattern of Intact Human Permanent Enamel. *Angle Orthod.* 2000;
 41. Galil KA, Wright GZ. Acid etching patterns on buccal surfaces of permanent teeth. *Pediatr Dent.* 1979 Dec;1(4):230–4.
 42. Silverstone LM, Saxton CA, Dogon IL, Fejerskov O. Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy. *Caries Res.* 1975;9(5):373–87.
 43. Ibrahim IM, Elkassas DW, Yousry MM. Effect of EDTA and phosphoric Acid pretreatment on the bonding effectiveness of self-etch adhesives to ground enamel. *Eur J Dent.* 2010 Oct;4(4):418–28.
 44. Aasen SM. History of dentinal bonding. *Esthet Dent Updat.* 1990;1:43–6.
 45. Pashley DH. Clinical correlations of dentin structure and function. *J Prosthet Dent.* 1991;66(6):777–81.
 46. Heymann HO, Bayne SC. Current concepts in dentin bonding: focusing on dentinal adhesion factors. *J Am Dent Assoc.* 1993;124(5):26–36.
 47. Thomas HF, Carella P. Correlation of scanning and transmission electron

- microscopy of human dentinal tubules. *Arch Oral Biol.* 1984;29(8):641–6.
48. Terkla LG, Brown AC, Hainisch AP, Mitchem JC. Testing sealing properties of restorative materials against moist dentin. *J Dent Res.* 1987;66(12):1758–64.
 49. Pashley DH, Andringa HJ, Derkson GD, Derkson ME, Kalathoor SR. Regional variability in the permeability of human dentine. *Arch Oral Biol.* 1987;32(7):519–23.
 50. Pashley DH, Pashley EL. Dentin permeability and restorative dentistry: a status report for the American Journal of Dentistry. *Am J Dent.* 1991;4(1):5–9.
 51. Eick JD, Wilko RA, Anderson CH, Sorensen SE. Scanning electron microscopy of cut tooth surfaces and identification of debris by use of the electron microprobe. *J Dent Res.* 1970;49(6):1359–68.
 52. Pashley D, Michelich V, Kehl T. Dentin permeability: effects of smear layer removal. *J Prosthet Dent.* 1981;46(5):531–7.
 53. Camargo MA, Marques MM, de Cara AA. Morphological analysis of human and bovine dentine by scanning electron microscope investigation. *Arch Oral Biol.* 2008;53(2):105–8.
 54. Kwong SM, Cheung GSP, Kei LH, Itthagarun A, Smales RJ, Tay FR, et al. Micro-tensile bond strengths to sclerotic dentin using a self-etching and a total-etching technique.
 55. Van Meerbeek B, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Morphological characterization of the interface between resin and sclerotic dentine. *J Dent.* 1994 Jun;22(3):141–6.
 56. Kwong S-M, Tay FR, Yip H-K, Kei L-H, Pashley DH. An ultrastructural study of the application of dentine adhesives to acid-conditioned sclerotic dentine. *J Dent.* 2000 Sep;28(7):515–28.
 57. El-din AKN, Miller BH, Griggs JA. Resin bonding to sclerotic, noncarious, cervical lesions. *Quintessence Int.* 2004;35(7):529–40.
 58. Gwinnett AJ, Jendresen MD. Micromorphologic features of cervical erosion after acid conditioning and its relation with composite resin. *J Dent Res.* 1978 Apr;57(4):543–9.
 59. Tay FR, Kwong SM, Itthagarun A, King NM, Yip HK, Moulding KM, et al.

