

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA



FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE POSGRADO

MAESTRÍA EN ESTOMATOLOGÍA
CON TERMINAL EN REHABILITACIÓN ORAL

“EFECTO DE LA NARINGENINA SOBRE LA FUERZA DE ADHESIÓN EN UN
SISTEMA ADHESIVO DE GRABADO Y ENJUAGUE”

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN ESTOMATOLOGÍA CON TERMINAL EN REHABILITACIÓN ORAL

PRESENTA

C.D. Blanca Gabriela Rodríguez Cervantes
ID. 221450018

DIRECTOR DE TESIS

D. en C.S. María de los Angeles Moyaho Bernal
ID. 100289266

DIRECTOR DISCIPLINARIO

M.E.I Guillermo Franco Romero
ID. 100294988

DIRECTOR METODOLÓGICO

D. en C.S. María de los Angeles Moyaho Bernal
ID. 100289266

ASESORA EXTERNA

D. en C.S. Blanca Irma Flores Ferreyra

LECTOR

D.C. Ismael Juárez Díaz
ID. 100517019

Puebla, Puebla 15 de junio 2023



BUAP

Oficio No. FESIEP/CIFE/048/2023

C. Blanca Gabriela Rodríguez Cervantes
Alumna de la Maestría en Estomatología
con opción en Terminal en Rehabilitación Oral
Matrícula No.: 221450018
Facultad de Estomatología
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
PRESENTE

Sirva este medio para enviarle un cordial saludo, asimismo, el que suscribe MO. Farid Alfonso Dipp Velázquez Secretario de Investigación y Estudios de Posgrado de la Facultad de Estomatología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; por este medio me permito informar a Usted, que, está Secretaría de Posgrado aprueba la impresión de la Tesis titulada:

"Efecto de la naringenina sobre la fuerza de adhesión en un sistema adhesivo de grabado y enjuague".

misma que presentará para realizar su examen profesional y obtener el grado de Maestra en Estomatología con opción en Terminal en Rehabilitación Oral; para su conocimiento y atención correspondiente.

Sin otro particular, reitero a Usted mi más atenta y distinguida consideración.

Atentamente
"Pensar bien, para vivir mejor"
H. Puebla de Z., 25 de mayo de 2023

MO. Farid Alfonso Dipp Velázquez
Secretario de Investigación y Estudios de Posgrado
Facultad de Estomatología



*Se anexa: Formato de Impresión de Tesis (Original) - p.s.c y a.
*C.c.p. Archivo
*NTRO. FJMA/DR.FADV/yaneth

Facultad
de Estomatología

31 Poniente 1304, Col. Volcanes,
Puebla, Pue. C. P. 72410
01 (222) 229 55 00 Ext. 6400

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA
SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TESIS RECEPCIONAL

Para obtener el Grado de: **Maestra en Estomatología con opción terminal en Rehabilitación Oral**

Registro CIFE: 2022172 Fecha: viernes 26 de mayo del 2023

Título de la Tesis: "Efecto de la naringenina sobre la fuerza de adhesión en un sistema adhesivo de grabado y enjuague"

Nombre del alumno: Blanca Gabriela Rodríguez Cervantes. **Matrícula:** 221450018

Domicilio: 35 Poniente 507 - Departamento No. 101, Colonia Chulavista, CP. 72420, Puebla, Puebla.

Tel: 66*41 76 94 87

Fecha de ingreso a la Facultad: lunes 04 de enero del 2021

Firma: _____

Director de tesis: DC. María de los Ángeles Moyaho Bernal **Grado académico:** Doctorado en Ciencias de la Salud

Adscripción: Facultad de Estomatología

ID: 100289266

Tel: 22*22 78 88 41

Firma: _____

Director Disciplinario: MEI. Guillermo Franco Romero **Grado académico:** Maestría en Estomatología Integral

Adscripción: Facultad de Estomatología

ID: 100294988

Tel: 22*22 12 06 57

Firma: _____

Director Metodológico: DC. María de los Ángeles Moyaho Bernal **Grado académico:** Doctorado en Ciencias de la Salud.

Adscripción: Facultad de Estomatología

ID: 100289266

Tel: 22*22 78 88 41

Firma: _____

Lector: DC. Ismael Juárez Díaz

Grado académico: Doctor en Ciencias Químico-Biológicas

Adscripción: Facultad de Estomatología

ID: 100517019

Tel: 24*61 01 69 44

Firma: _____

Nombre y firma de aprobación Responsable de la Maestría en Estomatología con Opción terminal en Rehabilitación Oral

M.E.I. Guillermo Franco Romero

Firma: _____

La Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado de la Facultad de Estomatología, autoriza la impresión de la Tesis.

MO. Farid Alfonso Dipp Velázquez



Fecha: viernes 26 de mayo del 2023

Sello

AGRADECIMIENTOS

“El éxito es la suma de pequeños esfuerzos repetidos día tras día”. – Robert Collier.

Doy gracias a mi mamá Adela y mi tío José, quienes son mis pilares, gracias por alentarme a ser una mejor versión de mí, dejándome cumplir mi sueño de vida, que a pesar de los momentos difíciles salimos adelante, que sin ellos nada de esto habría sido posible. Gracias por todo el amor, la alegría y fortaleza que me brindaron en todo momento, por no dejarme rendir y hacerme entender que se puede ser capaz si lo haces con pasión.

Gracias a mis compañeros, mi nueva familia, mis hermanitos de generación: Adriana, Martín y Jessica por todos los buenos momentos vividos, todo el aprendizaje, me ayudaron a crecer como persona, a saber defenderme, demostrarme que cuando queremos y podemos lograremos siempre lo que nos proponemos.

A mi coordinador y asesor, el Dr Guillermo Franco por darme su confianza, por esos abrazos y palabras de aliento en momentos difíciles y hacerme ver que todo es posible con dedicación.

A mi asesora de tesis Dra. María de los Angeles Moyaho por compartir sus conocimientos de manera profesional, por toda su dedicación, paciencia, apoyo y confianza en este trabajo.

A la Dra Abigail Flores quien me apoyó en llevar a cabo este proyecto, donde me orientó en todo momento y me demostró que la investigación puede ser sencilla si te apasiona. Gracias por siempre estar al pendiente de mí.

A el Dr Rosendo Carrasco por brindarme de su tiempo, sabiduría y darme su apoyo en el proyecto.

A el Dr Jesús Gámez por los patrocinios en el proyecto, de igual manera por brindar de su conocimiento y mantenerse al tanto del progreso del trabajo.

Y por último agradezco a todas las personas que me encontré en este camino de formación, quienes estuvieron conmigo en cada paso, fortaleciendo mi mente y mi corazón, siempre tendrán de mi total admiración, cariño y respeto.

LOS AMO.

Sin olvidar dar las gracias a Dios por acompañarme en este camino, colocando a las personas correctas, en el momento indicado para disfrutar el viaje.

Esta investigación fue realizada gracias al apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y
Tecnología (Conacyt).
No. CVU 1101893

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	8
2. ANTECEDENTES GENERALES	11
2.1 ESTRUCTURAS DEL ÓRGANO DENTARIO	12
2.1.1 ESMALTE	12
2.1.1.1 COMPONENTES ESTRUCTURALES	12
2.1.2 DENTINA	13
2.1.2.1 CONFORMACIÓN ESTRUCTURAL	13
2.2 ADHESIÓN A LOS TEJIDOS DENTALES	15
2.2.1 SISTEMAS ADHESIVOS	15
2.2.2 COMPONENTES	15
2.2.3 FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA ADHESIÓN	18
2.2.4 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS ADHESIVOS	18
2.3 CAPA HÍBRIDA	22
2.3.1 ENVEJECIMIENTO Y MECANISMOS DE DEGRADACIÓN DE LA CAPA HÍBRIDA	22
2.4 METALOPROTEINASAS DE MATRIZ	24
2.4.1 FUNCIONES	24
2.4.2 CLASIFICACIÓN	24
2.4.3 MECANISMO DE ACCIÓN (ACTIVACIÓN)	25
2.5 INHIBICIÓN DE LAS METALOPROTEINASAS DE MATRIZ	25
2.5.1 CLORHEXIDINA	26
2.5.2 12-METACRILOXIDODECILPIRIDIO BROMURO (MDPB)	26
2.5.3 OTROS INHIBIDORES DE MPM Y SUS APORTACIONES	26
2.5.3.3 FLAVONOIDES	27
3. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS	29
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	35
5. JUSTIFICACIÓN	37
6. HIPÓTESIS	39
6.1 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	40
6.2 HIPÓTESIS NULA	40
7. OBJETIVOS	41
7.1 GENERAL	42

7.2	ESPECÍFICOS.....	42
8.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	43
8.1	<i>Diseño del estudio</i>	44
8.2	<i>Tamaño de la muestra</i>	44
8.3	<i>Criterios de Selección</i>	44
8.4	<i>Variables</i>	45
8.5	<i>Ubicación espacio-temporal</i>	46
8.6	<i>Procedimientos, Técnica y fuentes de recolección</i>	47
8.7	<i>Diagrama de Flujo</i>	54
8.8	<i>Análisis estadístico</i>	55
9.	ASPECTOS ÉTICOS.....	56
10.	RESULTADOS.....	58
11.	DISCUSIÓN.....	64
12.	CONCLUSIÓN.....	72
13.	BIBLIOGRAFÍA.....	76
14.	ANEXOS.....	79

1. INTRODUCCIÓN

En la última década, la tendencia a realizar tratamientos menos agresivos hacia los tejidos dentales ha ido en aumento. La evolución en la tecnología y la innovación en la ciencia de los materiales dentales ha permitido que esto sea posible. Sin embargo, el mayor de los obstáculos se ha presentado al querer aumentar la longevidad de los materiales que interactúan con la cavidad oral y los tejidos dentales.

La dentina es un tejido de soporte del diente y por eso juega un papel clave en los resultados clínicos de las restauraciones adhesivas. La dentina es un tejido altamente mineralizado que, a comparación del esmalte, cuenta con menor concentración mineral (70% peso) y con mucho mayor contenido orgánico (20% peso) y agua. (1)

La mayor desventaja de las restauraciones adhesivas es su limitada durabilidad en boca, solo permanecen en condiciones óptimas entre 3 a 5 años. Las razones más citadas con las primeras generaciones de adhesivos son: la pérdida de la retención y adaptación marginal deficiente. (2)

Una parte fundamental del éxito de las restauraciones adhesivas está directamente relacionado con el sistema adhesivo a emplear. Es indispensable que este material sea capaz de interactuar con las condiciones ambientales inherentes de cada tejido dental. Muchos adhesivos dentales combinan monómeros hidrofílicos e hidrofóbicos en la misma botella. Los grupos hidrofílicos aumentan la humectabilidad hacia los tejidos duros dentales; los grupos hidrofóbicos interactúan y se co-polimerizan con el material restaurador. Debido a que la dentina vital es intrínsecamente húmeda, es virtualmente imposible secarla por completo en un contexto clínico. Consecuentemente, los fabricantes han desarrollado adhesivos dentinarios que son compatibles con ambientes húmedos. (3)

La longevidad clínica de la capa híbrida parece involucrar factores tanto físicos como químicos. Dentro de los factores físicos se pueden considerar las fuerzas masticatorias oclusales y el repetitivo estrés por la expansión y contracción debido a los cambios de temperaturas dentro de la cavidad oral. Los agentes químicos ácidos en el fluido dentinario, saliva, comida, bebidas y productos bacterianos comprometen aún más la

interface diente/biomaterial dando como resultado en varios patrones de degradación de fibrillas de colágeno no protegidas, elución de monómeros resinosos (probablemente debido a la polimerización deficiente) y a la degradación de los componentes de la resina. (4)

Estudios recientes revelaron la contribución de las proteinasas derivadas del huésped en la degradación de matriz colágena en la patogénesis de la caries y la enfermedad periodontal. Las proteinasas podrían estar implicadas en la adhesión a la dentina, debido a que la nanofiltración puede ocurrir en la presencia de espacios evidentes a través de la interfaz resina-dentina creadas *in vivo*; los resultados de estos estudios sugieren la degradación de zonas infiltradas en la dentina hibridizada por metaloproteinasa de matriz (MPM) dentro de la matriz colágena dentinaria en la ausencia de bacterias. (5)

Por otra parte, los flavonoides son un grupo extenso de compuestos polifenólicos presentes en plantas regularmente consumidas por los humanos. Estos compuestos naturales han demostrado tener un amplio rango de propiedades biológicas y farmacológicas que se les han atribuido debido a su habilidad para inhibir y modular ciertas enzimas. Específicamente, la Naringenina, se encuentra en las frutas cítricas, ha demostrado poseer propiedades antioxidantes y anti-inflamatorias, permite mejorar el acondicionamiento en la adhesión y que mejor que sea compatible de origen natural. (6)

Por lo tanto, el objetivo de la investigación es evaluar el efecto de la Naringenina sobre la fuerza de adhesión en un sistema adhesivo de grabado y enjuague.

