



**ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES ADHESIVAS EN DENTINA
ESCLERÓTICA SOMETIDA A DIFERENTES PROTOCOLOS DE
ACONDICIONAMIENTO CON ÁCIDO
ETILENDIAMINOTETRAACÉTICO Y ADHESIVO UNIVERSAL**

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

Docente:
Dr. Miguel Muñoz Pérez

Alumnos:
José Palma González
Marcela Serrano Troncoso
Barbra Skewes Fredz

Valparaíso- Chile
2016

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

AGRADECIMIENTOS

A mi docente guía, Dr. Miguel Muñoz, por su apoyo, entrega y total disposición, por los conocimientos entregados y por permitirme ser parte de su equipo de trabajo durante esta investigación.

A la Dra. Issis Luque, por ser otro pilar fundamental dentro de esta investigación, gracias por su tiempo y por los conocimientos otorgados.

Al Frigorífico Don Pedro, por permitirme 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, brindándome su tiempo y ayuda, Dr. Jaime Jamett, Gloria, Patricia, y tíos funcionarios.

INDICE

CONTENIDO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 2. MARCO TEÓRICO:..... | 2 |
| 2.1 HISTOLOGÍA DENTARIA..... | 2 |
| 2.1.1 Esmalte | 2 |
| 2.1.2 Dentina..... | 2 |
| 2.1.3 Pulpa..... | 3 |
| 2.1.4 Cemento..... | 3 |
| 2.2 ADHESIÓN..... | 4 |
| 2.2.1 Concepto de adhesión | 4 |
| 2.2.2 Factores que influyen en la adhesión | 4 |
| 2.2.3 Clasificación de los sistemas adhesivos..... | 5 |
| 2.3 ADHESIÓN A TEJIDOS DENTARIOS | 8 |
| 2.4 DIFERENCIAS DE RESULTADOS EN TEJIDOS DENTARIOS | 11 |
| 2.4.1 Adhesión a esmalte: | 11 |
| 2.4.2 Dificultades para la adhesión a dentina: | 11 |
| 2.5 ADHESIÓN EN DENTINA ESCLERÓTICA..... | 12 |
| 3. HIPÓTESIS DE TRABAJO:..... | 17 |
| 4. OBJETIVOS..... | 18 |
| 4.1 Objetivo general | 18 |
| 4.2 Objetivos específicos | 18 |
| 5. MATERIALES Y MÉTODO:..... | 19 |
| 5.1 Tipo de estudio | 19 |
| 5.2 Selección de la muestra..... | 19 |
| 5.3 Análisis Estadístico..... | 20 |
| 5.4 Metodología de trabajo | 21 |
| 6. RESULTADOS..... | 27 |
| 7. DISCUSIÓN | 29 |
| 8. CONCLUSIÓN | 33 |
| 9. SUGERENCIAS | 34 |
| 10. RESUMEN | 35 |
| 11. BIBLIOGRAFÍA | 36 |

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 proporcionan a los tejidos dentales duros, de la mano de la simplificación de la técnica adhesiva.

Gracias a los sistemas adhesivos actuales la retención que se logra a esmalte se considera favorable, contrario a lo que sucede en la dentina, donde la unión es inestable en el tiempo, permitiendo la degradación de la interfase adhesiva, al no conseguir una difusión completa de los monómeros de resina, se genera una interfase, la que con el transcurso del tiempo facilita la degradación de la capa híbrida, y en consecuencia la disminución de las propiedades físicas y longevidad de las restauraciones.

Esto se ve acentuado cuando el substrato dentinario se encuentra alterado debido al proceso reaccional y esclerótico consecuente a la caries u otras lesiones no cariosas, lo que representa un substrato común en la práctica diaria. Debido a la obliteración parcial o total de los túbulos dentinarios con cristales minerales y a la capa hipermineralizada resistente al acondicionamiento ácido, la unión de los sistemas adhesivos a la dentina esclerótica, es inferior al logrado en dentina sana.

En este sentido han surgido diversos estudios enfocados a mejorar la resistencia de unión a dentina esclerosada mediante técnicas como: la abrasión con piedras diamantadas y el aumento del tiempo de aplicación de los sistemas adhesivos, ambos con resultados controversiales.

En esta misma línea surgió una alentadora alternativa, el pre-acondicionamiento con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), que actúa como agente quelante, produciendo una desmineralización selectiva de la dentina, mejorando por lo tanto la resistencia de unión inmediata de adhesivos autoacondicionantes self-etch tanto en dentina sana como esclerótica, además, el EDTA posee un efecto inhibitorio sobre las metaloproteinasas de la dentina (MMPs) generando interfases adhesivas con mayor durabilidad de unión.

Sin embargo, el protocolo actual para la aplicación de EDTA supone una técnica más compleja que la comúnmente utilizada, por lo que surge la necesidad de crear un nuevo y mejor protocolo clínico para lesiones con dentina esclerótica, evaluando los factores implicados, concentración y tiempo de aplicación, con el fin de aumentar la longevidad de las restauraciones, evitando el recambio constante que obliga a la pérdidas de tejidos por desgaste profesional consecutivos, debilitando el diente y aumentando el riesgo de pérdida del mismo.

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 la pulpa¹.

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 masticación.

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 volumen².

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 masticatorio².

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 odontoblasto¹.

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 predentina¹.

Contiene en promedio un 70% de sustancia inorgánica, un 12% de agua y un 18% de sustancia orgánica¹.

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 proteínas¹.

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 adamantina².

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 mesenquémicas 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 o irritación leve, 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^{2,3}.

Existen diferencias en la histología de la dentina en los diferentes niveles de la raíz⁴, 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 desmineralizada⁵.

También se puede rescatar 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 micromecánica⁴.

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 fibrillas¹.

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 laminillas¹.

Posee células principalmente en su porción apical, lo que aumenta su permeabilidad, convirtiéndolo en una vía nutricia adicional al diente¹.

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 adhesiva⁶.

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

a) Químico: 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) Mecánico: 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 ellas¹.

El doble mecanismo de unión (químico y micromecánico), 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 generar⁷.