- Bonding of a self-etching primer to non-carious cervical sclerotic dentin: interfacial ultrastructure and microtensile bond strength evaluation. *J Adhes Dent.* 2000;2(1):9–28.
60. Soares CJ, Castro CG, Santos Filho PCF, da Mota AS. Effect of previous treatments on bond strength of two self-etching adhesive systems to dental substrate. *J Adhes Dent.* 2007 Jun;9(3):291–6.
 61. Camargo M a., Roda MI, Marques MM, de Cara AA. Micro-tensile bond strength to bovine sclerotic dentine: Influence of surface treatment. *J Dent.* 2008;36(11):922–7.
 62. Yoshiyama M, Sano H, Ebisu S, Tagami J, Ciucchi B, Carvalho RM, et al. Regional strengths of bonding agents to cervical sclerotic root dentin. *J Dent Res.* 1996 Jun;75(6):1404–13.
 63. Xie C, Han Y, Zhao X-Y, Wang Z-Y, He H-M. Microtensile bond strength of one- and two-step self-etching adhesives on sclerotic dentin: the effects of thermocycling. *Oper Dent.* 2010;35(5):547–55.
 64. van Dijken JW V. Durability of three simplified adhesive systems in Class V non-carious cervical dentin lesions. *Am J Dent.* 2004 Feb;17(1):27–32.
 65. van Dijken JW. Clinical evaluation of three adhesive systems in class V non-carious lesions. *Dent Mater.* 2000 Jul;16(4):285–91.
 66. Luque-Martinez I, Mena-Serrano A, Muñ Oz M, Hass V, Reis A, Loguercio A, et al. Effect of Bur Roughness on Bond to Sclerotic Dentin With Self-etch Adhesive Systems.
 67. Ahid F, Andrade MF, Campos EA, Luscino F, Vaz LG. Influence of different dentin etching times and concentrations and air-abrasion technique on dentin microtensile bond strength. *Am J Dent.* 2004;17(6):447—450.
 68. Lopes GC, Baratieri CM, Baratieri LN, Monteiro S, Cardoso Vieira LC. Bonding to cervical sclerotic dentin: effect of acid etching time. *J Adhes Dent.* 2004;6(1):19–23.
 69. Torii Y, Hikasa R, Iwate S, Oyama F, Itou K, Yoshiyama M. Effect of EDTA conditioning on bond strength to bovine dentin promoted by four current adhesives. *Am J Dent.* 2003 Dec;16(6):395–400.

70. Sauro S, Mannocci F, Toledano M, Osorio R, Pashley DH, Watson TF. EDTA or H₃PO₄/NaOCl dentine treatments may increase hybrid layers' resistance to degradation: A microtensile bond strength and confocal-micropermeability study. *J Dent*. 2009;37(4):279–88.
71. Osorio R, Erhardt MCG, Pimenta L a F, Osorio E, Toledano M. EDTA treatment improves resin-dentin bonds' resistance to degradation. *Practitioner*. 2005;249(1675):736–40.
72. J.L. Cuadros-Sánchez, I. V. L.-M., M.A. Muñoz, A. Reis and ADL. One-year evaluation bonding to Sclerotic Dentin: Effect of EDTA. ADR/AADR/CADR 91st General Session. *J Dent Res*. 2013;92(A).
73. Jacques P, Hebling J. Effect of dentin conditioners on the microtensile bond strength of a conventional and a self-etching primer adhesive system. *Dent Mater*. 2005;21(2):103–9.
74. Sano H, Takatsu T, Ciucchi B, Russell CM, Pashley DH. Tensile properties of resin-infiltrated demineralized human dentin. *J Dent Res*. 1995 Apr;74(4):1093–102.
75. Habelitz S, Balooch M, Marshall SJ, Balooch G, Marshall GW. In situ atomic force microscopy of partially demineralized human dentin collagen fibrils. 2002;138:227–36.
76. Carvalho RM, Tay F, Sano H, Yoshiyama M, Pashley DH. Long-term mechanical properties of EDTA-demineralized dentin matrix. *J Adhes Dent*. 2000;2(3):193–9.
77. Carrilho MR, Tay FR, Donnelly AM, Agee KA, Tjäderhane L, Mazzoni A, et al. Host-derived Loss of Dentin Matrix Stiffness Associated with Solubilization of Collagen. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2009 Jul;90(1):373–80.
78. Toledano M, Yamauti M, Osorio E, Osorio R. Zinc-inhibited MMP-mediated collagen degradation after different dentine demineralization procedures. *Caries Res*. 2012;46(3):201–7.
79. Blomlof J, Blomlof L, Lindskog S. Effect of different concentrations of EDTA on smear removal and collagen exposure in periodontitis-affected root surfaces. *J Clin Periodontol*. 1997;