Palabras clave: Metaloproteinasa, dentina, Naringenina, grabado y enjuague.

2. ANTECEDENTES GENERALES

2.1 ESTRUCTURAS DEL ÓRGANO DENTARIO

2.1.1 ESMALTE

El esmalte es el tejido más duro en el cuerpo humano, compuesto en el 96% de minerales, 1% de matriz orgánica y 3% de agua. La superficie del esmalte es ácido-resistente por lo que provee protección adicional contra la disolución en el entorno oral.(1)

2.1.1.1 COMPONENTES ESTRUCTURALES

El esmalte lo conforma los cristales de hidroxiapatita representando el componente inorgánico. Estos cristales son depositados para formar prismas de esmalte altamente complejos. Se encuentran casi perpendicularmente de la unión amelodentinaria hacia la superficie externa del esmalte.

El esmalte presenta una serie de características que lo definen como una estructura única, por ejemplo:

1. Frente a una enfermedad, reacciona con pérdida de materia, y es incapaz de repararse; es decir, no posee poder regenerativo como sucede en otros tejidos del organismo, aunque puede darse un fenómeno de remineralización.
2. Los ameloblastos tras completar la formación del esmalte, involucionan y desaparecen durante la erupción dentaria por un mecanismo de apoptosis. Lo que significa que no hay crecimiento, ni una nueva aposición de esmalte después de la erupción.
3. Los cristales de hidroxiapatita del esmalte están densamente empaquetados y son de mayor tamaño que los de otros tejidos mineralizados, son susceptibles (solubles) a la acción de los ácidos; esta característica constituye el sustrato químico que da origen a la caries.
4. El esmalte maduro no contiene células ni prolongaciones celulares. Por ello, actualmente no se le considera como un «tejido», sino como un material o componente extracelular muy mineralizada. Las células que le dan origen, no

quedan incorporadas y, por ello, el esmalte es una estructura acelular, avascular y sin inervación.

5. Su forma de reaccionar ante cualquier agente físico, químico o biológico es con pérdida de materia. Es afectado por la acción mecánica del cepillado vigoroso y pastas abrasivas, por el estrés oclusal que produce abfracciones y por la desmineralización ácida no solo de caries, sino también de bebidas carbonatadas o jugos ácidos de frutas. (1)

2.1.2 DENTINA

2.1.2.1 CONFORMACIÓN ESTRUCTURAL

La dentina es el tejido interno del diente que juega un papel importante en el resultado clínico de cualquier restauración. Es una estructura porosa, hidratada, compuesta en un (70% del peso) por mineral en forma de apatita carbonatada situado en los espacios entre las fibrillas de colágeno; como contenido orgánico se encuentra en (20% del peso) y de agua (10% del peso) a comparación del esmalte. Dentro de su morfología encontramos túbulos dentinarios que se extienden desde el complejo pulpar hacia la unión amelocementaria y están rodeados por dentina intratubular altamente mineralizada que esta bordeada por dentina peritubular menos mineralizada. (1)

A continuación, se muestran los principales componentes estructurales:

Matriz orgánica: En ella se observa primordialmente el colágeno tipo I formando el 90% de la matriz. Sin embargo, se han descrito pequeñas proporciones de colágeno tipo III, IV, V y VI. Además, podemos encontrar proteoglucanos y glucosaminoglucanos siendo los más relevantes el condroitin 4-sulfato y el condroitin 6-sulfato (81% y 14%, respectivamente). (7)

Matriz inorgánica: Se encuentra compuesta por cristales de hidroxiapatita, químicamente similares a los del esmalte, cemento y hueso. Morfológicamente son más pequeños y delgados a comparación de los que se observan en el esmalte, siendo estos similares a los que se encuentran en el tejido óseo. En la siguiente tabla se enlistan los principales componentes de la matriz extracelular de la dentina:

Tabla 1. Componentes de la matriz extracelular de la dentina

<p>Colágeno (90% de la matriz extracelular)</p>	<p>Tipos I y trímero (98%) Tipo II (1-2%) Tipo V (1%) Tipo IV y VI</p>
<p>Proteínas no colágenas (10% de la matriz extracelular)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Proteínas fosforiladas de la matriz (SIBLING) Sialofosfoproteína dentinaria (DSPP) Sialoproteína dentinaria (DSP) Fosforina dentinaria (DPP) Proteína de la matriz dentinaria 1 (DMP1) Osteopontina (OPN) Sialoproteína ósea (BSP) Fosfoglucoproteína extracelular de la matriz (MEPE). • Proteínas de la matriz no fosforiladas Proteína GLA de la matriz Osteocalcina Osteonectina • Proteoglicanos (PG) PG con condroitina sulfato (CS) y dermatán sulfato (DS) Decorina Biglicano PG con queratán sulfato Lumicán Fibromodulina Osteoadherina • Amelogenina. • Factores de crecimiento e inhibición TGF-B (TGF-1, TGF-82, TGF3) IGF (GF1,1GF2) BMP (BMP2, BMP4, BMP7) FGF2 VEGF PDGF Inhibidor tisular de la metaloproteinasa (TIMP-1 a 3) • Metaloproteinasas de la matriz Colagenasa (MMP-1) Gelatinasas (MMP1 y 9) Estromelisinina (MMP-3) Enamelisinina (MMP-20) Metaloproteinasas de membrana tipo 1 (MT1-MMP) • Fosfatasa alcalina.
<p>Fosfolípidos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Proteínas derivadas del suero Albúmina Lipoproteínas LHS2 - glucoproteína <p>Fosfolípidos de membrana 66 % Fosfolípidos asociados al mineral extracelular 33 %</p>

En la tabla se muestra de manera simplificada cómo se encuentra conformada la matriz extracelular de la dentina.

Tomado de: Gomez de Ferraris M., y cols., 2009. (8)

Las proteínas no colágenas, como los proteoglicanos, y glicoproteínas SIBLING juegan papeles importantes en la dentinogénesis, entre ellos la regulación de funciones y control del crecimiento de los cristales, fibrillogénesis y mineralización. (7)

2.2 ADHESIÓN A LOS TEJIDOS DENTALES

2.2.1 SISTEMAS ADHESIVOS

La función más importante de los adhesivos dentales es proporcionar un enlace químico entre los composites dentales y/o cementos de composite. Además, debe ser capaz de soportar fuerzas mecánicas y la tensión de contracción proveniente del composite para prevenir filtraciones alrededor de los márgenes de la restauración. (9)

2.2.2 COMPONENTES

Los adhesivos dentales y acondicionantes contienen monómeros de resina que son similares a los que se encuentran en la matriz de resina de los composites con la inclusión de grupos metacrilatos funcionales, además de fracciones hidrofílicas como hidroxietil metacrilatos, para permitir la correcta interacción de estos con los tejidos dentales. (10)

Los adhesivos dentales están diseñados para unir los composites de resina al esmalte y a la dentina. Su formulación química determina en gran medida su rendimiento adhesivo en la clínica. Independientemente del número de frascos, un sistema adhesivo suele contener monómeros de resina, iniciadores de polimerización, inhibidores o estabilizadores, disolventes y, a veces, rellenos inorgánicos. (1,2)

2.2.2.1 COMPONENTES RESINOSOS

Tanto los acondicionadores como los adhesivos dentales contienen monómeros de resina como por ejemplo en los composites, además de algunos grupos funcionales como metacrilatos e hidroxietil metacrilatos que permiten la interacción química con los tejidos dentales. (10)

2.2.2.2 SISTEMAS INICIADORES

Los iniciadores son generalmente moléculas que poseen enlaces atómicos con baja energía de disociación que formarán radicales en determinadas condiciones. Esos radicales desencadenarán la reacción de polimerización radical. Se ha demostrado que la cantidad de iniciador está directamente relacionada con la resistencia mecánica de la resina. Los radicales pueden producirse por una variedad de métodos térmicos, fotoquímicos y reacciones óxido-reducción. Tanto en los composites como los adhesivos, utilizan sistemas iniciadores que trabajan mediante reacciones óxido-reducción como por fotoactivación. Los fotoiniciadores absorben la energía electromagnética (fotopolimerización), mientras que los iniciadores a base de reacciones óxido-reducción, necesitan la adición de otro componente (curado químico o autocurado). (10)

2.2.2.3 INHIBIDORES

Los inhibidores que se añaden a las resinas dentales son en realidad antioxidantes que son capaces de eliminar los radicales libres que se originan a partir de los sistemas iniciadores que reaccionan prematuramente. Especialmente en condiciones de almacenamiento extremas, como las altas temperaturas, algunas moléculas iniciadoras pueden descomponerse o reaccionar espontáneamente para formar radicales. Los inhibidores impedirán la iniciación y propagación espontánea de los radicales libres. (10)

Cuando la reacción de polimerización se desencadena por fotopolimerización o por la adición de dos componentes, habrá una cantidad mucho mayor de radicales libres que de inhibidores. Los radicales formados en primera instancia seguirán siendo neutralizados por la pequeña cantidad de inhibidor, una vez superadas dichas cantidades de inhibidor se iniciará la reacción de polimerización, iniciada por el excedente de radicales disponibles. (10)

2.2.2.4 AGENTES ACOPLADORES

Estos componentes facilitan las interacciones químicas de los componentes orgánicos e inorgánicos de los composites. Están compuestos de grupos hidroxilo hidrofílicos en un extremo y grupos metacrilato hidrofóbicos en el otro. Dentro de los agentes acopladores más utilizados se encuentra el silano, un compuesto orgánico a base de silicón. (11)

2.2.2.5 SOLVENTES

Los solventes tales como el etanol, acetona y el agua son agregados a las mezclas de los adhesivos para disminuir su viscosidad y promover la infiltración de resina en los tejidos dentales. Los solventes también son esenciales para la técnica de “adhesión húmeda” de los sistemas de lavado y enjuague y el grabado de superficie por los monómeros acídicos en los sistemas de autograbado. En los sistemas de lavado y enjuague, el etanol juega un papel clave para la infiltración de los monómeros de resina dentro de la red de colágeno húmedo, además de contribuir a la evaporación del excedente de agua al formar agregados agua-etanol. (1)

2.2.2.6 RELLENOS

Mientras que los composites por definición siempre contienen partículas de relleno, no siempre es el caso en los adhesivos. Se dice que los adhesivos que contienen rellenos son “filled”, en contraste con los adhesivos “unfilled” no contienen. Los sistemas adhesivos para la adhesión de restauraciones directas al tejido dental tradicionalmente no contenían partículas de relleno. Los rellenos pueden ser añadidos a los adhesivos por varias razones: En primer lugar, La capa de adhesivo situada entre el composite y el diente, se considera un eslabón débil debido a su baja resistencia a la tracción y a su bajo módulo elástico; En segundo lugar, los fabricantes suelen añadir partículas de

relleno para modificar la viscosidad de los adhesivos. Además, su efecto espesante evita el adelgazamiento excesivo de la capa adhesiva. Una capa de adhesivo demasiado fina puede sufrir una polimerización incompleta de la resina debido a la inhibición del oxígeno. Se demostró que los adhesivos con relleno producen capas más gruesas después del adelgazamiento con aire. Además, las capas más gruesas también pueden proporcionar un buen alivio de los esfuerzos de contracción producidos por el composite de restauración, gracias a su mayor elasticidad. (10)

2.2.3 FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA ADHESIÓN

Durante los últimos 40 años la tecnología y la innovación en el campo de los materiales dentales ha proporcionado que se modifiquen los adhesivos dentales con el fin de crear nuevos productos capaces de adherirse a la dentina sin tener algún compromiso biológico o físico-mecánico que comprometa a los tejidos dentales y/o a las restauraciones. (11)

Así mismo, la adhesión dental es concebible cuando los siguientes factores están presentes: superficies dentales limpias, buena humectabilidad de superficie, difusión de los monómeros resinosos del adhesivo dentro del esmalte y la dentina y una adecuada polimerización. (1)

Los mecanismos adhesivos primarios de cualquier material dental tienden a adherirse al tejido dental, particularmente los adhesivos, cementos y últimamente también las restauraciones autoadhesivas, implican:

- Humectabilidad de la superficie
- Microretención (o enclavamiento micromecánico) e
- Interacción química. (12)

2.2.4 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS ADHESIVOS

Los adhesivos dentales son categorizados en generaciones, número de pasos y método de grabado de los tejidos dentales. Sin embargo, es más sencillo tomar en

cuenta la manera en la cual interactúan con el lodillo dentinario (*smear layer*, en inglés). Una revisión más detallada de la química detrás de los adhesivos dentales y sus mecanismos de adhesión muestra 2 conceptos:

1. La dependencia en la completa remoción de los remanentes de desechos formada debido a la preparación cavitaria y la superficial desmineralización de la dentina y el esmalte.
2. Disolución parcial e incorporación de la capa de deshecho en la interface adhesiva.(1)