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)

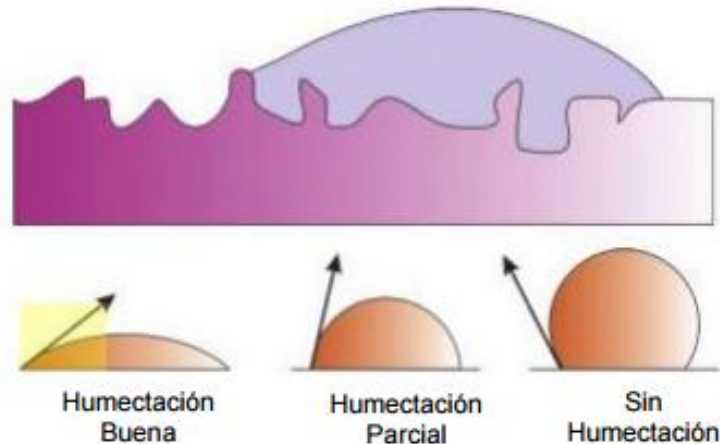


Figura 1. Influencia del ángulo de contacto en la adhesión.

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 adhesión⁸.

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^{9,10}.

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 mencionar¹¹:

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 lavado¹² (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 dentina.¹³

b) b) Adhesivos Autoacondicionantes (Self-etch): incluye un imprimador autoacondicionante, 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 figura3).

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.

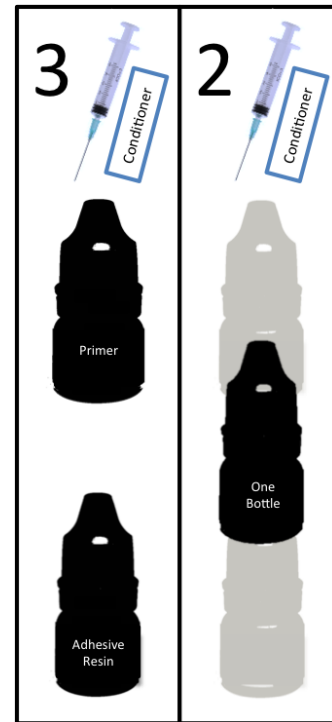


Figura 2. Adhesivos de grabado y lavado (Etch-and-Rinse)

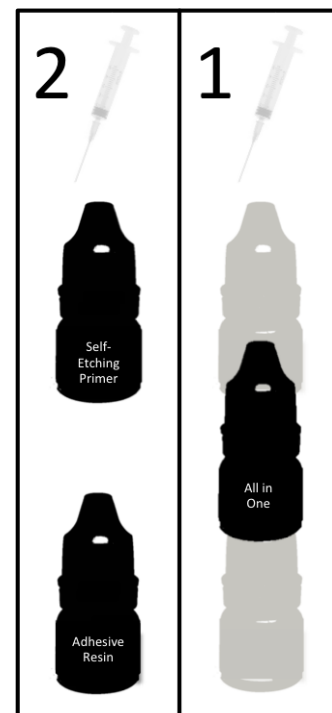


Figura 3. Adhesivo autoacondicionantes (Self-etch)

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 usuario¹⁴.

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 involucran.¹³

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^{14,15}.

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 tiempo¹⁶.

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 adhesiva¹⁶. 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 ciclos¹⁷.

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^{14,18}.

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 restauradores¹⁶.

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 conservadoras.¹³

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 estéticos¹⁹.

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 siempre 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 cavitaria¹⁹.

En el caso de la dentina el fenómeno de adhesión se logra a través de la formación de la capa híbrida. En 1982 Nakabayashi²⁰ propone 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 adhesivo.¹³

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 función.¹⁶

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 dentaria¹¹.

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 dentarias¹².

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 mineral)²¹, así, la dentina se mantiene como un tejido difícil de someter a los procedimientos adhesivos particularmente hidrófugos²⁰.

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 restaurados.¹⁶

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^{11,12,22}. Clínicamente esta degradación puede ser observada por la decoloración marginal y pérdida parcial o total de la restauración²².

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 dentinarios⁴.

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 dentina¹⁹.

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 sustrato¹⁶.

A pesar de estar disponibles comercialmente, la literatura muestra controversia en cuanto a cuál de los protocolos de adhesión es más eficiente^{22,23}, 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 clínico¹³.

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 técnica²³. 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^{24,25}.

Existe actualmente una tendencia de simplificar los procedimientos de unión, los datos presentados confirman que el protocolo convencional de tres pasos de grabado "*gold standard*" 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^{11,12}, ya que disminuyen la sensibilidad de la técnica, dolor postoperatorio y disminución de 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 estable¹¹, 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 años²².

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 deficiente²².

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, concentración que se encuentra por sobre lo que se recomienda por protocolo actualmente. Este hombre visionario predijo que esta técnica de "unión" podría ser utilizada en diversos procedimientos dentales, incluyendo las restauraciones clases III y V y sellante de fisuras²⁶.

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 hidroxapatita inorgánica en volumen, y la dentina es sólo el 45% de material inorgánico. Los cristales de hidroxapatita 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 esmalte²⁷.

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^{28,29}. Un proceso odontoblástico se extiende desde la pulpa en la parte interior de cada túbulo³⁰.

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)³¹.

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^{32,33}.

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 una "*smear layer*."³⁴ 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 subyacente³⁵.

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 superficie²³.

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.

2.5 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 resistente a la desmineralización por monómeros de resina o ácidos aplicados antes de la unión de resina⁴.

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”³⁶.

Independiente de la estrategia adhesiva escogida, cuando el substrato se encuentra alterado morfológica y estructuralmente, como sucede en la dentina esclerótica, representa un mayor desafío para la adhesión^{37,38}. 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^{37,39-41}.

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 dentaria⁴¹. Por lo que es común encontrarla en áreas donde la dentina queda expuesta a estos estímulos^{37,38,41-43}.

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 emplear⁴⁴.

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^{38,40,45,46}.

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^{47,48}.

En algunos protocolos de preparación de la superficie previa 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 restaurar⁴⁹⁻⁵¹.

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^{39,43,52}.

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 irregulares³⁹.

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 dentina³⁹.

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^{37-39,51,53,54}.

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 tracción⁵⁵.

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 mínima⁵⁵.

En vista de esta situación, se ha estado sugiriendo el uso del acondicionamiento con ácido etilendiaminotetraacético [EDTA]^{44,55,56}, 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^{44,56-58} al compararlo con el ácido ortofosfórico, entre otros tipos de agentes acondicionadores^{44,55,59}.

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 sustrato⁶⁰, brindando soporte a las fibras colágenas haciéndolas menos susceptibles a la deshidratación⁶¹.