80. Cederlund a, Jonsson B, Blomlöf J. Shear strength after ethylenediaminetetraacetic acid conditioning of dentin. *Acta Odontol Scand.* 2001;
81. Zhang K, Tay FR, Kim YK, Mitchell JK, Kim JR, Carrilho M, et al. The effect of initial irrigation with two different sodium hypochlorite concentrations on the erosion of instrumented radicular dentin. *Dent Mater.* 2010 Jun;26(6):514–23.
82. Luque, I., M. Muñoz et al. Bonding to Sclerotic Dentin: Effect of Bur Roughening and EDTA." IADR/AADR/CADR 89th General Session: 2011. 2011;March 16-1(A).
83. Wegehaupt FJ, Widmer R, Attin T. Is bovine dentine an appropriate substitute in abrasion studies? *Clin Oral Investig.* 2010;14(2):201–5.
84. Heintze SD. Clinical relevance of tests on bond strength, microleakage and marginal adaptation. *Dent Mater.* 2013;29(1):59–84.
85. Sanches RP, Otani C, Damião a. J, Miyakawa W. AFM characterization of bovine enamel and dentine after acid-etching. *Micron.* 2009;40(4):502–6.
86. Camargo CHR, Siviero M, Camargo SEA, de Oliveira SHG, Carvalho C a T, Valera MC. Topographical, Diametral, and Quantitative Analysis of Dentin Tubules in the Root Canals of Human and Bovine Teeth. *J Endod.* 2007;33(4):422–6.
87. L. JL, I. CA, R. LG. Determinación de la edad del bovino según las características morfológicas de los dientes incisivos. Contribución a la aplicación de la norma chilena 1423 Of. 84. Terminología y clasificación. *Av en Ciencias Vet* Vol 5, No 1 Enero-Junio. 1990 Jan;
88. Krifka S, Börzsönyi A, Koch A, Hiller KA, Schmalz G, Friedl KH. Bond strength of adhesive systems to dentin and enamel-Human vs. bovine primary teeth in vitro. *Dent Mater.* 2008;24(7):888–94.
89. Blue B, Dye L. Recipes for Stock Solutions. :8–10.
90. Mena-Serrano AP, Garcia EJ, Perez MM, Martins GC, Grande RHM, Loguercio AD, et al. Effect of the application time of phosphoric acid and self-etch adhesive systems to sclerotic dentin. *J Appl Oral Sci.* 2013;21(2):196–202.
91. Shimaoka AM, de Andrade AP, Cardoso M V, de Carvalho RC. The importance

- of adhesive area delimitation in a microshear bond strength experimental design. *J Adhes Dent.* 2011 Aug;13(4):307–14.
92. Loguercio AD, Mun MA, Hass V, Reis A, Perdigão J. ScienceDirect Does active application of universal adhesives to enamel in self-etch mode improve their performance ? *J Dent.* 2015;43:1060–70.
 93. Loguercio AD, Stanislawczuk R, Mena-serrano A, Reis A. Effect of 3-year water storage on the performance of one-step self-etch adhesives applied actively on dentine. *J Dent.* 2011;39(8):578–87.
 94. Dal-bianco ARAPK, Gomes OM, Ad RP. Impact of Adhesive Application to Wet and Dry Dentin on Bond Strengths. *J Dent.* 2007;35:380–7.
 95. Angel M, Baggio R, Bitencourt Y, Mendes E, Mongruel G, Luque-martinez I, et al. International Journal of Adhesion & Adhesives The effect of the loading method and cross-head speed on resin – dentin microshear bond strength. *Int J Adhes Adhes.* 2014;50:136–41.
 96. Skoog D a., West DM, Holler FJ, Couch SR. Fundamentos de Química Analítica. *Fundam Química Analítica.* 2005;374.
 97. Chang R. Química General. Ed. Fondo Educ Interam. 2000;
 98. Perdigão J, Reis A, Loguercio AD. Dentin adhesion and MMPs: A comprehensive review. *J Esthet Restor Dent.* 2013;25(4):219–41.
 99. Sebold M, André CB, Ambrosano GMB, Nascimento FD, Giannini M. Bond strength and adhesive interface analysis using EDTA as a dentin conditioner. *Int J Adhes Adhes.* 2017;77(May):157–63.
 100. Imbery TA, Kennedy M, Janus C, Moon PC. Evaluating EDTA as a substitute for phosphoric acid-etching of enamel and dentin. *Gen Dent.* 2012;60(2).
 101. Nagar P, Tandil YL, T P C, Gupta A, Kalaria D, Kumar P. 24% Indigenously Prepared Ethylene Diamine Tetra Acetic Acid Compared to Self-Etching Adhesives and their Effect on Shear Bond Strength of Composites in Primary Teeth: An In-vitro Study. *J Int oral Heal JIOH [Internet].* 2015;7(8):52–6.
Available from:
<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4588791&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>

102. Miyazaki M, Tsujimoto A, Tsubota K, Takamizawa T, Kurokawa H, Platt JA.
Important compositional characteristics in the clinical use of adhesive systems.
2014;56(1):1–9.