2.2.4.1 LAVADO Y ENJUAGUE

El método de lavado y enjuague consta de colocar ácido grabador en las superficies dentales a impregnar de adhesivo por tiempos definidos. Esto provocara la desmineralización del tejido dental dando como resultado porosidades (en el caso del esmalte) y exposición de la matriz colágena (en el caso de la dentina) los cuales deben de ser impregnados con el adhesivo. El principal mecanismo de adhesión de este método es el anclaje micromecánico de las prolongaciones del adhesivo dental que fluyen a través de los túbulos dentinarios y la interacción de los componentes del adhesivo dental con la hidroxiapatita. Cualquier barrillo dentinario superficial se elimina completamente. (10,12,13)

2.2.4.2 AUTOGRABANTE

Actualmente la demanda hacia técnicas más sencillas que sean menos sensibles al operador y que consuman menos tiempo ha dado lugar a la invención de adhesivos capaces de lograrlo los cuales son conocidos como autograbantes. Estos adhesivos utilizan monómeros acídicos que simultáneamente acondicionan y graban la dentina para formar esta capa híbrida sin la necesidad de lavar después de su uso. Pueden encontrarse en sistemas de 2 pasos o 1 paso, dependiendo si la resina adhesiva hidrofóbica es aplicada en un paso separado o esta combinada con el acondicionador hidrofílico. (10)

Alternativamente, el uso de autograbantes (ultra) suaves simplifican la adhesión a la dentina al evitar el proceso lavado y enjuague mediante la incorporación de monómeros específicos con grupos funcionales ácidos, que simultáneamente se comportan como agentes acondicionadores e imprimadores. El autograbado del esmalte no disuelve superficialmente y diluye a la hidroxiapatita (Hap) como lo hace el ácido fosfórico; no produce fosas profundas de grabado microretentivas, por lo que el efecto del autograbado es insuficiente para lograr una adhesión duradera al esmalte. Por lo tanto, los adhesivos autograbantes son precedidos comúnmente por el grabado selectivo del esmalte con ácido fosfórico siguiendo el procedimiento clínico descrito anteriormente. La superficie de la dentina se desmineraliza solo parcialmente con el autograbado (ultra) suave, por el cual la microretención solo se crea dentro del primer micrómetro superficial y el colágeno permanece rodeado y protegido por la HAP. Debido a que el barrillo dentinario de la superficie puede interferir con la adhesión. Prolongar el autograbado reducirá la interferencia de la capa de barrillo dentinario. Tras la infiltración de resina, se produce una capa híbrida rica en HAP submicrométrica típica, que produce un enclavamiento micromecánico con potencial de enlace químico, ya que el calcio abundantemente disponible permanece como receptor para reaccionar con el monómero funcional que se infiltró en esta capa híbrida submicrónica. (12)

2.2.4.3 ADHESIVO UNIVERSAL

Los adhesivos “Universales” adquieren su nombre debido a las diferentes modalidades de uso y su aplicación para acondicionar los diferentes materiales de restauración. Una característica fundamental de estos adhesivos es que dentro de sus componentes se encuentra un monómero funcional, capaz de actuar como acondicionador y facilitar la adhesión entre la matriz orgánica del adhesivo con los sustratos a los que se va a adherir. El monómero funcional más común es el 10-metacriloxidecilfosfato dihidrogenado (10-MDP, por sus siglas en inglés), el cual se ha demostrado que reacciona con la hidroxiapatita contenida en los tejidos dentales para adherirse químicamente a ellos. También es capaz de acondicionar a la zirconia para que interactúe con los cementos resinosos y poder tener una verdadera adhesión química a este sustrato. (12)

El término "Universal" se refiere a sus opciones de aplicación, que permiten utilizarlas siguiendo un modelo de adhesión E&R o SE, ofreciendo al mismo tiempo versatilidad de aplicación con un potencial de adhesión (reclamado) a cerámicas ricas en vidrio (vía silano) y zirconia pobre en vidrio (vía 10-MDP) para indicaciones de restauración indirecta de dientes (12) restauraciones directas, reconstrucción de núcleos y desensibilizantes dentinarios. Ver (Tabla 2). En la siguiente tabla se muestran algunos adhesivos universales, así como sus componentes:

Tabla 2. Adhesivos universales actuales

ADHESIVO	MONOMEROS FUNCIONALES	SOLVENTES	pH	SILANO	ACTIVADOR DC
All-Bond Universal (Bisco, Inc.)	MDP	Etanol, agua	3.2	No	No
Adhese Universal (Ivoclar Vivadent)	MDP, MCAP	Etanol, agua	2.8	No	No
Clearfil Universal Bond (Kuraray Noritake Dental, Inc.)	MDP	Etanol, agua	2.3	Si	Si
Futurabond U (VOCO)	MDP	Etanol, agua	2.3	No	No
G-Premio Bond (GC America Inc.)	MDP, 4-MET,MDTP	Acetona, agua	1.5	No	Si
One Coat 7 Universal (Coltene)	MDP	Etanol, agua	2.8	No	Si
OptiBond Universal (Kerr Corp.)	GPDM	Acetona, Etanol, agua	2.5	No	No
Prime & Bond Active o Prime & Bond Universal (Dentsply Sirona)	MDP,PENTA	Isopropil, agua, alcohol	2.5	No	Si
Scotchbond Adhesivo universal o Single Bond Adhesivo universal (3M Oral Care)	MDP, PAC	Etanol, agua	2.7	Si	Si
Scotchbond Universal Adhesive Plus (3M Oral Care)	MDP, PAC	Etanol, agua	2.7	Si	No
Universal Bond (Tokuyama Dental America, Inc.)	MOEP, MTU-6	Acetona, Isopropil, agua, alcohol	2.2	Si	No

Representación de los tipos de adhesivos universales disponibles en el mercado mencionando sus monómeros funcionales, el tipo de ph que presentan, contenido de silano y activador "dual cure".

Tomado de: Perdigao J., y cols., 2021. (11)

2.3 CAPA HÍBRIDA

Descrito por Nakabayashi en 1981, la capa híbrida es la interfase entre la dentina desmineralizada, fibrillas de colágeno expuestas debido al grabado ácido y el adhesivo dental. El proceso de crear la capa híbrida se conoce como hibridación. La intención de este protocolo es de reforzar a la dentina y crear una capa a la cual sea más favorable colocar el nuevo material de restauración. (12,14,15)

El término de capa híbrida fue propuesto por primera vez por Nakabayashi, para caracterizar la creación de la capa que se forma cuando la dentina es reforzada por la infiltración de resina. (14,16) La capa híbrida es el resultado de la difusión e impregnación de monómeros en la subsuperficie de los substratos de dentina pre-tratada como sustrato y su polimerización. La capa híbrida, también se puede conocer como: la zona de interdifusión con la dentina, dentina infiltrada con primer-resina, capa de dentina impregnada con resina, zona de interdifusión o zona de interpenetración. (15)

Las principales características que presenta la capa híbrida es la de ser hidrofóbica, ácido resistente y fuerte. La calidad de la capa híbrida decide la fuerza de interface resina-dentina. Cuando la capa híbrida se torna gruesa y más uniforme, la fuerza de adhesión mejora. (16)

2.3.1 ENVEJECIMIENTO Y MECANISMOS DE DEGRADACIÓN DE LA CAPA HÍBRIDA

La longevidad clínica de la capa híbrida involucra factores tanto físicos como químicos. Las fuerzas oclusales de masticación y las repetitivas fuerzas de expansión y contracción debido a los cambios de temperatura en la cavidad oral son factores físicos que afectan la estabilidad de la interface. Agentes químicos acídicos en el fluido dentinario como la saliva, comida y bebidas; también productos bacterianos desafían aún más la interface diente/biomaterial dando como resultado diferentes patrones de degradación de las fibrillas de colágeno expuestas, la elución de monómeros resinosos (probablemente debido a una polimerización subóptima) y la degradación de los componentes resinosos. (4)

El mecanismo principal de degradación de la capa híbrida es la hidrólisis y por ende la lixiviación de los componentes resinosos del adhesivo. La penetración de agua provoca la separación de aquellos monómeros pobremente enlazados debido a que no es posible adquirir un grado de conversión del 100% del adhesivo dental. Además, la incompatibilidad entre los componentes hidrofílicos e hidrofóbicos de los adhesivos los hace más propensos a ser degradados en un entorno acuoso. La degradación ocurre de manera acelerada conforme el agua continua su movimiento a través de la capa híbrida debido a que se forman canales agua que permiten su paso. Esto da como resultado una disminución de la fuerza de unión con el paso del tiempo. (4,17)

La degradación crónica de la capa híbrida involucra la hidrólisis y lixiviación de la resina adhesiva que se ha infiltrado en la matriz dentinaria desmineralizada. La lixiviación ocurre por la penetración de agua entre los enlazados o dominios hidrofílicos del adhesivo. Este último, muestra la conversión monómero/polímero limitada debido a la separación de la fase adhesiva y la falta de compatibilidad entre el fotoiniciador hidrofóbico y la fase hidrofílica. Esta última, cuando esta polimerizada, se degrada rápidamente en un entorno acuoso. La elución de resina continua mientras el movimiento del agua a lo largo de la capa híbrida se vuelve más rápido por medio de los canales de agua formados. (18)

La hidrólisis es considerada la razón principal de la degradación de la resina dentro de la capa híbrida, contribuyendo a la reducción de la fuerza de unión durante el transcurso del tiempo. Debido a la prolongada exposición de la restauración a los fluidos orales, el agua comienza a penetrar la resina. (18)

La presencia de agua en la interfase adhesiva genera una capa híbrida frágil, en la cual el fenómeno de la hidrólisis y lixiviación ocurre. Los adhesivos contemporáneos incluyen en su formulación componentes hidrofílicos e hidrofóbicos que, en soluciones acuosas, se produce una separación de nanofase de los adhesivos. (7)

2.4 METALOPROTEINASAS DE MATRIZ

Las metaloproteinasas de matriz (MMPs) son una familia de enzimas y han sido descritos 23 tipos en humanos. Son dependientes de calcio y zinc para su actividad y son caracterizadas por tener 4 dominios en su composición: el dominio peptido-señal, dominio propeptido (compuesto de cisteína y grupos sulfhidrilos), dominio catalítico (con zinc en el sitio de actividad catalítica junto con residuos de calcio e histidina) y un dominio tipo hemopexina que sirve para unirse al substrato y es en el cual inhibidores de tejido específicos se unen. (7)

2.4.1 FUNCIONES

Durante la odontogénesis, es necesaria una comunicación ectomesenquimatosa, en donde las MMPs son importantes en esta interacción. En etapas tempranas de odontogénesis, las MMPs determinan la morfogénesis dental y en etapas tardías determina la diferenciación de odontoblastos y ameloblastos. Las células mesenquimales expresan, al menos, MPM-1, MPM-2, MPM-3, MPM-8, MPM-9, MPM-14, y MPM-20. Algunas se encuentran en forma de pro-enzimas que son atrapadas dentro de la matriz mineralizada durante el desarrollo dentinario, y debido a su actividad de proteasa colagenolítica, pueden hidrolizar los componentes de la matriz extracelular cuando son activadas por estímulos físicos o químicos. (7)

2.4.2 CLASIFICACIÓN

Las principales MPM que se encuentran en la dentina humana son: MPM-2, MPM-3, MPM-8, MPM-9 y MPM-20. (8,19,20) A continuación se muestra la clasificación de las diferentes metaloproteinasas de Matriz.

Tabla 3. Clasificación de metaloproteinasas de Matriz

Familia	Metaloproteinasas de Matriz
Colagenasas	MPM-1, MPM-8, MPM-13, MPM-18
Gelatinasas	MPM-2, MPM-9
Estromalisinas	MPM-3, MPM-10
Matrisilinas	MPM-7, MPM-27
De tipo membrana	MPM-14, MPM-15, MPM-16, MPM-16, MPM-24

En la tabla se muestra la clasificación de metaloproteinasas de Matriz y las diferentes familias que a las que pertenecen.