Otro factor a favor del EDTA, es su capacidad de inhibición de las metaloproteinasas (MMPs), enzimas colagenolíticas propias de la matriz dentinaria que juegan un rol principal en la degradación del colágeno en el proceso de caries⁶²⁻⁶⁴. El colágeno que prima en este tejido principalmente, es colágeno tipo I^{23,65}.

Las MMPs degradan la estructura de las fibrillas de colágeno de la dentina expuesta⁴, esto debilita la interfase diente – restauración debilitando de forma progresiva esta unión⁶³, 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 EDTA⁵⁷.

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)^{4,58,66-69}, 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 superficie⁶⁶.

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 unión⁶⁷.

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 literatura⁷⁰, esto 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 mecánicas⁶².

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 subyacente³.

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 esclerótica⁴³:

- a) La presencia de una matriz intermicrobial de bacterias que quedan atrapadas y que puede haber debilitar la unión³.
- 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 masticatoria³⁶, 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. **HIPÓTESIS DE TRABAJO**

El acondicionamiento previo de la dentina esclerótica con diferentes concentraciones de EDTA (17 y 35 %) influirá en la resistencia de unión (MPa) de un sistema adhesivo self-etch (control negativo) o etch-and-rinse con ácido ortofosfórico 35 % (control positivo).

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) de un sistema adhesivo self-etch (control negativo) o etch-and-rinse con ácido ortofosfórico al 35 % (control positivo).

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. OBJETIVOS

4.1 **Objetivo general**

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

4.2 **Objetivos específicos**

- Evaluar la resistencia de unión (MPa) inmediatas (24hrs) del pre-acondicionamiento con EDTA según las concentraciones 17 y 35%, sobre la dentina esclerótica, asociado a un sistema adhesivo universal, con respecto a los controles positivo (etch-and-rinse 35% ácido ortofosfórico) y negativo (self-etch).
- Evaluar la resistencia de unión (MPa) inmediata (24hrs) del pre-acondicionamiento con EDTA sobre la dentina esclerótica, según los tiempos de aplicación 15, 30 y 120 s, asociado a un sistema adhesivo universal con respecto a los controles positivo (etch-and-rinse 35% ácido ortofosfórico) y negativo (self-etch).
- Comparar la resistencia de unión (MPa) inmediata (24hrs) del sistema etch-and-rinse y self-etch, sobre la dentina esclerótica, asociado a un sistema adhesivo universal.

5. MATERIALES Y MÉTODO:

5.1 Tipo de estudio

Estudio experimental *in vitro*.

5.2 Selección de la muestra

Este trabajo fue sometido al Comité de Bioseguridad de la Universidad de Valparaíso para su revisión y aprobación (ANEXO 1). Cuarenta incisivos bovinos⁵⁵ de animales con más de 3 años de edad que fueron sacrificados para el consumo humano, se obtuvieron de mataderos establecidos. Estos dientes presentaron dentina expuesta naturalmente en los bordes incisales y, por lo tanto, no se realizó ninguna alteración.

Para el cálculo de muestra se replicó protocolos disponibles en la literatura en relación al tema en estudio y los test que deben ser aplicados, los cuales indican utilizar un total de 5 unidades experimentales mínimo por grupo (n=5), valor obtenido a través de un test de cálculo de superioridad, considerando un nivel de significancia de 5%.

En base a lo anterior se trabajará con un número de objetos de prueba de 40, seleccionados mediante agrupación decisional.

| Grupos | Tipo de Grupo | Descripción | n |
|--------------|------------------|--|----|
| SN | Control Negativo | Técnica Self-Etch | 5 |
| ACFO35-15 | Control Positivo | Técnica Etch-and-Rinse con acondicionamiento con ácido ortofosfórico 35% durante 15 seg. | 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 |

Tabla I. Resumen de grupos controles y experimentales

La utilización de dientes de bovino está fundamentada, en su gran similitud en las características microestructurales con los tejidos dentarios de los dientes de humano^{71,72}.

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 humanos⁷⁰.

Se fundamenta el uso de incisivos de bovinos por 2 motivos⁷⁰:

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 superficie.

Criterios de inclusión:

- Incisivos de bovinos de animales con más de 3 años de edad que hayan sido sacrificados para el consumo humano, se obtendrán de mataderos establecidos.
- Estos dientes deberán presentar dentina expuesta naturalmente en los bordes incisales y, por lo tanto, no se realizará ninguna modificación en su superficie (Ver figura 4).
- Dientes permanentes.
- Clínicamente, se caracteriza la dentina esclerótica por un aspecto vítreo.



Figura 4. Diente seleccionado para el estudio.

Criterios de exclusión:

- Dientes de bovinos que no sean incisivos.
- Dientes pertenecientes a un animal con menos de 3 años de edad.
- Dientes sin exposición dentinaria naturalmente.
- Dientes con otras alteraciones (ej. fracturas verticales u horizontales).
- Dientes temporales.

5.3 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 será utilizado para la comparación por pares en todos los test estadísticos. El nivel de significancia utilizado será de pre-establecido en 5%.

5.4 Metodología de trabajo

I. Variables

| Variabes | 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 |
| 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 II. Variables presentes en el estudio.

PREPARACIÓN DE LOS ESPECÍMENES



Figura 5. Almacenamiento de muestras.

Los dientes fueron desinfectados (cloramina 0,5%) y almacenados en agua destilada hasta su utilización⁷³(Ver figura 5). 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.)¹⁷. 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 más tarde.

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 mencionado⁷⁴. Para el monitoreo del pH se utiliza un sensor de pH (pH-metro), el cual está en contacto constante con la solución mientras es 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 ponen 100 [ml] de agua destilada y se ponen a calentar en una placa calefactora a una temperatura no mayor a 25 [°C]. Además, se agrega un agitador magnético para obtener posteriormente una mezcla homogénea.
2. Se calibra previamente el pH-metro y luego se pone en contacto con la solución a preparar. Una vez calentada el agua se agrega una cantidad determinada de NaOH, de forma que la solución tenga un pH básico (superior a 8) permitiendo la posterior solubilización del EDTA.
3. Se agrega una cantidad determinada de EDTA, asegurando que el pH de la solución no sea inferior a 7,6.
4. Dado que el pH disminuye con la adición del EDTA, se vuelve 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 necesario para cada una de las diferentes concentraciones, se vierte la solución en un matraz de aforo de 100 [ml] y se completa el volumen con agua destilada. Luego la solución es guardada y almacenada en un frasco de vidrio para su posterior uso. En la siguiente figura se muestran cada uno de los equipos y materiales de laboratorio utilizados para la preparación de estas soluciones.