ANEXOS

ANEXO 1: CERTIFICADO DE BIOSEGURIDAD



Dirección de Investigación
Comité de Bioseguridad

CERTIFICADO DE BIOSEGURIDAD

BS010/2015

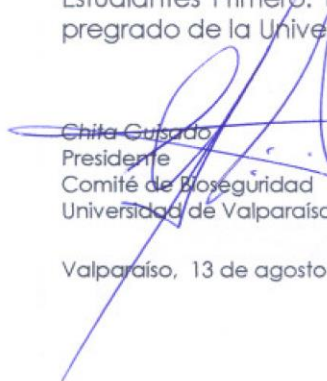
I. El Comité de Bioseguridad de la Universidad de Valparaíso, declara que en su sesión de julio 23 de 2015, evaluó el protocolo experimental del proyecto "Análisis de las propiedades adhesivas en dentina esclerótica sometida a diferentes protocolos de acondicionamiento con ácido etildiaminotetraacético y adhesivo universal", presentado por el Sr. José Palma González alumno de la Facultad de Odontología de esta Universidad

II. Para su evaluación el Comité de Bioseguridad revisó los antecedentes presentados por el interesado en relación a los riesgos y medidas preventivas de las actividades planteadas en el proyecto referido, en aquellas actividades que se realizarán en la Facultad de Odontología.

III. En la valoración de bioseguridad del proyecto, el Comité consideró apropiados el control de riesgos, las medidas preventivas, la gestión de residuos y el resguardo de la comunidad y del medio ambiente.

IV. Por lo anterior, el Comité de Bioseguridad de la Universidad de Valparaíso certifica que este protocolo experimental contempla las medidas de bioseguridad definidas en el Reglamento de Higiene y Seguridad de la UV y en el Manual de Bioseguridad de CONICYT.

V. Se extiende este certificado para ser presentado al concurso "Los Estudiantes Primero: Hacia una mayor eficacia y eficiencia curricular del pregrado de la Universidad de Valparaíso"


Chita Guisado
Presidente
Comité de Bioseguridad
Universidad de Valparaíso



Valparaíso, 13 de agosto de 2015.

ANEXO 2: LISTADO DE PLANTAS FAENADORAS NACIONALES



Servicio Agrícola y Ganadero

LISTADO DE PLANTAS FAENADORAS NACIONALES (Actualizado al 24 de Marzo de 2010)

NOMBRE	REGION	COMUNA	ESPECIES FAENADAS
1 AGROINDUSTRIAL ARICA LTDA. *	ARICA y PARINACOTA	ARICA	POLLOS
2 GANADERA MENAY LTDA.	ANTOFAGASTA	ANTOFAGASTA	BOVINOS, CERDOS
3 KAREN HERRERA	ATACAMA	COPIAPO	GALLINAS
4 AVENOR	ATACAMA	COPIAPO	GALLINAS
5 PABLO DANKE QUEZADA (DANKE)	COQUIMBO	COQUIMBO	BOVINOS, EQUINOS, PORCINOS, OVINOS, CAPRINOS
6 ANGEL TAPIA FARIAS (LA ESTANCIA)	COQUIMBO	ILLAPEL	BOVINOS, OVINOS, CAPRINOS
7 AGRICOLA STA. CARMEN LTDA.	COQUIMBO	OVALLE	AVES
8 SOPRAVAL *	VALPARAISO	LA CALERA	PAVOS
9 FRIGORIFICO DON PEDRO	VALPARAISO	QUILPUE	BOVINOS, EQUINOS, PORCINOS, OVINOS.
10 FRIGORIFICO LA CALERA LTDA.	VALPARAISO	LA CALERA	BOVINOS, EQUINOS,
11 CARTAGENA	VALPARAISO	CARTAGENA	BOVINOS, PORCINOS.
12 COMAFRI S.A.	DEL LIBERTADOR BERNARDO OHIGGINS	RANCAGUA	BOVINOS
13 MAFRIMA LTDA.	DEL LIBERTADOR BERNARDO OHIGGINS	MALLOA	BOVINOS.
14 BELISARIO BASTIAS ESPINOZA (DONIHUE)	DEL LIBERTADOR BERNARDO OHIGGINS	DONIHUE	BOVINOS, PORCINOS, OVINOS.
15 JOAQUIN GONZALEZ M. FAENAGRO LTDA.	DEL LIBERTADOR BERNARDO OHIGGINS	GRANEROS	BOVINOS, PORCINOS.
16 GANADERA Y FORESTAL NACIONAL LTDA. MARCHIGUE	DEL LIBERTADOR BERNARDO OHIGGINS	MARCHIGUE	OVINOS
17 MATADERO MUNICIPAL SAN VICENTE	DEL LIBERTADOR BERNARDO OHIGGINS	SAN VICENTE	BOVINOS, EQUINOS, PORCINOS, OVINOS.
18 AGRICOLA VIZCAYA LTDA. (PROPAVO)	DEL LIBERTADOR BERNARDO OHIGGINS	RENGO	PAVOS
19 LIJUEIMO (AGROCARNE)	DEL LIBERTADOR BERNARDO OHIGGINS	PERALILLO	BOVINOS, PORCINOS, OVINOS.
20 FAENADORA LO MIRANDA*	DEL LIBERTADOR BERNARDO OHIGGINS	DONIHUE	PORCINOS, AVES
21 FAENADORA LAS PATAGUAS* (MAXAGRO)	DEL LIBERTADOR BERNARDO OHIGGINS	PICHIDEGUA	PORCINOS
22 FAENADORA ROSARIO LTDA*	DEL LIBERTADOR BERNARDO OHIGGINS	RENGO	PORCINOS
23 SAN VICENTE*	DEL LIBERTADOR BERNARDO OHIGGINS	SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA	AVES
24 GUERRA E HIJOS LTDA.	MAULE	CURICO	BOVINOS, PORCINOS, OVINOS
25 BUENA FE (TAPIA)	MAULE	CURICO	BOVINOS
26 P.F. SAN FRANCISCO	MAULE	MOLINA	BOVINOS
27 PFC TALCA	MAULE	TALCA	BOVINOS, PORCINOS
28 PFC LINARES	MAULE	LINARES	BOVINOS, PORCINOS
29 COEXCA*	MAULE	TALCA	PORCINOS
30 FAENADORA CARNES BULNES	DEL BIO BIO	BULNES	BOVINOS, PORCINOS, OVINOS, CAPRINOS
31 MATADERO YUNGAY	DEL BIO BIO	YUNGAY	BOVINOS, PORCINOS, OVINOS
32 CARNES NUBLE*	DEL BIO BIO	CHILLAN	BOVINOS, OVINOS
33 FRIGOSUR	DEL BIO BIO	CHILLAN	BOVINOS, EQUINOS, PORCINOS, OVINOS, CAPRINOS
34 AGROINDUSTRIAS LOMAS COLORADAS LTDA. *	DEL BIO BIO	SAN PEDRO	BOVINOS
35 YUMBEL	DEL BIO BIO	YUMBEL	BOVINOS, PORCINOS, OVINOS