Tomado de: Betancourt DE., y cols., 2019. (7)

2.4.3 MECANISMO DE ACCIÓN (ACTIVACIÓN)

Las MMPs están involucradas en diferentes procesos patológicos, como la enfermedad periodontal y la caries. Se ha observado que la degradación de las fibrillas colágenas expuestas debido a una falta de impregnación del adhesivo es vulnerable a la degradación por colagenasas de origen bacteriano. Las MMPs se activan cuando se escindir la interacción zinc-cisteína dentro de sus dominios, también llamado “*cysteine switch*”. Este proceso es importante para entender su posible inhibición. Estudios recientes han revelado su papel en la degradación de la matriz colágena en la patogénesis de la caries, con implicaciones potenciales y relevantes en la adhesión a dentina. Las MMPs pueden ser activadas *in vivo* por proteasas y otras MMP, *in vitro* por agentes químicos como modificadores de grupos sulfhidrilos, agentes caotrópicos, y oxígeno reactivo, así como agentes físicos como pH ácido y calor. (17,19)

2.5 INHIBICIÓN DE LAS METALOPROTEINASAS DE MATRIZ

En la técnica de grabado enjuague, la diferente penetración del adhesivo y la acción del ácido acondicionante conlleva a una incompleta hibridación de la red de colágeno expuesta. Por lo que una porción de las fibrillas de colágeno permanece expuesta, siendo más susceptibles a la degradación hidrolítica, que lleva a la nanopercolación. (7)

2.5.1 CLORHEXIDINA

La clorhexidina (CHX) es un agente antimicrobiano de amplio espectro utilizando ampliamente en el tratamiento de enfermedades orales. Su eficacia antibacteriana es comparable al hipoclorito de sodio. Recientemente se ha descubierto que tiene propiedades de inhibición de MMP deseables (contra MPM-2, -8 y -9) aun en concentraciones bajas, posiblemente debido a su propiedad cation-quelante de Zn^{2+} . Además, la CHX es una molécula catiónica que se une a moléculas aniónicas de la dentina mineralizada y desmineralizada. El efecto de la clorhexidina se mantiene por 18 meses, tiempo en el cual la degradación de la interfase adhesiva comienza. (20)

2.5.2 12-METACRILOXIDODECILPIRIDIO BROMURO (MDPB)

El monómero antibacteriano, 12-metacriloxidodecilpiridio bromuro (MDPB), es un monómero resinoso polimerizable sintetizado al combinar un compuesto de amonio cuaternario, bromuro dodecilpiridinio, con un grupo metacrilato. El MDPB, como un derivado de un compuesto de amonio cuaternario, tiene potente efecto antibacteriano frente varias especies patogénicas de bacterias relacionadas con caries aun antes de su polimerización. (19)

Al igual que la CHX, los metacrilatos de amonio cuaternario son catiónicos. Un estudio reciente mostró que los monómeros de resina de metacrilato de amonio cuaternario tienen varios grados de actividad inhibitoria de los MMPs. Si este monómero conserva o no su efecto inhibidor contra MMPs después la polimerización y permanecer copolimerizado con otros monómeros en una formulación adhesiva es un tema que merece más investigaciones. (21)

2.5.3 OTROS INHIBIDORES DE MPM Y SUS APORTACIONES

2.5.3.1 EPIGALOCATEQUINA-3 GALATO (EGCG)

Los polifenoles del té verde son flavonoles, generalmente conocidos como catequinas. El (EGCG) es el principal polifenol del té verde. El EGCG ha demostrado tener efectos farmacológicos marcados, como actividades antioxidantes, antiinflamatorias y

antimutagénicas. Además, EGCG es un agente neuroprotector contra la isquemia cerebral focal y global. (22)

Las capacidades de las catequinas de té verde, incluyendo EGCG para inhibir las actividades de MMP están bien documentadas. Se ha demostrado que EGCG inhibe los MMPs en una variedad de modelos experimentales. Además, la EGCG inhibe la actividad de MMP-2 y MMP-9 por la degradación de la molécula MMP. (22)

En odontología, EGCG puede inhibir la actividad y la expresión de MMP-9 involucrados en la formación de osteoclastos en la enfermedad periodontal, aparte de su efecto inhibitorio sobre el crecimiento de *Streptococcus mutans* cuando se agrega a un adhesivo. El extracto de té verde también se ha reportado para reducir la erosión-abrasión de la dentina por inhibición MMPs. Debido a sus propiedades anti-MMP, los adhesivos que contienen EGCG pueden tener un potencial para aumentar la durabilidad de la resina, aunque esto aún no se ha investigado completamente. (3)

2.5.3.2 GALARDINA

La Galardina es un potente inhibidor sintético de MMP de tipo hidroxamato de amplio espectro diseñado como una imitación molecular de los sustratos MMP, que le permite entrar en el sitio activo de los MMP, donde se une al átomo crítico de zinc. El efecto inhibitorio de la Galardina en las MMPs de dentina fue confirmado por el análisis cimográfico, en el que se observó un efecto inhibidor tanto de MMP-2 como de MMP-9 sin comprometer las fuerzas de adhesión. La Galardina resultó en una reducción del 27% en la fuerza de adhesión después de 1 año de envejecimiento, que fue significativamente menor que la reducción del 45% medida en los controles no tratados. (3)

2.5.3.3 FLAVONOIDES

Los flavonoides son un gran grupo de compuestos polifenoles de bajo peso molecular presentes en muchos alimentos de origen vegetal consumidos regularmente por los seres humanos. Estos compuestos naturales han demostrado una amplia gama de

actividades biológicas y farmacológicas que se han atribuido a su capacidad para inhibir o modular ciertas enzimas y a sus propiedades antioxidantes. (6)

2.5.3.4 NARINGENINA

La Naringenina (4,5,7- trihidroxiflavanona), es una flavanona primaria, presente en la naranja, pomelo, mandarina, cáscaras de limón crudas y cáscara de lima cruda. Se ha demostrado que posee propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, anti pirógenas y antimutagénicas y estudios recientes sugieren que podría ser un agente quimioprotector útil. (22,23)

2.5.3.4.1 CARACTERÍSTICAS

La potente actividad antioxidante y la actividad quelante del metal de los flavonoides se atribuyen a su naturaleza fenólica. Además, se sabe que exhiben acciones antiinflamatorias, antialérgicas, hepatotóxicas, anticancerígenas y antitrombóticas. (23)

El potencial antioxidante de la Naringenina se confirmó en varios modelos animales y estudios de líneas celulares. Los efectos principales de la Naringenina incluyen, inhibición de las enzimas pro-oxidantes tales como xantina oxidasa, nicotinamida adenina dinucleótido fosfato oxidasa, lipoxigenasa y ciclooxigenasa, quelación de iones metálicos y lo más importante eliminación de radicales libres. Además, la Naringenina mejora el nivel fisiológico de varias enzimas antioxidantes como el glutatión peroxidasa, superóxido dismutasa y catalasa. También es conocida por reducir la nitratación de proteínas y la oxidación facilitada por peroxinitrito. (23)

3. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

Yi Liu (24) y cols., en 2013, investigaron sobre la habilidad de las proantocianidinas (PA) para contribuir a mejorar la estabilidad del colágeno dentinario en el contexto de utilizarlos dentro de periodos de tiempo clínicamente relevantes. Se utilizaron láminas de colágeno dentinario desmineralizado que fueron tratadas con una solución de PA al 3.75 wt% por 10 segundos, 1 minuto, 30 minutos, 60 minutos, 120 minutos, 360 minutos y 720 minutos. Las muestras resultantes fueron sometidas a digestión con colagenasa al 0.1% a 37°C por 2 horas, 6 horas, 12 horas, 24 horas, 36 horas y 48 horas. Mediante la técnica de pérdida de masa se determinó el porcentaje de la pérdida de peso después de la digestión y evaluar la resistencia de las fibras de colágeno tratadas con PA. Mediante Espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR, por sus siglas en inglés) se evaluaron las muestras para detectar evidencias de interacciones del PA con el colágeno después de los periodos de tiempo antes mencionados. Los resultados arrojaron que el tratamiento de las muestras con tan solo 10 segundos puede mejorar la resistencia del colágeno a la degradación enzimática. Las observaciones en el FTIR comprobaron la incorporación de PA en el colágeno independientemente del tiempo de tratamiento, probablemente a través de un mecanismo de interacción química.

Yi Liu (25) y cols., en 2014, utilizaron el extracto de la semilla de la uva (GSE, por sus siglas en inglés), el cual es rico en proantocianidinas, para proteger las fibras de colágeno en la dentina desmineralizada de actividades colagenolíticas después del protocolo clínico relevante. Debido a que uno de los efectos adversos de las proantocianidinas es que interfieren con la polimerización de la resina, se creía que el GSE debía ser colocado y removido por el lavado con agua, lo cual aumenta la complejidad del procedimiento adhesivo. Es por eso que se investigó la posibilidad de combinar GSE con el ácido fosfórico utilizado en la odontología para desmineralizar la dentina. Basados en los resultados arrojados por la Espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier, concluyeron que después del tratamiento con ácido grabador de 20% al 5% y la aplicación de GSE por 30 segundos tornó a las fibras colágenas de la dentina desmineralizada inertes a la digestión enzimática bacteriana. A su vez, utilizaron la modificación del ácido grabador con GSE colocado por 30 segundos. La

Espectroscopia micro-Raman, demostró que la formulación con concentración al 20% de ácido grabador tiende a sobre grabar la dentina. Basados en los resultados de la Microscopia Electrónica de Barrido y Transmisión, esta misma formulación exhibió penetración desincronizada del ácido fosfórico y del GSE. Por ende, la adición del GSE al ácido fosfórico funciona como estabilizador de colágeno y grabador al mismo tiempo, pero la concentración de ácido fosfórico debe ser menor a 20%.

Hass (26) y cols., en 2021, evaluaron los efectos de diferentes polifenoles y solventes en las interacciones del colágeno dentinario y su entrelazamiento junto con su bioestabilización en contra de la degradación mediada por Metaloproteinasas de Matriz (MPM) y colagenasas. Dos polifenoles ([Proantocinidina (PA) y Quercetina [QC]) en diferentes disoluciones a base de etanol (EtOH) o Dimetil Sulfoxido (DMSO) como solventes. Laminillas de dentina de 6- μ m de grosor fueron recortadas con micrótopo de bloques de dentina provenientes de terceros molares. Después de la desmineralización, las laminillas fueron tratadas por 60 segundos en las disoluciones de PA o QC seguidas de un lavado profuso con el solvente original (EtOH ó DMSO) o agua destilada (AD). Las interacciones de entrelazado de colágeno fueron evaluadas por Electroscopia Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR, por sus siglas en ingles). La bioestabilidad, a través de la actividad de las MMPs endógenas, fue evaluada por medio de Microscopio Laser, y la degradación exógena por medio de la colagenasa a través de la pérdida de masa, liberación de hidroxiprolina y Microscopia Electrónica de Barrido. Los resultados mostraron que las interacciones del colágeno, su enlazado y la bioestabilidad dependen de las características químicas del polifenol utilizado. Se observó un mayor grado de enlazado de colágeno y bioestabilidad con la PA que con la QC.

Yong Wang (27) y cols., en 2022. Investigaron sobre la capacidad de diferentes extractos de polifenoles como lo son el extracto de la semilla de uva verde, del té verde y del jugo de arándanos, así como un enlazador químico N-hidroxisuccinimida Carbodimida como potenciales inhibidores de metaloproteinasas de matriz (MPM) aplicados en un contexto clínicamente relevante. Después del grabado ácido de la

dentina por 15 segundos, se aplicaron los correspondientes inhibidores por 30 segundos para evaluar mediante Espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier, pérdida de masa, liberación de hidroxiprolina, Microscopia Electrónica de Barrido y de Transmisión, y Zimografía *in situ*, su efecto como estabilizador de la matriz colágena expuesta por el grabado. Se demostró que el extracto de jugo de arándanos aumentó la resistencia de la matriz colágena expuesta por el grabado ácido a la digestión por enzimas bacterianas además de la inhibición de las MPMs.

Hang Liu (28) y cols., en 2021, evaluaron la habilidad de las teaflavinas (TF) del té negro para proteger el colágeno dentinario de la degradación enzimática a través de su efecto enlazador bajo condiciones clínicamente relevante. Laminillas de dentina 10- μ m de grosor fueron recortadas con microtomo provenientes de bloques de dentina de molares humanos. Seguido de la desmineralización, las laminillas de dentina fueron tratados con TF a dos concentraciones (0.4 y 2%) por 30 segundos. Se utilizó Proantocianidina (PA) proveniente de las semillas de uva como enlazador de colágeno en el grupo de control. Las interacciones de enlaces de colágeno y su estabilización ante la degradación enzimática fueron investigadas por Espectroscopia Infrarroja por Transformada de Fourier, pérdida de masa, liberación de hidroxiprolina y Microscopia Electrónica de Transformación y Barrido. Se concluyó que las TF se entrelaza con el colágeno de la dentina dentro de un tiempo clínicamente relevante (30 segundos) y ofrece una excelente protección contra la degradación enzimática, con una eficacia comparable o inclusive mejor que la PA.