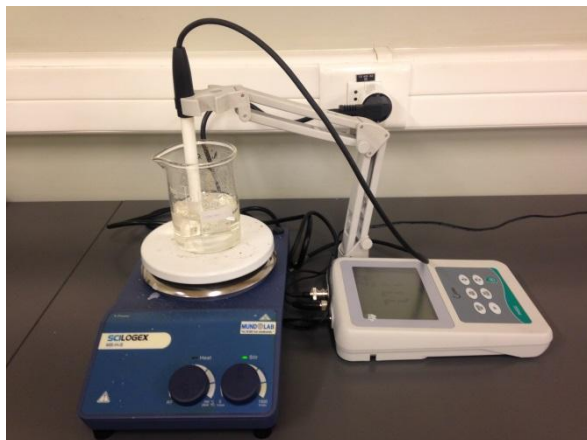


Figura 6. Montaje de equipos y materiales de laboratorio para la preparación de las soluciones de EDTA.

Estandarización de las soluciones de EDTA

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

1. Se pone en una bureta graduada la solución de EDTA a titular y se registra el volumen contenido (Ver figura 7).
2. Mediante una pipeta graduada se toma un volumen determinado (V_1) de una solución de concentración conocida (C_1) del patrón primario Carbonato de Calcio (CaCO_3) y se vierte en un matraz Erlenmeyer (Ver figura 8).
3. Se agregan 10 [m] de una solución buffer de pH 10 ($\text{NH}_3\text{-NH}_4\text{Cl}$) a la solución de CaCO_3 .
4. Se agrega una punta de espátula del indicador metalocrómico Negro de eriocromo T en el matraz, adquiriendo la solución de CaCO_3 un color rojo vinoso. (Ver figura 9 y 10).
5. Una vez preparada la solución en el matraz, se inicia 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 cambie de un color rojo vinoso a uno violeta se da por



Figura 7. Instrumentos utilizados para el procedimiento.



Figura 8. Patrón primario de CaCO_3 .

finalizada la titulación, cerrando el paso de la solución de EDTA en la bureta. (Ver figura 11 y 12).

7. Se debe registrar el volumen gastado de la solución de EDTA (V_2), teniendo en cuenta el volumen agregado inicialmente a la bureta. Este procedimiento se debe realizar por triplicado.



Figura 9. Solución color rojo vinoso obtenida.

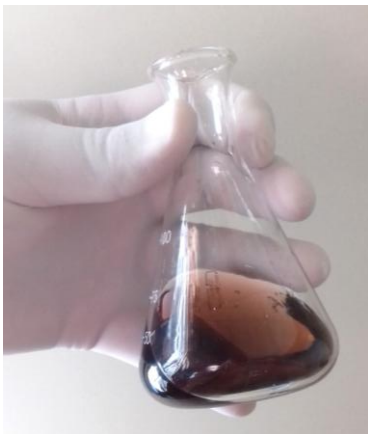


Figura 10. Solución color rojo vinoso obtenida.



Figura 11. Solución color violeta obtenida.



Figura 12. Solución color violeta obtenida.

Una vez finalizada la titulación y con los datos de volumen y concentración de la solución de CaCO_3 y el volumen consumido de la solución de EDTA a valorar, es posible determinar la concentración de esta última solución (C_2) mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:

C1: Concentración de solución valorante (CaCO_3), [M]

V1: Volumen de solución valorante (CaCO_3), [ml]

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

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

PRUEBA DE RESISTENCIA DE UNIÓN A LA MICROTRACCIÓN (μ TBS)



Figura 13. Diente montado en dispositivo y restaurado con resina compuesta.

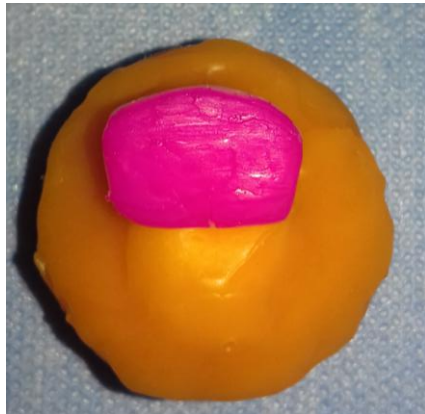


Figura 14. Diente coloreado para identificar el grupo al que pertenece.

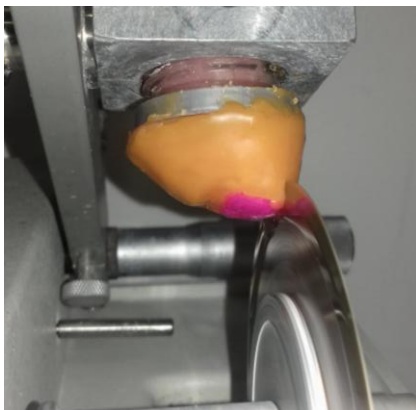


Figura 15. Diente es cortado en máquina de corte, dos secuencias de corte en eje X e Y.

Para esta evaluación, los 40 dientes serán distribuidos aleatoriamente en 8 grupos ($n=5$), según las variables de concentración de EDTA (%) y tiempo de aplicación (segundos) 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 2).

El sistema adhesivo fue fotoactivado usando un dispositivo LED de $600\text{ mW}/\text{cm}^2$ 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.) en dos incrementos de 2mm, siendo cada incremento fotoactivado por 40 s con el mismo LED (Ver figura13 y 14).

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^{20,51,69,75} (Digimatic Caliper, Mitutoyo, Kanagawa, Tokio, Japón)(Ver figura 15).



Figura 16. Especímenes obtenidos.

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.

Posteriormente, cumplido los tiempos de almacenamiento de los especímenes se midió el área transversal de cada uno de ellos (Ver imagen 17), 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 17. Medición de los lados del espécimen, para obtener área transversal.

Se utilizaron los dispositivos Geraldeli jig (Odeme, Biotechnology, Joaçaba, SC, Brasil) con gel de cianocrilato (La Gotita® Gel, Akapol S.A, Argentina). (Ver figura 18, 19 y 20). Los datos de fuerza se registraron en Kg_f, posteriormente se convirtieron en unidad Newton (Ver fórmula 2).