ANEXO 3: PLANILLAS MICROTRACCIÓN Y MICROCIZALLAMIENTO

PLANILLA BASE DE DATOS TEST MICROTRACCIÓN

FECHA									
Diente	Varilla	Ancho 1	Ancho 2	Área	Kgf	N	MPa	P. Fractura	
GRUPO	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
	8								
	9								
	10								
	11								
	12								
	13								
	14								
	15						MEDIA		
	16						DE		
							SEM		
							P		
							6M		

PLANILLA BASE DE DATOS TEST MICROCIZALLAMIENTO

Diente

Area	gf	Kgf	N	MPa	P. Fractura
0,38					
0,38					
0,38					
0,38					
0,38					
0,38					
			MEDIA		
			DE		

ANEXO 4

PROTOCOLOS DE EXPERIMENTACIÓN: ACONDICIONAMIENTO, APLICACIÓN ADHESIVO Y RESTAURACIÓN.

Materiales restauradores empleados:

- Resina compuesta restaurador universal Filtek™ Z350 XT (3M ESPE).
- Adhesivo Single Bond Universal™ (3M ESPE).

GRUPOS DE CONTROL Y EXPERIMENTACIÓN

Grupos	Tipo de Grupo	Descripción	n
SN	Control Negativo	Grupo self etch	5
ACFO35-15	Control Positivo	Grupo etch and rinse	5
EDTA17-15	Experimental	Acondicionamiento con EDTA 17% durante 15 seg.	5
EDTA17-30	Experimental	Acondicionamiento con EDTA 17% durante 30 seg.	5
EDTA17-120	Experimental	Acondicionamiento con EDTA 17% durante 120 seg.	5
EDTA35-15	Experimental	Acondicionamiento con EDTA 35% durante 15 seg.	5
EDTA35-30	Experimental	Acondicionamiento con EDTA 35% durante 30 seg.	5
EDTA35-120	Experimental	Acondicionamiento con EDTA 35% durante 120 seg.	5
TOTAL			40

ACFO35-15: GRUPO CONTROL POSITIVO: ACONDICIONAMIENTO CON ÁCIDO ORTOFOSFÓRICO AL 35% POR 15 SEGUNDOS.