Rong Wang (29) y cols., en 2022, investigaron sobre el péptido hibridizante de colágeno (CHP, por sus siglas en ingles) y las proantocianidinas (PA) y sus efectos contra la desnaturalización del colágeno provocada por el uso del ácido fosfórico para tratar la dentina. Se utilizaron molares seccionados en láminas de 7- μ m de grosor, desmineralizadas y se dividieron en 6 grupos: de control con/sin modificación de PA, colágeno tratados con H_3PO_4 y con/sin modificación de PA, tratados enzimáticamente con CHP con/sin modificación de PA. La modificación con PA constó de sumergir las láminas de dentina en soluciones de PA al 0.65% por 30 segundos. El H_3PO_4 y la CHP

fueron utilizados de manera experimental para inducir desnaturalización del colágeno, que fue cuantificado mediante intensidad de fluorescencia (FI, por sus siglas en inglés) derivado de la tinción del fluorescentemente-conjugado-CHP. Para caracterizar las estructuras de colágeno, se utilizó FTIR. Todos los grupos fueron sometidos a digestión por colagenasa para probar el efecto del PA en el colágeno desnaturalizado, además se emplearon los métodos de análisis de pérdida de masa y liberación de hidroxiprolina. Los resultados del FTIR demostraron la interacción del PA con el colágeno mostrando cambios estructurales secundarios a su incorporación y enlazamiento químico. La modificación con PA significativamente redujo la pérdida de peso y liberación de hidroxiprolina en todos los grupos después de la digestión.

Zhengya Liu (30) y cols., en 2017, emplearon diferentes flavonoides cítricos (hesperetina: Hst, hesperidina: Hsd y naringenina: Nge) para probar la inhibición de las MPM presentes en la dentina. Los efectos inhibitorios de cada flavonoide (Hst, Hsd, Nge) fueron analizados en diferentes concentraciones en un ensayo fluorométrico en colagenasa soluble. La actividad de las metaloproteinasas de matriz endógenas fue evaluada mediante el método de pérdida de masa y liberación de hidroxiprolina en dentina humana desmineralizada. Los bloques de dentina desmineralizada fueron pretratados con 500 µg/mL con los flavonoides cítricos. Se utilizó Clorhexidina (CHX) como inhibidor de control. Se utilizaron laminillas de dentina para ser utilizadas en Zimografía *in situ* y ser evaluadas por microscopia confocal. La ultraestructura de las fibras colágenas desmineralizadas fue observada por Microscopia Electrónica de Barrido. Los flavonoides cítricos demostraron ser capaces de inhibir a las MPM de manera dosis-dependiente. Se logró alcanzar un porcentaje de inactivación por encima del 90% a una concentración de 500 µg/mL. A comparación del grupo control, los bloques de dentina pretratados con flavonoides cítricos, mostraron menor pérdida de masa, liberación de hidroxiprolina y mayor cantidad intacta de arquitectura de colágeno después de 15 días de almacenamiento. Las muestras de dentina pretratadas con flavonoides cítricos mostraron menor actividad enzimática en la Zimografía *in situ*.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La degradación de la capa híbrida ocurre debido a factores físicos, químico y biológicos. Dentro de los factores biológicos, las MMPs que contribuyen a la degradación de las fibrillas de colágeno expuestas por la desmineralización provocada por los sistemas adhesivos.

Uno de los inhibidores de MMPs más comunes es la clorhexidina, la cual es la más utilizada en la odontología. Sin embargo, es un compuesto que se une débilmente a la hidroxiapatita de los tejidos dentales, algunos estudios reportan que pierde su efecto inhibitorio ante las MMPs con el paso del tiempo. Por esta razón es necesario la investigación de nuevos inhibidores de MMPs que sean capaces de permanecer en los tejidos dentales sin alterar las propiedades de los sistemas adhesivos.

Actualmente han surgido nuevas alternativas como los flavonoides, éstos han demostrado que exhiben acciones antiinflamatorias, antialérgicas, y anti hepatotóxicas, existe evidencia científica de que la Naringenina puede actuar como un inactivador de las MMPs, ya que logra controlar la acidez durante el acondicionamiento de la dentina. Sin embargo, se necesitan más estudios que demuestren que la Naringenina es capaz de unirse al medio odontológico por las características prometedoras que presenta. Se requiere saber si utilizar estos nuevos compuestos inhibidores mejoraran los valores de fuerza de adhesión en los tejidos dentales.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es el efecto de la Naringenina sobre fuerza de adhesión de un sistema adhesivo de grabado y enjuague sobre el tejido dentinario?

5. JUSTIFICACIÓN

Durante el proceso de adhesión de la dentina, sería ventajoso aplicar inhibidores de la MMPs como la Naringenina, que tienen la capacidad no solo de inhibir la descomposición del colágeno de la dentina dentro de las capas híbridas, sino también son una alternativa razonable para aumentar la longevidad de las restauraciones adhesivas, y con esto evitar el reemplazo temprano de la restauración.

Por tal motivo, esto impactaría en los mecanismos de adhesión de la dentina, permitiría el empleo de sustancias de origen natural para mejorar el acondicionamiento de la parte orgánica de la dentina y a su vez con la finalidad de mejorar la adhesión.

Asimismo, los resultados que se obtengan en esta investigación podrán servir como base de investigaciones futuras ya que el uso de sustancias de origen natural aplicado en adhesión es un tema que hasta el momento no se ha sido explorado aún y se obtendrán precedentes que funcionen para corregir el protocolo adhesivo en la práctica clínica.

6. HIPÓTESIS

6.1 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

El efecto de la Naringenina sobre la fuerza de adhesión en un sistema adhesivo de grabado y enjuague es mejor que la que se encuentra acondicionada con Clorhexidina.

6.2 HIPÓTESIS NULA

El efecto de la Naringenina sobre la fuerza de adhesión en un sistema adhesivo de grabado y enjuague es igual que la que se encuentra acondicionada con Clorhexidina.

7. OBJETIVOS

7.1 GENERAL

- Comparar del efecto de la Naringenina sobre la fuerza de adhesión en un sistema adhesivo de grabado y enjuague.

7.2 ESPECÍFICOS

- Determinar la fuerza de adhesión de las muestras acondicionadas con Naringenina mediante el empleo del sistema adhesivo de grabado y enjuague en la Máquina Universal de Pruebas.
- Determinar la fuerza de adhesión de las muestras acondicionadas con Clorhexidina mediante el empleo del sistema adhesivo de grabado y enjuague en la Máquina Universal de Pruebas.
- Determinar la cantidad de adhesivo remanente en las pruebas mediante el uso del Microscopio Óptico a 30X.

8. MATERIALES Y MÉTODOS

8.1 Diseño del estudio

Experimental, *in vitro*

8.2 Tamaño de la muestra

Muestreo no probabilístico por conveniencia

8.3 Criterios de Selección

8.3.1 Inclusión

- Terceros molares sanos, corona anatómica completa, órganos dentarios de pacientes que firmen el consentimiento informado.

8.3.2 Exclusión

- Terceros molares con más de 6 meses de almacenamiento y dientes que estructuralmente se encuentran dañados en dentina.

8.3.3 Eliminación

- Dientes que hayan estado en un tiempo mayor a 7 días en Timol.
- Muestras que presenten algún daño durante su preparación y que se desprenda el material de restauración antes de las maniobras.

8.4 Variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Escala y categoría	Tratamiento estadístico
Independiente				
Acondicionamiento dentinario	Alteración de la superficie de la dentina incluida la capa de barrillo dentinario con el objetivo de crear un sustrato capaz de unirse tanto micromecánicamente como químicamente a un adhesivo.	Se utilizó Naringenina o Clorhexidina en aquellos grupos que recibieron el acondicionamiento dentinario. Utilizando sistema adhesivo de grabado y enjuague de la marca Kuraray, Optibond FL.	Cualitativa, Nominal, dicotómica Si/No Naringenina	N/A
Dependiente				
Fuerza de adhesión	Unión íntima entre dos superficies de diferente naturaleza química gracias a fuerzas interfaciales.	Se evaluó la fuerza de adhesión mediante el uso de la Máquina Universal de Pruebas.	Cuantitativa MPa	Shapiro-Wilk T de Student
Tipo de falla	Sistema utilizado para evaluar la cantidad de adhesivo o material remanente en el diente.	Los valores se midieron dividiendo la carga en la falla por el área de unión transversal, se clasificaron los modos de falla adhesiva, falla cohesiva y mixta.	Ordinal	Shapiro-Wilk Prueba de χ^2

8.5 Ubicación espacio-temporal

Laboratorio de Materiales y Biomateriales de la Facultad de Estomatología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (FEBUAP).

8.6 Procedimientos, Técnica y fuentes de recolección

Estandarización

Se realizó un estudio piloto con 5 muestras con la finalidad de realizar ajustes en la técnica, así como para estandarizar los parámetros de evaluación para la adhesión por parte del investigador principal.

Preparación de la muestra

Se seleccionaron 38 dientes humanos de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión que fueron establecidos. Se realizó la limpieza de los dientes con agua y con una hoja de bisturí no.15C para eliminación de tejido residual. Luego los dientes se almacenaron en Timol al 0.2% inmediatamente después de la extracción, se dejaron en Timol por 7 días, posteriormente se lavaron y dejaron en agua destilada dentro de un refrigerador a 4° C, hasta su uso en un tiempo no mayor a los 6 meses. Para reducir el deterioro el medio de almacenamiento fue reemplazado al menos una vez cada dos meses. Hasta el uso de los mismos, todo se realizó conforme a la Norma ISO11405:2015 (ANEXO 2)

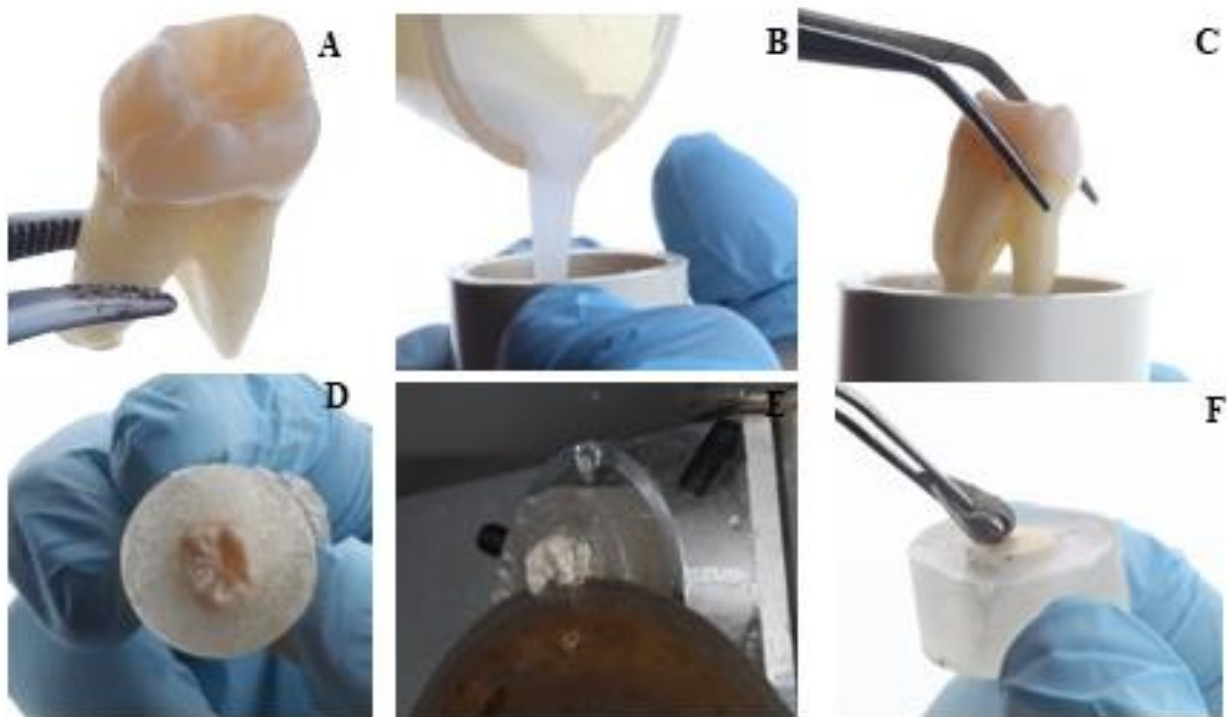
Conformación de los grupos

Se seleccionaron 38 dientes humanos y se formaron 2 grupos, que fueron etiquetados de la siguiente manera para evaluar la fuerza de unión microtensil (TBS):

- Grupo 1: (n=19) Clorhexidina (control).
- Grupo 2: (n=19) Naringenina.