Los valores de resistencia de unión adhesiva microtraccional (μTBS) se calcula dividiendo la fuerza en Newton (N), en la cual, se produce la fractura por el área transversal (A) (mm²) de cada espécimen, esto permitió calcular la resistencia de unión adhesiva en megapascales (MPa). (Ver fórmula 2 y 3)



Figura 18. Especimen pegado con gel de cianocrilato en el dispositivo.

Fórmula "Resistencia de unión adhesiva microtraccional"

$$N = K_g_f \times 9.81$$

Fórmula 2

$$\mu TBS = N/A$$

Fórmula 3

Kg_f: Kilogramos-fuerza

μTBS : Resistencia de unión adhesiva microtraccional (Mpa)

N: Fuerza que produce la fractura (Newton)

A: Área transversal del espécimen (mm²)



Figura 19. Máquina de microtracción OM 100, registra en su pantalla la fuerza en Kg_f (kiloaramos-fuerza).



Figura 20. Especimen posterior a test de microtracción.

6. RESULTADOS

Los resultados obtenidos del test de resistencia de unión para cada una de las condiciones experimentales en tiempo inmediato están listados en la Tabla 3. 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.

La estrategia SE es la que presentó el menor valor de μ TBS inmediata, siendo el protocolo menos favorable para dentina esclerótica.

Se observó que el acondicionamiento con EDTA 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 el 35% presenta mejores resultados de μ TBS inmediata a dentina esclerótica en comparación al 17% de EDTA ($p < 0,001$), 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.

Tabla III. 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.

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

*Letras mayúsculas indican relación horizontal entre las variables, y letras minúsculas indica relación vertical entre variables del estudio.

** Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

GRÁFICO COMPARATIVO DE LOS GRUPOS DE CONTROLES: RESISTENCIA DE UNIÓN INMEDIATA VERSUS ESTRATEGIA DE ACONDIONAMIENTO

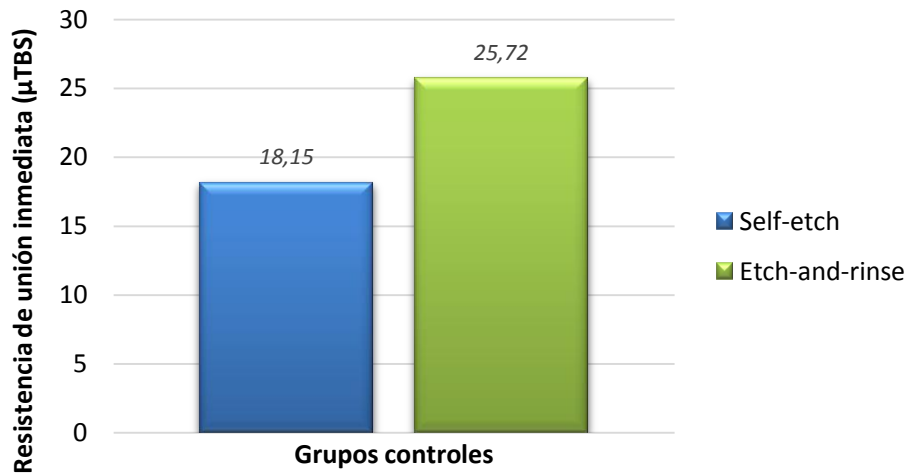


Figura 21. Gráfico comparativo entre los grupos controles de las resistencias de unión inmediata de los grupos controles: self-etch y etch-and-rinse.

GRÁFICO COMPARATIVO DE LOS GRUPOS EXPERIMENTALES DE RESISTENCIA DE UNIÓN INMEDIATA VERSUS TIEMPO DE ACONDIONAMIENTO

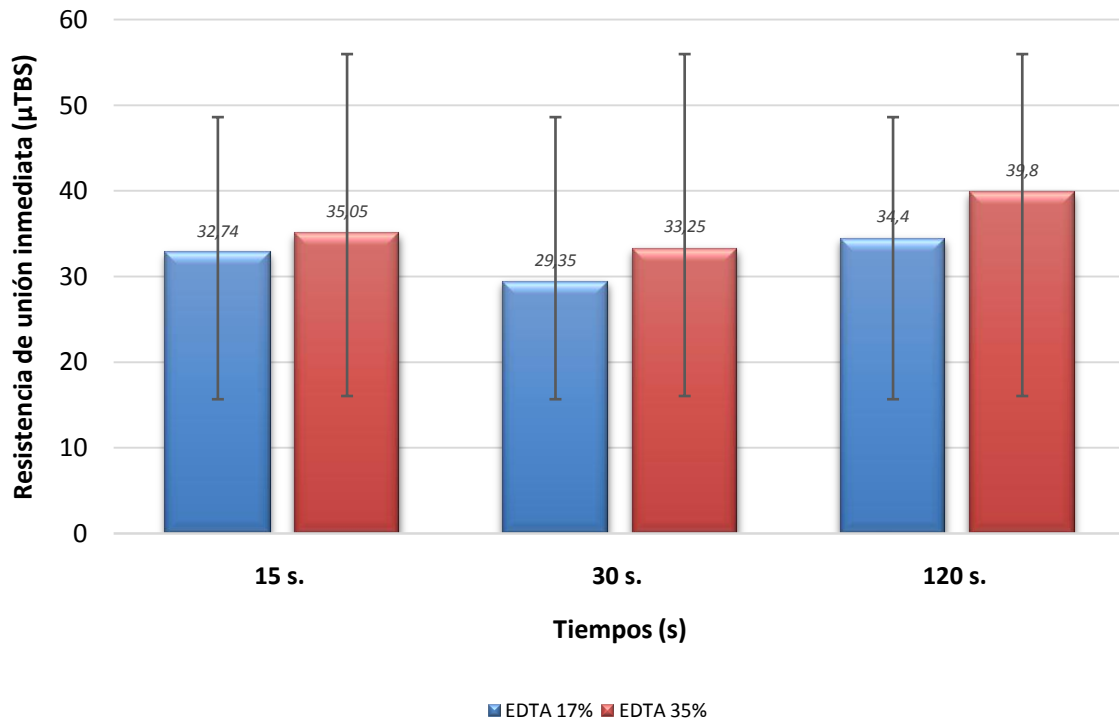


Figura 22. Gráfico comparativo entre los grupos experimentales de las resistencias de unión inmediata tomando en cuenta tiempo y concentraciones.