1. Aplicación de ácido ortofosfórico por 15 segundos.
2. Lavado por 15 segundos a una distancia de 10 cm.
3. Secado por 5 segundos a una distancia de 10 cm (secar la periferia y luego el diente por el tiempo indicado)
4. Aplicación de adhesivo: frotar uniformemente la superficie con un microbrush durante 20 segundos.
5. Airear durante 5 segundos a una distancia de 10 cm.
6. Fotopolimerizar por 10 segundos.
7. Aplicación segunda capa adhesivo: frotar uniformemente la superficie con un microbrush durante 20 segundos.
8. Airear durante 5 segundos.
9. Fotopolimerizar por 10 segundos.
10. Aplicar 1er incremento de resina de 2mm.
11. Fotopolimerizar por 40 segundos.
12. Aplicar 2do incremento de 2mm.

13. Fotopolimerizar por 40 segundos.
14. Almacenar diente durante 24hrs en agua destilada.
15. Protocolo de corte.

SN: GRUPO CONTROL NEGATIVO: SIN ACONDICIONAMIENTO

1. Aplicación de adhesivo: frotar uniformemente la superficie con un microbrush durante 20 segundos.
2. Airear durante 5 segundos a una distancia de 10 cm.
3. Fotopolimerizar por 10 segundos.
4. Aplicación segunda capa adhesivo: frotar uniformemente la superficie con un microbrush durante 20 segundos.
5. Airear durante 5 segundos.
6. Fotopolimerizar por 10 segundos.
7. Aplicar 1er incremento de resina de 2mm.
8. Fotopolimerizar por 40 segundos.
9. Aplicar 2do incremento de 2mm.
10. Fotopolimerizar por 40 segundos.
11. Almacenar diente durante 24hrs en agua destilada.
12. Protocolo de corte.

EDTA17-15: GRUPO EDTA 17% POR 15 SEGUNDOS

1. Aplicación EDTA AL 17% con un microbrush, de forma activa, por 15 segundos.
2. Lavado por 15 segundos a una distancia de 10 cm.
3. Secado por 5 segundos a una distancia de 10 cm (secar la periferia y luego el diente por el tiempo indicado)
4. Aplicación de adhesivo: frotar uniformemente la superficie con un microbrush durante 20 segundos.
5. Airear durante 5 segundos a una distancia de 10 cm.
6. Fotopolimerizar por 10 segundos.
7. Aplicación segunda capa adhesivo: frotar uniformemente la superficie con un microbrush durante 20 segundos.
8. Airear durante 5 segundos.
9. Fotopolimerizar por 10 segundos.
10. Aplicar 1er incremento de resina de 2mm.
11. Fotopolimerizar por 40 segundos.
12. Aplicar 2do incremento de 2mm.
13. Fotopolimerizar por 40 segundos.
14. Almacenar diente durante 24hrs en agua destilada.
15. Protocolo de corte.

EDTA17-30: GRUPO EDTA AL 17% POR 30 SEGUNDOS

1. Aplicación EDTA AL 17% con un microbrush, de forma activa por 30 segundos.
2. Lavado por 30 segundos a una distancia de 10 cm.
3. Secado por 5 segundos a una distancia de 10 cm (secar la periferia y luego el diente por el tiempo indicado)
4. Aplicación de adhesivo: frotar uniformemente la superficie con un microbrush durante 20 segundos.
5. Airear durante 5 segundos a una distancia de 10 cm.
6. Fotopolimerizar por 10 segundos.
7. Aplicación segunda capa adhesivo: frotar uniformemente la superficie con un microbrush durante 20 segundos.
8. Airear durante 5 segundos.
9. Fotopolimerizar por 10 segundos.
10. Aplicar 1er incremento de resina de 2mm.
11. Fotopolimerizar por 40 segundos.
12. Aplicar 2do incremento de 2mm.
13. Fotopolimerizar por 40 segundos.
14. Almacenar diente durante 24hrs en agua destilada.
15. Protocolo de corte.

EDTA17-120: GRUPO EDTA AL 17% POR 120 SEGUNDOS

1. Aplicación EDTA AL 17% con un microbrush, de forma activa por 120 segundos.
2. Lavado por 120 segundos a una distancia de 10 cm.
3. Secado por 5 segundos a una distancia de 10 cm (secar la periferia y luego el diente por el tiempo indicado)
4. Aplicación de adhesivo: frotar uniformemente la superficie con un durante 20 segundos.
5. Airear durante 5 segundos a una distancia de 10 cm.
6. Fotopolimerizar por 10 segundos.
7. Aplicación segunda capa adhesivo: frotar uniformemente la superficie con un microbrush durante 20 segundos.
8. Airear durante 5 segundos.
9. Fotopolimerizar por 10 segundos.
10. Aplicar 1er incremento de resina de 2mm.
11. Fotopolimerizar por 40 segundos.
12. Aplicar 2do incremento de 2mm.
13. Fotopolimerizar por 40 segundos.
14. Almacenar diente durante 24hrs en agua destilada.