Fuerza de unión microtensil

Se realizó el corte perpendicular al eje longitudinal del diente a nivel del tercio medio para la eliminación del esmalte y para exposición de la dentina con el empleo de un disco de diamante de baja velocidad (Isomet Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, USA) bajo corriente de agua. La superficie oclusal expuesta de la dentina media coronal se pulió con papel abrasivo de carburo de silicio de 400 granos bajo corriente de agua por 1 minuto para formar una capa uniforme de lodillo dentinario. (Figura 1. A-F)

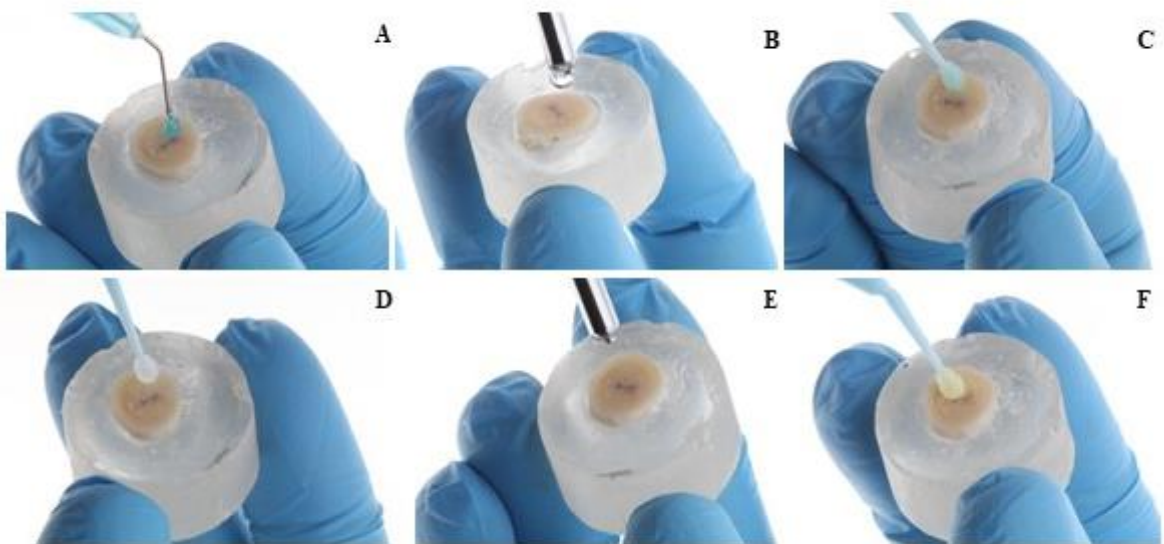


Imágenes propias

Figura 1. Montaje de órgano dentario en acrílico: A) Tercer molar. B) Colocación de acrílico transparente en base de plástico. C) Colocación del diente en base de plástico con acrílico. D) Obtención de muestra sujeta a acrílico. E) Recorte perpendicular con disco de diamante bajo corriente de agua. F) Pulido de superficie con papel abrasivo de carburo de silicio de 400 granos.

Acondicionamiento de las muestras

- Para el grupo control en el que se aplicó la Clorhexidina al 2% (Consepsis, Ultradent) se colocó a la superficie dentinaria frotando durante 60 segundos el



exceso de solución se removió con papel absorbent. Ver (Figuras 2A-F).

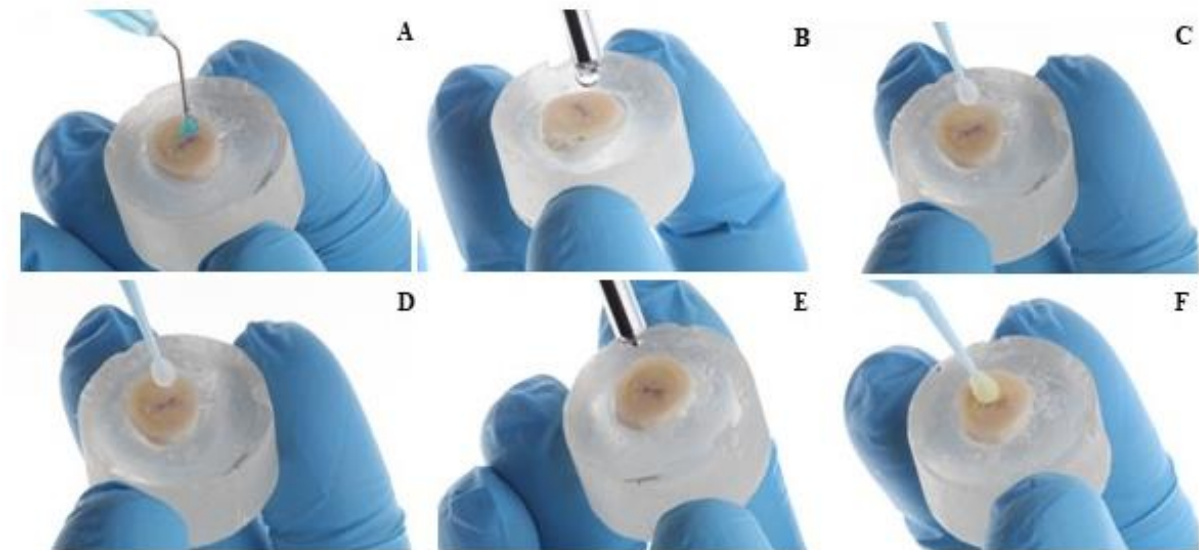
Imágenes propias

Figura 2. Técnica de protocolo adhesivo del grupo control: A) Se realiza colocación de ácido grabador por 15 seg. B) Seguido de lavado con solución salina por 20 seg. C) Posteriormente se continua con la colocación de Clorhexidina al 12% D) Luego del retiro de excedente con gasa esteril se coloca Primer en superficie de dentina por 20 seg. E) Se aplicó aire con jeringa triple a 20mm de distancia. F) Finalizando con la colocación del adhesivo Optibond FL.

- Para el grupo que recibió acondicionamiento con Naringenina (Sigma-Aldrich; St Louis, MO, USA) al 0.5%: Primero se realizó un grabado de la dentina con ácido fosfórico durante 15 segundos, se lavó profusamente con solución salina por 20 segundos y se secó con papel absorbente. Después se colocó el flavonoide Naringenina frotando durante 60 segundos, se eliminó el excedente con papel absorbente. Posteriormente, se colocó el Primer a la superficie de la dentina

durante 20 segundos, se aplicó aire con la jeringa triple a una distancia de 20 mm de la superficie de la dentina para evaporar los solventes, después se colocaron de

acuerdo a las instrucciones de cada fabricante el adhesivo Optibond FL (Kerr) y se fotopolimerizó empleando una lámpara de fotocurado LED, Elipar (3M). Ver (Figuras (3A-F)



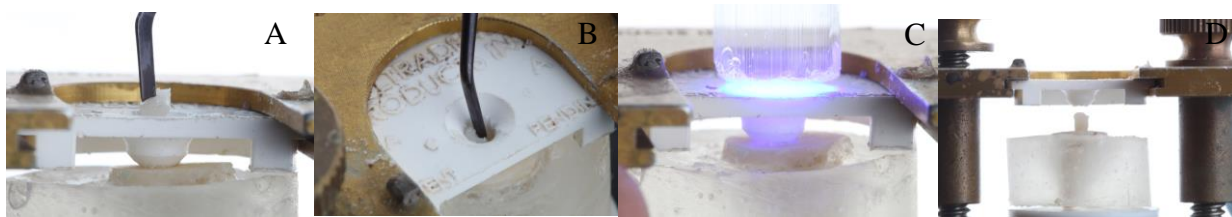
Imágenes propias

Figura 3. . Técnica de protocolo adhesivo con Naringenina: A) Se realiza colocación de ácido grabador por 15 seg. B) Seguido de lavado con solución salina por 20 seg. C) Posteriormente se continua con la colocación de Naringenina al 0.5% D) Luego del retiro de excedente con gasa esteril se coloca Primer en superficie de dentina por 20 seg. E) Se aplicó aire con jeringa triple a 20mm de distancia. F) Finalizando con la colocación del adhesivo Optibond FL.

Colocación del composite de resina

En todas las muestras se colocó la resina por incrementos de 1mm (composite de resina Filtek Z350 XT (3M). Posteriormente se fotopolimerizó entre cada incremento durante 20 segundos, hasta conformar una altura de 5mm. Ver (Figuras 4A-D)

Todas las muestras se colocaron en un recipiente con poca agua sin tocar el material adhesivo. Finalmente, se llevaron al horno de incubación Riosan por 24 horas; pasado este tiempo se llevaron a la Máquina Universal de Pruebas (Instron 4465) para determinar la fuerza de adhesión.

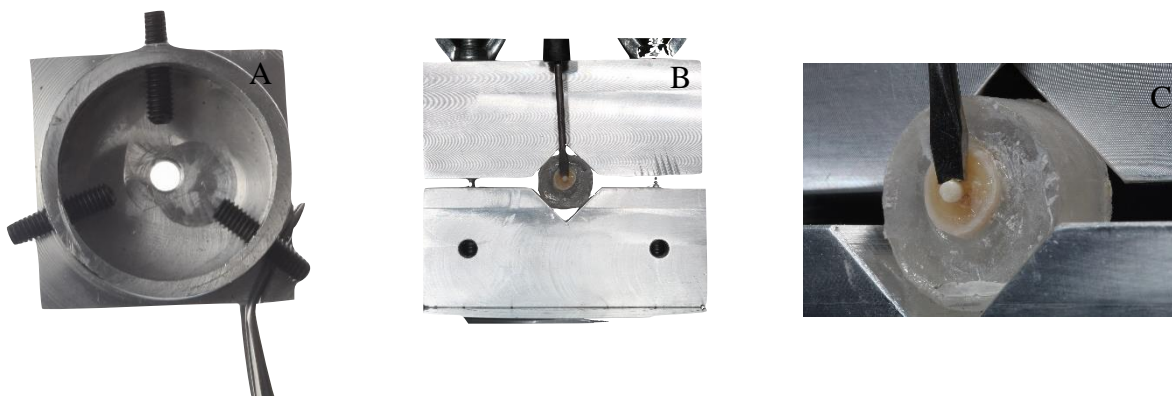


Imágenes propias

Figura 4. Técnica de colocación de material de composite para ambos grupos: A) Se realiza colocación de composite de resina Filtek Z350 XT (3m) con espátula IW3/TITANIO (HuFriedy), con ayuda de prensa para resina (Bonding clamp) de Ultradent . B) Seguido del condensado de composite por capas C) se procede a el polimerizado de composite con lampara de fotocurado Elipar D) Finalmente se continua con la expulsión de disco de teflón con resina polimerizada.

Máquina Universal de Pruebas

Se utilizó un aditamento especial para la colocación de la muestra en la recortadora (Isomet Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, USA). La prueba de resistencia al desalojo se determinó según la norma ISO/TS 11405:2003 con el uso de una Máquina Universal de Pruebas (Instron 4465). A una velocidad de cruceta de 0.75mm/ min. Se colocó una barra en forma de cincel a una distancia de 200um paralela al diente en la interfaz sustrato – adhesivo. La fuerza de adhesión se calculó en Mega Pascales (MPa). Ver (Figuras 5A-C)

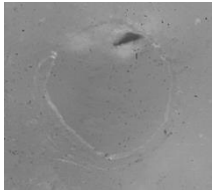
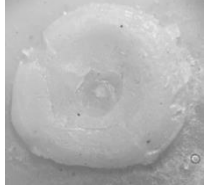
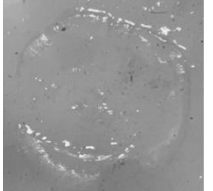


Imágenes propias

Figura 5. Técnica de montaje de muestra en Máquina Universal de Pruebas: A) Se inicia con la muestra en acrílico. B) Posteriormente, se colocó la muestra con ayuda de un aditamento especial para la retención y llevarla a la Máquina Universal de Pruebas. C) Finalmente se observa como debe ser colocada la cizalla en nuestro material resinoso.