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 (restauración, corte de los cuerpos de prueba y prueba de tracción), permitió que se obtuviesen resultados con baja variabilidad. Además, los dientes seleccionados fueron elegidos por el docente guía de acuerdo a 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^{38,67}.

De acuerdo a los resultados de esta investigación, con respecto a la resistencia adhesiva, el acondicionamiento de la superficie con EDTA mejora significativamente la μ TBS inmediata, en comparación a los grupos controles positivo y negativo, mediante las técnicas de acondicionamiento con ácido ortofosfórico de la estrategia etch-and-rinse y sistema adhesivo self-etch respectivamente, de un sistema adhesivo universal. Siendo aceptada la primera hipótesis de trabajo planteada en el presente estudio.

Esto coincide 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^{44,55,56,5859}. 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^{76,77}.

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 el EDTA al 35% presenta mejores resultados de resistencia de unión en dentina esclerótica 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 observan diferencias significativas entre aplicar EDTA por 15, 30 y 120 segundos. Al utilizar EDTA en una concentración de 35% la resistencia de unión adhesiva varía favorablemente al aumentar el tiempo de aplicación a 120 segundos, no así en los grupos de 15 y 30 segundos. De forma se acepta parcialmente la segunda hipótesis planteada en el presente 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 la resistencia de unión inmediata 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 dentina⁷⁸, 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.

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 hibridización⁵.

Al comparar la resistencia de unión inmediata, 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 a la técnica self-etch los valores de resistencia adhesiva fueron los más desfavorables en dentina esclerótica.

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).

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 adhesiva³⁸.

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 inmediata 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 MMPs⁷⁹.

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 aceptable⁶⁶.

En este estudio, el uso de acondicionamiento con EDTA al 17% no muestra diferencias significativas al aumentar el factor tiempo. Al aumentar la concentración a un 35% las diferencias de unión son significativamente mayores en comparación al uso de EDTA al 17 %. El mejor resultado se obtuvo en este estudio corresponde a la aplicación por un tiempo de 120s, aumenta significativamente ($p < 0,001$) la μ TBS inmediata. No existieron diferencias en la aplicación de EDTA al 35% en los tiempos 15 y 30 segundos.

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 adhesiva⁵⁵.

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 sana⁴⁵.

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, lo que es habitual en la práctica diaria, aumentar la longevidad de restauraciones, evitando el recambio constante que obliga a la pérdida de tejidos por desgaste de la estructura, debilitando el diente y aumentando el riesgo de pérdida del mismo.

El estudio de los efectos del EDTA como agente acondicionador de superficie en dentina esclerótica y su inclusión en los protocolos clínicos, busca aumentar la resistencia de unión inmediata en dentina esclerótica, 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, sin embargo, es necesario el desarrollo de trabajos científicos futuros, que incorporen la evaluación de la longevidad de las restauraciones con el fin de obtener datos que fundamenten la existencia o no de degradación de la unión entre dentina y material restaurador y que expliquen los valores obtenidos, a largo plazo.

Es necesario además una evaluación de la disminución del tiempo clínico utilizado, para que en la práctica clínica sea más simple y rápido para el profesional tratante, mediante la inclusión del EDTA dentro de los protocolos convencionales, por lo que se sugiere realizar este estudio bajo el uso de EDTA a concentraciones más altas o en una presentación distinta a la utilizada en este estudio, incorporando las mismas variables y ver si existen cambios significativos en el tiempo clínico empleado.

8. CONCLUSIÓN

Con la realización de este estudio se infiere que la aplicación del EDTA como agente acondicionante para la dentina esclerótica en una concentración de 35% por 120 segundos, permite obtener valores de resistencia de unión inmediata, mayores a los obtenidos utilizados en los protocolos que se describen en la bibliografía, gracias a su propiedad de desmineralización selectiva y la inhibición de las MMPs endógenas de la dentina.

9. SUGERENCIAS

Se requieren estudios que incorporen la evaluación de la longevidad de las restauraciones, con resultados que fundamenten la existencia o no de la degradación de la unión entre dentina y material restaurador y que expliquen los valores obtenidos, a largo plazo.

Es recomendable también, realizar este estudio bajo el uso de EDTA a concentraciones más altas o en una presentación distinta a la utilizada en este estudio, 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 DENTINA ESCLERÓTICA SOMETIDA A DIFERENTES PROTOCOLOS DE ACONDICIONAMIENTO CON ÁCIDO ETILENDIAMINOTETRAACÉTICO Y ADHESIVO UNIVERSAL

Autores: Miguel Ángel Muñoz Pérez¹, Marcela Serrano Troncoso¹, Barbra Skewes Fredz¹, José Palma González¹.

1. Universidad de Valparaíso, Facultad de Odontología.

Objetivo: El principal propósito de este estudio es evaluar la resistencia de unión inmediata en dentina esclerótica con acondicionamiento de EDTA en diferentes concentraciones y tiempos, previo a la aplicación de un sistema adhesivo universal.

Método: En este estudio in-vitro se utilizaron 40 incisivos de bovinos con superficie de dentina esclerótica expuesta de forma natural. Los dientes fueron distribuidos aleatoriamente en 8 grupos diferentes (n=5) según las variables de concentración de EDTA (%) y tiempo de aplicación (segundos): 2 grupos controles y 6 grupos experimentales. Se empleó adhesivo Single Bond Universal (3M ESPE) y resina compuesta (Filtek Z350XT, 3M ESPE) para la restauración, 24 horas después las muestras fueron seccionadas con una máquina de corte (Isomet 1000, Buehler Ltd.) con un disco diamantado (15 HC-4in, Buehler Ltd.) bajo irrigación a 300 rpm. Posteriormente, los cuerpos de prueba obtenidos fueron sometidos a un test de microtracción con una máquina (OM100, Odeme) a una velocidad de 0.5mm/min.

Se emplearon test de ANOVA de dos factores: acondicionamiento y tiempos de aplicación, y post-test de Tukey's con un nivel de significancia del 5%.

Resultados: Las superficies de dentina esclerótica acondicionadas con EDTA 35% presentaron mayor resistencia micromecánica inmediata (μ TBS) en comparación con EDTA 17%($p<0,001$), para todos los tiempos de aplicación. La aplicación de EDTA al 35% por 120segundos presentó los resultados más altos ($39,8 \pm 8,3$ MPa).