15. Protocolo de corte.

EDTA35-15: GRUPO EDTA AL 35% POR 15 SEGUNDOS

1. Aplicación EDTA AL 35% con un microbrush, de forma activa por 15 segundos.
2. Lavado por 15 segundos a una distancia de 10 cm.
3. Secado por 5 segundos a una distancia de 10 cm (secar la periferia y luego el diente por el tiempo indicado)
4. Aplicación de adhesivo: frotar uniformemente la superficie con un microbrush durante 20 segundos.
5. Airear durante 5 segundos a una distancia de 10 cm.
6. Fotopolimerizar por 10 segundos.
7. Aplicación segunda capa adhesivo: frotar uniformemente la superficie con un microbrush durante 20 segundos.
8. Airear durante 5 segundos.
9. Fotopolimerizar por 10 segundos.
10. Aplicar 1er incremento de resina de 2mm
11. Fotopolimerizar por 40 segundos.
12. Aplicar 2do incremento de 2mm
13. Fotopolimerizar por 40 segundos.
14. Almacenar diente durante 24hrs en agua destilada.
15. Protocolo de corte.

EDTA35-30: GRUPO EDTA AL 35% POR 30 SEGUNDOS

1. Aplicación EDTA AL 35% con un microbrush, de forma activa por 30 segundos
2. Lavado por 30 segundos a una distancia de 10 cm.
3. Secado por 5 segundos a una distancia de 10 cm (secar la periferia y luego el diente por el tiempo indicado)
4. Aplicación de adhesivo: frotar uniformemente la superficie con un microbrush durante 20 segundos.
5. Airear durante 5 segundos a una distancia de 10 cm.
6. Fotopolimerizar por 10 segundos.
7. Aplicación segunda capa adhesivo: frotar uniformemente la superficie con un microbrush durante 20 segundos.
8. Airear durante 5 segundos
9. Fotopolimerizar por 10 segundos
10. Aplicar 1er incremento de resina de 2mm
11. Fotopolimerizar por 40 segundos.
12. Aplicar 2do incremento de 2mm.
13. Fotopolimerizar por 40 segundos.

14. Almacenar diente durante 24hrs en agua destilada.
15. Protocolo de corte.

EDTA35-120: GRUPO EDTA AL 35% POR 120 SEGUNDOS

1. Aplicación EDTA AL 35% con un microbrush, de forma activa por 120 segundos
2. Lavado por 120 segundos a una distancia de 10 cm
3. Secado por 5 segundos a una distancia de 10 cm (secar la periferia y luego el diente por el tiempo indicado).
4. Aplicación de adhesivo: frotar uniformemente la superficie con un microbrush durante 20 segundos.
5. Airear durante 5 segundos a una distancia de 10 cm.
6. Fotopolimerizar por 10 segundos.
7. Aplicación segunda capa adhesivo: frotar uniformemente la superficie con un microbrush durante 20 segundos.
8. Airear durante 5 segundos.
9. Fotopolimerizar por 10 segundos.
10. Aplicar 1er incremento de resina de 2mm.
11. Fotopolimerizar por 40 segundos.
12. Aplicar 2do incremento de 2mm.
13. Fotopolimerizar por 40 segundos.
14. Almacenar diente durante 24hrs en agua destilada.
15. Protocolo de corte.

ANEXO 5

Single Bond Universal

Adhesivo de resina Universal

Ficha Técnica



■ Descripción

Adhesivo de resina universal en una sola botella para ser utilizado en técnicas de grabado total, auto grabado o grabado selectivo de esmalte, tanto para restauraciones directas como indirectas.

■ Ventajas

- Capacidad de ser utilizado en cualquiera de las técnicas adhesivas, grabado total, grabado selectivo de esmalte o auto grabado.
- Performace clínico adhesivo comprobado.
- Alta tolerancia a la humedad para permitir la unión constante a dentina grabada húmeda y seca, gracias a la presencia de Copolímero de Vitrebond.
- Virtualmente no hay sensibilidad post-operatoria.
- Combinación de imprimador / adhesivo con capacidad para adherirse a sustratos indirectos (metales, óxido de zirconio, alúmina y cerámicas de vidrio) gracias a la presencia en su composición de MDP y Silano.
- No requiere refrigeración-2 años de vida útil.
- Nuevo formato tapa Flip Cap, de fácil apertura y cierre, dosificación controlado, no requiere agitarse.