Evaluación con Microscopio Óptico para determinar el tipo de falla

Los valores obtenidos se midieron dividiendo la carga en la falla por el área de unión transversal, de manera que los tipos de falla fueron clasificados de la siguiente forma:

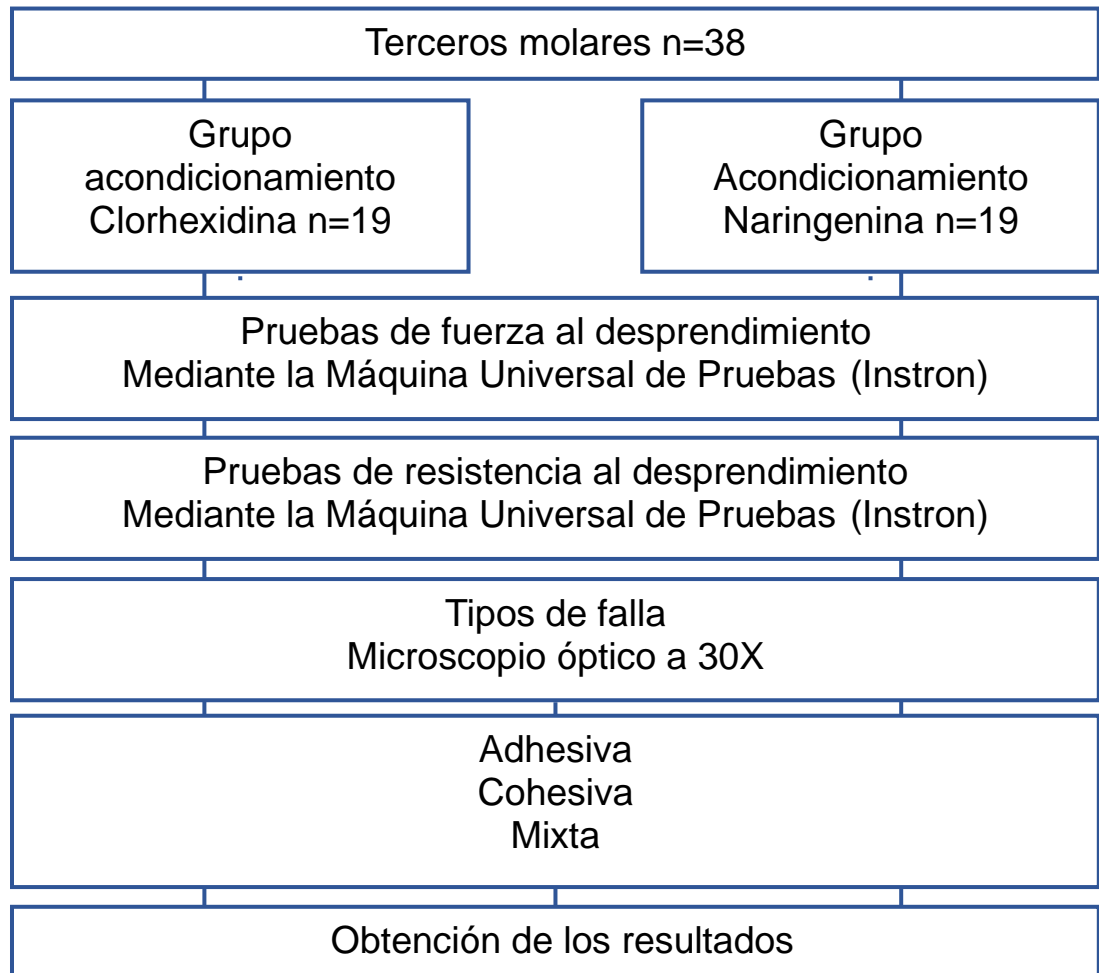
Tipo de falla	Definición	Imagen
Adhesiva	En la interfase resina/dentina	
Cohesiva	Exclusiva entre la dentina o el composite de resina	
Mixta	En la interfase resina/dentina que incluye fallas cohesivas	

Imágenes propias

Se realizaron dos observaciones con una semana de diferencia para la calibración del observador, se aplicó la prueba de coeficiente de correlación Kappa, se obtuvo un valor de 0.76.

Finalmente los resultados fueron vaciados en hojas de excel para su registro y se llevó acabo los diferentes análisis estadísticos.

8.7 Diagrama de Flujo



8.8 Análisis estadístico

Los datos se analizaron en el paquete estadístico, Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 21 para Windows Statistical (IBM, New York, USA). Estadística descriptiva (media y desviación estándar) de los datos cuantitativos, porcentajes para la variable ordinal, estadística inferencial, para la fuerza de adhesión; Shaphiro Wilk, posteriormente T de Student, para el índice de tipo de falla se utilizó la prueba de X^2 y para estandarización de las pruebas se usó correlación Kappa.

9. ASPECTOS ÉTICOS

Esta investigación se realizó conforme a los principios éticos del Consejo de Organizaciones Internacionales de Ciencias Médicas en colaboración con la Organización Mundial de la Salud: CIOMS/OMS (2016)²⁶ y a parámetros de investigación médica por la Asociación Médica Mundial (World Medical Association: WMA por sus siglas en inglés), WMA (2017)²⁷ así como también se apega a la Ley General de Salud en Materia de Investigación.

Se apegó a las normas:

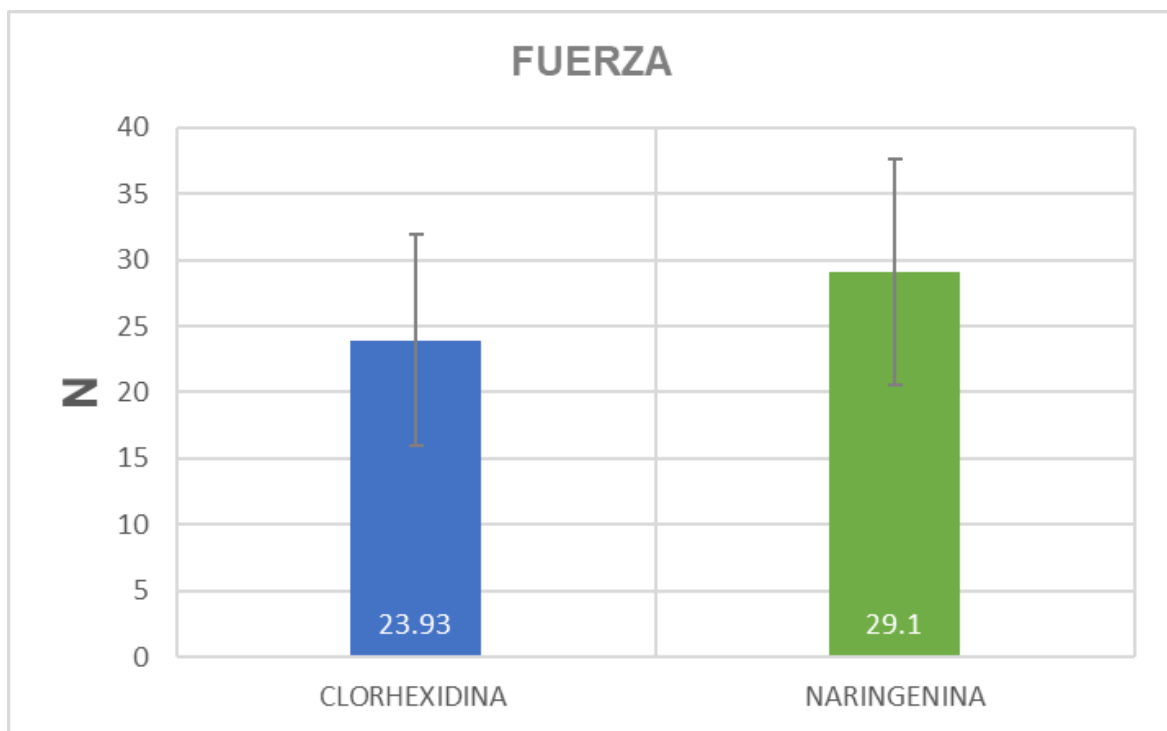
- ISO /TS 11405- 2015 Odontología - Pruebas de adhesión a la estructura dental.
- Norma Oficial Mexicana NOM-087- ECOL- SSA1-2002.

10. RESULTADOS

Se analizaron 38 muestras que fueron divididos en dos grupos: grupo de Clorhexidina (control) n=19 y grupo de Naringenina n=19.

Para determinar la distribución de los datos, fue necesario aplicar la prueba de Shapiro-Wilk, los resultados mostraron que el grupo de la Clorhexidina presentó un valor de ($p=0.13$) y el grupo de la Naringenina mostró un valor de ($p=0.59$), lo que significa que los datos presentan una distribución normal.

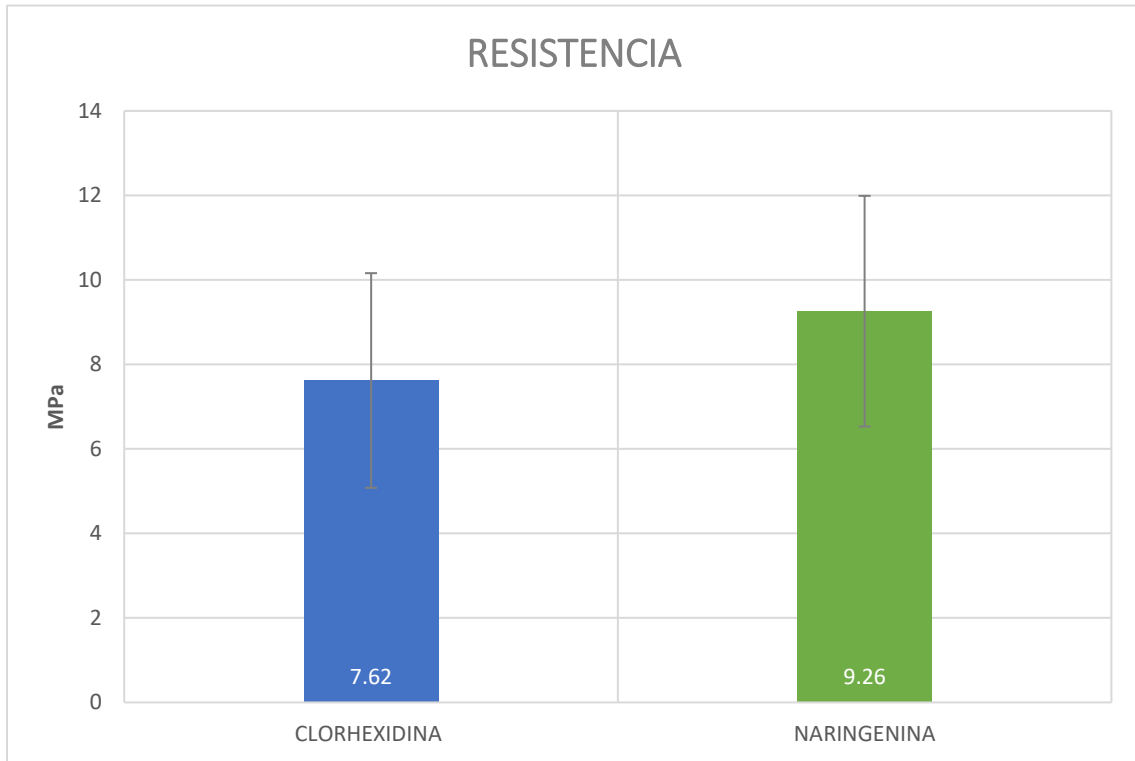
En la figura 6 se observan los resultados de la fuerza de desprendimiento representado en Newtons en ambos grupos, el grupo de Clorhexidina obtuvo un resultado de 23.93N mientras que en el grupo de la Naringenina se obtuvo un valor de 29.1N, no se observaron diferencias estadísticamente significativas.



Fuente propia

Figura 6. Fuerza de desprendimiento. En la gráfica se puede observar una tendencia a incremento de fuerza en newtons de las muestras que estuvieron con tratamiento de Naringenina comparado con su grupo control (Clorhexidina).

En los resultados de la resistencia en el desprendimiento, representado en Megapascuales, se observó que el grupo de la Clorhexidina obtuvo un resultado de 7.62 MPa y el grupo de la Naringenina fue de 9.26 MPa, sin embargo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas, (T Student $p=0.062$). Ver (Figura 7).



Fuente propia

Figura 7. Resultado de la resistencia. En esta gráfica se muestran los resultados de la resistencia a la adhesión en órganos dentarios tratados con Naringenina y Clorhexidina. En donde se puede observar que el grupo tratado con Naringenina muestra un ligero incremento sin llegar a ser significativo con respecto al grupo de Clorhexidina.

Con respecto al tipo de falla, se realizaron dos observaciones con una semana de diferencia para la estandarización del observador.

Tabla 4. Comparación de variables (primera y segunda observación)

			SEGUNDA			
			ADHESIVA	COHESIVA	MIXTA	TOTAL
PRIMERA	ADHESIVA	RECuento	14	1	0	15
	COHESIVA	RECuento	1	11	2	14
	MIXTA	RECuento	1	1	7	9
TOTAL		RECuento	16	13	9	38

Fuente propia

En la tabla 4 se puede observar la cantidad de muestras que se obtuvieron en cada tipo de falla en el grupo control (Clorhexidina) y el grupo acondicionado con Naringenina.

Tabla 5. Medidas simétricas

MEDIDAS SIMÉTRICAS				
		Valor	Err. Est. Asint.	T Aproxim.
Medida de Acuerdo	Kappa	0.76	0.9	6.52
N de casos válidos		38		

Fuente propia

En la prueba de coeficiente de correlación Kappa se obtuvo un valor de 0.76, ver (Tabla 5) la cual representa una fuerza de concordancia considerable. Ver (Anexo 5) (Cerde J., y cols., 2008).

Finalmente, para determinar la cantidad de adhesivo remanente en las muestras, se observó que el grupo de Clorhexidina presentó mayormente la falla de tipo adhesiva, y la que menos se presentó es la falla de tipo cohesiva, mientras que en el grupo de Naringenina, la falla que se presentó con mayor porcentaje es la de tipo cohesiva y la que menos se presentó es la de tipo mixta. Ver (Tabla 6, Figura 8). Se muestran la frecuencia y entre paréntesis el porcentaje por grupo.