Conclusión: El acondicionamiento de la superficie de dentina esclerótica con EDTA 35% por 120 segundos presentó mejores resultados en comparación a los protocolos actuales.

Palabras claves:

Dentina esclerótica, EDTA, ácido etilendiaminotetraacético.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. Mooney JB, Barrancos PJ. *Operatoria Dental: Integración Clínica*. Cuarta. Ed. Médica Panamericana; 2006.
2. Sturdevant CM. *Arte Y Ciencia de La Operatoria Dental*. Segunda. Ed. Medica Panamericana; 1987.
3. Tay FR, Pashley DH. Resin bonding to cervical sclerotic dentin: A review. *J Dent*. 2004;32(3):173-196. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2003.10.009.
4. 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. doi:10.1016/j.ijadhadh.2015.04.003.
5. 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.
6. Studervant RT. *Arte y Ciencia de la Odontología Conservadora*. 2007.
7. Langer A, Ilie N. Dentin infiltration ability of different classes of adhesive systems. *Clin Oral Investig*. 2013;17(1):205-216.
8. Garg N, Garg A. *Textbook of Operative Dentistry*. JP Medical Ltd; 2013.
9. 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.
10. Van Meerbeek B, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. [Adhesion of composite to dentin. Mechanical and clinical results]. *Ned Tijdschr Tandheelkd*. 1993;100(11):489-494.
11. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, et al. A Critical Review of the Durability of Adhesion to Tooth Tissue: Methods and Results. *J Dent Res*. 2005;84(2):118-132. doi:10.1111/j.1708-8240.2009.00315.x.
12. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent*. 2003;28(3):215-235.
13. Chee B, Rickman LJ, Satterthwaite JD. Adhesives for the restoration of non-carious cervical lesions: A systematic review. *J Dent*. 2012;40:443-452. doi:10.1016/j.jdent.2012.02.007.

14. Chen C, Niu L-N, Xie H, et al. Bonding of universal adhesives to dentine – Old wine in new bottles? *J Dent.* 2015;43(5):525-536. doi:10.1016/j.jdent.2015.03.004.
15. Perdigão J, Muñoz MA, Sezinando A, et al. Immediate adhesive properties to dentin and enamel of a universal adhesive associated with a hydrophobic resin coat. *Oper Dent.* 2014;39(5):489-499.
16. Baratieri LN, Monteiro S, de Melo TS, et al. *Odontología Restauradora: Fundamentos Y Técnicas.* Livraria Santos; 2011.
17. Wagner A, Wendler M, Petschelt A, Belli R, Lohbauer U. Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. *J Dent.* 2014;42(7):800-807. doi:10.1016/j.jdent.2014.04.012.
18. Rosa WLDO Da, Piva E, Silva AF Da. Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2015;43(7):765-776. doi:10.1016/j.jdent.2015.04.003.
19. Swift EJJ, Perdigao J, Heymann HO. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995. *Quintessence Int.* 1995;26(2):95-110.
20. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res.* 1982;16(3):265-273. doi:10.1002/jbm.820160307.
21. Carvalho RM, Carrilho MR de O, Pereira LCG, et al. Sistemas adesivos: fundamentos para aplicação clínica. *Rev Biodonto.* 2004;2(1):6-86.
22. 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. doi:10.1016/j.dental.2005.02.003.
23. Perdigão J. New Developments in Dental Adhesion. doi:10.1016/j.cden.2007.01.001.
24. 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):404-411. doi:10.1016/j.jdent.2013.03.001.
25. Muñoz M, Luque-Martinez I, Malaquias P, et al. *In Vitro* Longevity of Bonding

- Properties of Universal Adhesives to Dentin. *Oper Dent.* 2015;40(3):282-292. doi:10.2341/14-055-L.
26. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel. *J dent Res.* 1955;34:948-953.
 27. Aasen SM. History of dentinal bonding. *Esthet Dent Updat.* 1990;1:43-46.
 28. Pashley DH. Clinical correlations of dentin structure and function. *J Prosthet Dent.* 1991;66(6):777-781.
 29. Heymann HO, Bayne SC. Current concepts in dentin bonding: focusing on dentinal adhesion factors. *J Am Dent Assoc.* 1993;124(5):26-36.
 30. Thomas HF, Carella P. Correlation of scanning and transmission electron microscopy of human dentinal tubules. *Arch Oral Biol.* 1984;29(8):641-646.
 31. Terkla LG, Brown AC, Hainisch AP, Mitchem JC. Testing sealing properties of restorative materials against moist dentin. *J Dent Res.* 1987;66(12):1758-1764.
 32. Pashley DH, Andringa HJ, Derkson GD, Derkson ME, Kalathoor SR. Regional variability in the permeability of human dentine. *Arch Oral Biol.* 1987;32(7):519-523.
 33. 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.
 34. 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):1359-1368.
 35. Pashley D, Michelich V, Kehl T. Dentin permeability: effects of smear layer removal. *J Prosthet Dent.* 1981;46(5):531-537.
 36. 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):105-108. doi:10.1016/j.archoralbio.2007.09.005.
 37. Tay FR, Pashley DH. Resin bonding to cervical sclerotic dentin: A review. *J Dent.* 2004;32(3):173-196. doi:10.1016/j.jdent.2003.10.009.
 38. Kwong SM, Cheung GSP, Kei LH, et al. Micro-tensile bond strengths to sclerotic dentin using a self-etching and a total-etching technique.
 39. Van Meerbeek B, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Morphological

- characterization of the interface between resin and sclerotic dentine. *J Dent.* 1994;22(3):141-146. doi:http://dx.doi.org/10.1016/0300-5712(94)90197-X.
40. 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;28(7):515-528. doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0300-5712(00)00032-4.
 41. El-din AKN, Miller BH, Griggs JA. Resin bonding to sclerotic, noncarious, cervical lesions. *Quintessence Int.* 2004;35(7):529-540. <http://europepmc.org/abstract/MED/15259968>.
 42. Gwinnett AJ, Jendresen MD. Micromorphologic features of cervical erosion after acid conditioning and its relation with composite resin. *J Dent Res.* 1978;57(4):543-549.
 43. Tay FR, Kwong SM, Itthagarun A, 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.
 44. 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;9(3):291-296.
 45. 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):922-927. doi:10.1016/j.jdent.2008.07.009.
 46. 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;27(3):471-479.
 47. Yoshiyama M, Sano H, Ebisu S, et al. Regional strengths of bonding agents to cervical sclerotic root dentin. *J Dent Res.* 1996;75(6):1404-1413.
 48. 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):547-555. doi:10.2341/10-025-L.
 49. van Dijken JW V. Durability of three simplified adhesive systems in Class V non-carious cervical dentin lesions. *Am J Dent.* 2004;17(1):27-32.