■ Indicaciones de Uso

Adhesión de:

Restauraciones Directas

- Adhesión de Resina Compuesta
- Sellado previo a restauraciones de amalgama
- Desensibilización de superficies radiculares
- Barniz protector de ionómeros de vidrio
- Reparación de Composite
- Adhesión sellantes

Restauraciones Indirectas

- Adhesión de carillas
- Adhesión de inlays, onlays, coronas, etc.
- Reparación intra oral de restauraciones indirectas
- Sellado previo a la temporización

Primer de superficies Indirectas

- Zirconia
- Cerámica
- Aleaciones de Metal

■ Instrucciones de Uso

- Técnica adhesiva de grabado total:
 - Aplicar 1 gota de Single Bond Universal en las superficies de esmalte y dentina grabadas, frotar por 20 segundos, secar por 5 segundos y foto polimerizar por 10 segundos.
- Técnica adhesiva de grabado selectivo:
 - Aplicar 1 gota de Single Bond Universal en las superficies de esmalte grabadas selectivamente y dentina sin grabar, frotar por 20 segundos, secar por 5 segundos y foto polimerizar por 10 segundos
- Técnica adhesiva de auto grabado
 - Aplicar 1 gota de Single Bond Universal en las superficies de esmalte y dentina sin grabar, frotar por 20 segundos, secar por 5 segundos y foto polimerizar por 10 segundos

■ Presentación

Single Bond Universal, Frasco 5 ml.

ANEXO 6

Filtek Z350 XT

Restaurador Universal con Nanotecnología
Ficha Técnica



Descripción

Una gran resina se convirtió en algo muchísimo mejor...

La resina Universal Filtek Z350 XT de 3M ESPE es una resina foto polimerización diseñada para ser utilizada en restauraciones anteriores y posteriores.

Nuestros científicos han optimizado la síntesis de nuestro patentado relleno nano clúster para ofrecer una mejor retención del pulido en los colores para las opacidades dentina, cuerpo, esmalte y translúcidos. Esta tecnología permite que la resina universal Filtek Z350XT retenga de una manera significativamente mejor el pulido, conservando sus propiedades físicas.

Ventajas

Simplicidad

- Mayor disponibilidad de tonos Cuerpo para técnica de 1 tono
- Puede ser usado para dientes anteriores y posteriores

Versatilidad

- Opacidades dentina, cuerpo, esmalte y translúcidos para técnica estratificada
- Tonos Blancos para dientes con blanqueamiento

Nanotecnología

- El 100% de el tamaño del relleno es tamaño Nanométrico, 10 a 20 nanómetros
- Pulido, brillo duradero y menor desgaste

Indicaciones de Uso

- Restauraciones directas en anteriores y posteriores
- Fabricación de núcleos
- Ferulizaciones
- Restauraciones indirectas incluyendo inlays, onlays y carillas
- Restauraciones Clase I, II, III, IV y V
- Odontología Mínimamente Invasiva (OMI)
- Técnica sándwich con Ionómeros de vidrio
- Reconstrucción de Cúspides

Instrucciones de Uso

Restauraciones anteriores y posteriores.

- Una capa → Cuerpo
- Dual → Dentina o Cuerpo y Esmalte
- Multicapa → Dentina, Cuerpo, Esmalte, Translúcido

Tiempos de Polimerización:

Opacidades Cuerpo, Esmalte y Translúcidos:

- Capa de 1.5 a 2.0 mm 20 seg.

Opacidad dentina:

- Capa de 1.5 a 2.0 mm 30 seg.

Presentación

Jeringas 4 g en opacidades:

- Dentina
- Cuerpo
- Esmalte
- Translúcido



Dentin	Body	Enamel	Translucent
A1D	A1B	A1E	Clear
A2D	A2B	A2E	Blue
A3D	A3B	A3E	Gray
A4D	A4B		Amber
	A5B		
	B1B	B1B	
B3D	B2B	B2B	
	B3B		
	B5B		
	C1B		
	C2B		
C4D	C3B		
	D2B	D2E	
	D3B		
W0	W0B	W0E	
	XWB	XWE	

- Kit Introducción Filtek Z350 XT (tonos cuerpo)
 - 2 jeringas A2
 - 2 jeringas A3
 - 1 guía técnica
 - Instrucciones de Uso
- Kit Introducción Filtek Z350 XT (Dual Dentina y Esmalte)
 - 1 jeringa A3 dentina
 - 1 jeringa A4 dentina
 - 1 jeringa A2 esmalte
 - 1 jeringa A3 esmalte
 - 1 rueda de colores
 - 1 guía técnica
 - Instrucciones de uso