50. van Dijken JW. Clinical evaluation of three adhesive systems in class V non-carious lesions. *Dent Mater.* 2000;16(4):285-291.
51. Luque-Martinez I, Mena-Serrano A, Muñ Oz M, et al. Effect of Bur Roughness on Bond to Sclerotic Dentin With Self-etch Adhesive Systems. doi:10.2341/11-390-L.
52. 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;33(3):338-345. doi:10.2341/07-96.
53. 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. <http://europepmc.org/abstract/MED/15724759>.
54. 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. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16617368>.
55. 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;16(6):395-400.
56. 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):279-288. doi:10.1016/j.jdent.2008.12.002.
57. 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):736-740. doi:10.1177/154405910508400810.
58. 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).
59. 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):103-109. doi:10.1016/j.dental.2003.12.004.

60. Sano H, Takatsu T, Ciucchi B, Russell CM, Pashley DH. Tensile properties of resin-infiltrated demineralized human dentin. *J Dent Res.* 1995;74(4):1093-1102.
61. Habelitz S, Balooch M, Marshall SJ, Balooch G, Marshall GW. In situ atomic force microscopy of partially demineralized human dentin collagen fibrils. 2002;138:227-236.
62. 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):193-199.
63. Carrilho MR, Tay FR, Donnelly AM, et al. Host-derived Loss of Dentin Matrix Stiffness Associated with Solubilization of Collagen. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2009;90(1):373-380. doi:10.1002/jbm.b.31295.
64. Toledano M, Yamauti M, Osorio E, Osorio R. Zinc-inhibited MMP-mediated collagen degradation after different dentine demineralization procedures. *Caries Res.* 2012;46(3):201-207. doi:10.1159/000337315.
65. Perdigão J. Dentin bonding-Variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dent Mater.* 2010;26(2):24-37. doi:10.1016/j.dental.2009.11.149.
66. 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.
67. Cederlund a, Jonsson B, Blomlöf J. Shear strength after ethylenediaminetetraacetic acid conditioning of dentin. *Acta Odontol Scand.* 2001.
68. Zhang K, Tay FR, Kim YK, et al. The effect of initial irrigation with two different sodium hypochlorite concentrations on the erosion of instrumented radicular dentin. *Dent Mater.* 2010;26(6):514-523. doi:10.1016/j.dental.2010.01.009.
69. 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).
70. Wegehaupt FJ, Widmer R, Attin T. Is bovine dentine an appropriate substitute

- in abrasion studies? *Clin Oral Investig.* 2010;14(2):201-205. doi:10.1007/s00784-009-0283-3.
71. Sanches RP, Otani C, Damião a. J, Miyakawa W. AFM characterization of bovine enamel and dentine after acid-etching. *Micron.* 2009;40(4):502-506. doi:10.1016/j.micron.2008.12.001.
 72. 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):422-426. doi:10.1016/j.joen.2006.12.011.
 73. 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):888-894. doi:10.1016/j.dental.2007.11.003.
 74. Blue B, Dye L. Recipes for Stock Solutions. :8-10.
 75. Mena-Serrano AP, Garcia EJ, Perez MM, 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. doi:10.1590/1678-7757201302136.
 76. Skoog D a., West DM, Holler FJ, Couch SR. Fundamentos de Química Analítica. *Fundam Química Analítica.* 2005:374. doi:10.1016/S0584-8547.
 77. Chang R. Química General. Ed. *Fondo Educ Interam.* 2000.
 78. Perdigão J, Reis A, Loguercio AD. Dentin adhesion and MMPs: A comprehensive review. *J Esthet Restor Dent.* 2013;25(4):219-241. doi:10.1111/jerd.12016.
 79. 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.* 2015:1-9. doi:10.1016/j.jdent.2015.04.013.

Anexos

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 etilidiaminotetraacético 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"

Chilo Galsardo
Presidente
Comité de Bioseguridad
Universidad de Valparaíso



Valparaíso, 13 de agosto de 2015.

ANEXO 2: PROTOCOLOS DE EXPERIMENTACIÓN

Materiales restauradores a emplear:

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

GRUPOS DE CONTROL Y EXPERIMENTACIÓN

| Grupos | Tipo de Grupo | Descripción | n |
|-------------------|----------------------|--|-----------|
| SN | Control Negativo | Técnica Self-etch | 5 |
| ACFO35-15 | Control Positivo | Etch-and-rinse con ácido con acondicionamiento con ortofosfórico 35% durante 15 seg. | 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 |

PROTOCOLOS DE RESTAURACIÓN

SN: GRUPO CONTROL NEGATIVO: SELF-ETCH

1. Aplicación de adhesivo: frotar uniformemente la superficie con un microbrush durante 20 segundos.
2. Secar 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. Secar 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.

ACFO 35-15: GRUPO CONTROL POSITIVO: ETCH-AND-RINSE CON 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. Secar 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. Secar 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.

EDTA 17-15: GRUPO ACONDICIONAMIENTO CON EDTA 17% POR 15 SEGUNDOS

1. Aplicación EDTA AL 17% con un microbrush, de forma activa, por 15 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. Secar 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. Secar 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.

EDTA 17-30: GRUPO ACONDICIONAMIENTO CON 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. Secar 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. Secar 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.

EDTA 17-120: GRUPO ACONDICIONAMIENTO CON EDTA AL 17% POR 120 SEGUNDOS

1. Aplicación EDTA AL 17% con un microbrush, de forma activa por 120 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 durante 20 segundos.
5. Secar 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. Secar 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.

EDTA 35-15: GRUPO ACONDICIONAMIENTO CON EDTA AL 35% POR 15 SEGUNDOS

1. Aplicación EDTA AL 35% con un microbrush, de forma activa por 15 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. Secar 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. Secar 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.

EDTA 35-30: GRUPO ACONDICIONAMIENTO CON 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. Secar 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. Secar 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.

EDTA 35-120: GRUPO ACONDICIONAMIENTO CON EDTA AL 35% POR 120 SEGUNDOS

1. Aplicación EDTA AL 35% con un microbrush, de forma activa por 120 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. Secar 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. Secar 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.