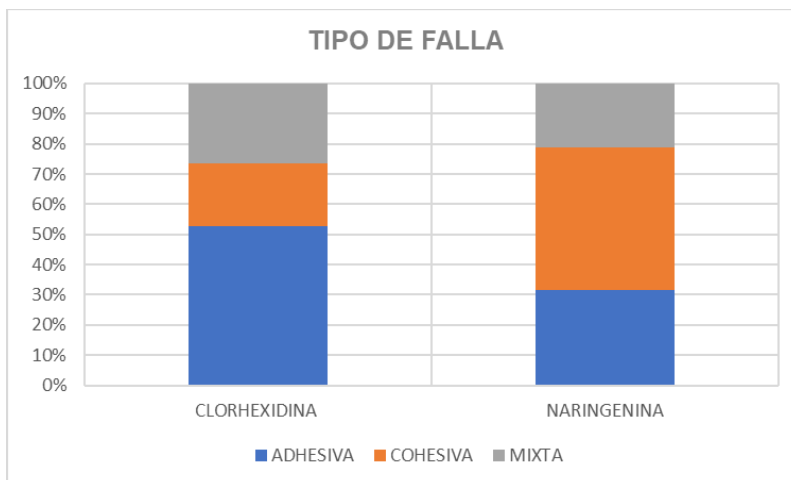
Tabla 6. Frecuencia en el tipo de falla

FALLA	CLORHEXIDINA	NARINGENINA
Adhesiva	10(52.6)	6(31.6)
Cohesiva	4(21.1)	9(47.4)
Mixta	5(26.3)	4(21.1)

Fuente propia

Se muestran la frecuencia y entre paréntesis el porcentaje por grupo.

Mediante la prueba de X^2 se evaluó la asociación entre el grupo (Clorhexidina o Naringenina) con el tipo de falla (Adhesiva, Cohesiva y Mixta), se observó que no hay asociación, entre el acondicionamiento y el tipo de falla de las muestras. ($p= 0.219$).



Fuente propia

Figura 8. Porcentajes de los tipos de falla: Se puede observar la cantidad de muestras con mayor tipo de falla presentada en el grupo control (Clorhexidina) fue falla Adhesiva y en menor cantidad la falla Cohesiva, mientras que para el grupo acondicionado con Naringenina el tipo de falla presentado la mayor parte de las muestras fue falla Cohesiva, y en menor cantidad falla Mixta.

11. DISCUSIÓN

En este estudio se determinó el efecto de la Naringenina en un protocolo de sistema adhesivo de grabado y enjuague en el efecto inhibitor de las metaloproteinasas (MMPs), por lo tanto, se evaluó la fuerza y resistencia al desprendimiento, así como el tipo de falla adhesiva.

Es importante entender la contribución que tienen las MMPs en un protocolo de adhesión, ya que están involucradas en diferentes procesos patológicos, como la enfermedad periodontal y la caries. Se ha observado que la degradación de las fibrillas colágenas expuestas debido a una falta de impregnación del adhesivo es vulnerable a la degradación por colagenasas de origen bacteriano(17). En la técnica de grabado-enjuague, la penetración del adhesivo y la acción del ácido acondicionante conllevan a una incompleta hibridación de la red de colágeno expuesta. Por lo que una porción de las fibrillas de colágeno permanece expuesta, siendo más susceptibles a la degradación hidrolítica, que lleva a la nanopercolación. (31)

En el área clínica, la Clorhexidina (CHX) es ampliamente usada debido a que se trata de un agente antimicrobiano de amplio espectro utilizado en el tratamiento de enfermedades orales, tiene propiedades de inhibición de las MMPs deseables (contra MPM-2, -8 y -9) aun en concentraciones bajas, posiblemente debido a su propiedad catión-quelante de Zn^{2+} .(19) Sin embargo con el paso del tiempo se han realizado diferentes estudios en los que se ha observado que la CHX funciona como inhibidor pero todo depende la concentración en la que se presenta. Singh y cols., (32) observaron que la retención de las restauraciones es menor utilizando clorhexidina 0,2%. Carrilho et al., (32) notaron que existe menor resistencia en los procesos de adhesión al 2% de CHX en comparación con el 0,2% de CHX. Hasta el momento no hay suficientes estudios que muestren su uso de manera ideal, aún se evidencian preguntas respecto a su efecto real.

Actualmente, se han propuesto nuevas alternativas como el uso de ciertos flavonoides que son un grupo extenso de compuestos polifenólicos de bajo peso molecular presentes en plantas. Estos compuestos naturales han demostrado tener un amplio

rango de propiedades biológicas y farmacológicas debido a su habilidad para inhibir y modular ciertas enzimas y también a sus propiedades antioxidantes.

En esta investigación se propuso el empleo de la Naringenina como una alternativa en el acondicionamiento de la dentina, esto debido a sus múltiples beneficios como la de poseer propiedades antioxidantes, anti-inflamatorias, antiproliferativas y antimutagénicas. En algunos estudios, se ha demostrado que los flavonoides pueden influenciar no solo en la propagación de reacciones de radicales libres si no también en su formación, ya sea por la inhibición de enzimas involucradas en la iniciación o al quelar metales de transición. (6) Zhengya Liu., y cols., (30) lograron demostrar que la Naringenina inactivó aproximadamente el 90 % de la colagenasa soluble a una concentración de 500 µg/mL y el grado de inactivación aumentó de manera dependiente de la dosis, y concluyeron que podrían inactivar la MMPs solubles. En esta investigación, se observó que el grupo experimental que recibió como sistema de acondicionamiento a la Naringenina obtuvieron los valores de fuerza y resistencia al desprendimiento más altos en comparación con el grupo experimental que recibió como sistema de acondicionamiento a la Clorhexidina. Lo que coincide con el estudio realizado por Sahadi y cols., (33) quienes demostraron que el uso de primers experimentales basados en flavonoides aumenta la resistencia del colágeno contra la hidrólisis a través de la biomodificación de las proteínas, lo que en consecuencia mejora la estabilidad de la interfaz adhesiva. Pese a que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos, se debe de continuar con estudios en los que muestren la aceptación de este flavonoide en la integración del protocolo adhesivo, mediante la integración de otras variables que contribuyan al mejoramiento del estudio.

Por otra parte, la función más importante de los adhesivos dentales es proporcionar un enlace químico entre los composites dentales y/o cementos de composite. Además, debe ser capaz de soportar fuerzas mecánicas y la tensión de contracción proveniente del composite para prevenir filtraciones alrededor de los márgenes de la restauración. (9) Existen múltiples sistemas de adhesivo los cuales pueden ser clasificados en generaciones, número de pasos y método de grabado de los tejidos dentales. Sin

embargo, es más sencillo tomar en cuenta la manera en la cual interactúan con el lodillo dentinario.(1) En esta investigación se decidió emplear un protocolo de sistema adhesivo de grabado y enjuague ya que el principal mecanismo de adhesión de este método es el anclaje micromecánico de las prolongaciones del adhesivo dental que fluyen a través de los túbulos dentinarios y la interacción de los componentes del adhesivo dental con la hidroxiapatita. Por lo tanto, dentro de la familia de adhesivos son considerados como el estándar de oro por su afinidad con el sustrato dentinario. (10)

Debido al empleo que se quiere lograr con esta nueva alternativa de acondicionamiento, se decidió evaluar la fuerza y resistencia al desprendimiento debido a la problemática encontrada en los protocolos adhesivos, con la presencia de MMPs en el medio cavitario, es necesario conocer qué tipo de sustancia de inhibición de las mismas (Naringenina o Clorhexidina) funciona para favorecer el tratamiento y además conocer si afecta en la degradación de la capa híbrida la cual es necesaria mantenerla intacta para el éxito y longevidad de las restauraciones de resina, de igual manera conocer el tipo de falla que se presenta al momento del desprendimiento para descartar la presencia de alguna contaminación (no guardan afinidad físico-química), problemas en el polimerizado, y presencia de burbujas, por lo que sería evidente el rechazo del material restaurador. (34)

Los valores de resistencia al desprendimiento fueron de 9.26 MPa para el grupo acondicionado con la Naringenina y 7.62 MPa para el grupo acondicionado con la Clorhexidina, sin embargo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas. Específicamente en el grupo acondicionado con la Clorhexidina, pese a que se siguieron los criterios de inclusión, los valores mostrados pudieron deberse a la gran variabilidad de composición en el diente, a las condiciones en el momento de llevar a cabo las pruebas, entre otros aspectos más que pudieron interferir en los resultados. Estudios han mencionado que valores bajos en la resistencia en el desprendimiento puede deberse a la poca cantidad de impregnación de la Clorhexidina, por lo que se sugiere aumentar el tiempo de colocación de la misma ya que, Carrilho et al., (32) demostraron que la aplicación de la solución de Clorhexidina a concentración del 2% por 60 segundos, luego del grabado ácido y luego de ser aplicada, se le añade

el sistema adhesivo simplificado para obtener gran variedad de efectos benéficos, como la desinfección de la cavidad y la degradación de las fibras colágenas que fueron desmineralizadas y no infiltradas por los monómeros resinosos, lo que coincide con esta investigación en el que se llevó a cabo el mismo protocolo de colocación de la Clorhexidina.

Con respecto a los valores mostrados por el grupo acondicionado por la Naringenina, mostró valores ligeramente por arriba que el grupo acondicionado con Clorhexidina, esto pudiera deberse a la cantidad de grupos hidroxilo presentes, Kalaiselvam R et al., (34) mencionaron que, en algunos flavonoides al tener mayor interacción de enlaces de hidrógeno no covalentes con un grupo de proteínas, con mayor superficie de contacto actúan como aceptores y donante de hidrógeno por lo que existe mayor afinidad con las diversas proteínas funcionales.

Una de las limitantes que presenta la investigación fue que las muestras fueron evaluadas 24 hrs. después de haberse realizado el protocolo, por lo que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos, estos resultados pudieron estar relacionados con dos aspectos importantes, la primera pudo deberse al tamaño limitado de las muestras por cada grupo, sin embargo, se siguieron los criterios establecidos con base a la norma ISO 11405:2015, que recomienda un tamaño mínimo de 10 muestras por cada grupo, pese al tamaño inicial de las muestras por cada grupo de estudio se decidió aumentarlo a $n=19$, se consideró que fue un buen tamaño y sobre todo debido a la época de pandemia fue difícil el conseguir más dientes que cubrieran los criterios de inclusión, otro aspecto pudo deberse a que las muestras fueron evaluadas en un tiempo corto (24 hrs.) después de haberse realizado el protocolo, por lo que una propuesta debería ser el observar si esa misma interacción se mantiene a largo plazo a través del envejecimiento de las muestras para verificar cómo es que actúa la degradación de la capa híbrida y si influye el acondicionamiento con Naringenina o Clorhexidina.

En este tipo de investigaciones, resultan de gran relevancia las pruebas piloto con la finalidad de llevar a cabo las diferentes pruebas, en esta investigación se realizaron las

pruebas de fuerza y resistencia al desprendimiento, sin embargo, desde el almacenaje es importante mencionar que se tuvieron que hacer ajustes en el guardado de las muestras, la norma ISO 3696:19987 establece que los dientes se deben colocar en agua destilada de grado 3 o en solución bacteriostática/bactericida Cloramina T al 1.0% durante una semana como máximo, sin embargo y dada la composición de la Cloramina T, se observó que los dientes se desecaban, por lo que se decidió cambiar la solución a Timol al 0.2% que se caracteriza por ser desinfectante y fungicida. Se encuentra presente en la formulación de diversos enjuagues bucales, pastas de dientes, entre otros, por lo que se considera como una sustancia ideal para almacenamiento sin degenerar las proteínas dentarias; después de la extracción, se colocó durante siete días en esta sustancia, se cambiaron a agua destilada y se mantuvieron en un refrigerador a 4° C.

Por otra parte, otro de los aspectos importantes, una vez realizadas las pruebas de fuerza y resistencia al desprendimiento, resulta necesaria el analizar el tipo de falla que se presenta posteriormente. Tomando en cuenta la clasificación del tipo de falla dividida en: (1) Adhesiva: la interfase se observa en resina/dentina, (2) Cohesiva: es exclusiva entre la dentina o el composite de resina y (3) Mixta: en la interfase resina/dentina incluyendo fallas cohesivas. Fue necesario estandarizar al investigador principal mediante una correlación de Kappa midiendo el grado de concordancia de los datos adquiridos con las imágenes que se mostraron en el microscopio, el resultado obtenido fue una correlación de Kappa (0.76) de acuerdo a Cerda J., y cols. (35), 2008, quien lo define como un resultado considerable.

Para el tipo de falla, se observó que, en el Grupo de la Clorhexidina, el tipo de falla que se presentó con frecuencia fue la de tipo Adhesiva por lo que pudo ser a causa de la interacción con el adhesivo utilizado (Optibond FL) y la que menos se presentó fue la falla mixta, mientras que, en el Grupo de la Naringenina, la falla de tipo Cohesiva fue la que con mayor frecuencia se presentó, que si bien es el resultado que a los clínicos interesa ya que la interacción debe ser directamente con el material de resina colocado, donde se define que cualquier interacción con el tipo de falla puede verse una afección

de la capa híbrida. y la que menos fue la falla tipo mixta, sin embargo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas.

Actualmente se está tratando de usar nuevos materiales que sean más biocompatibles como la aplicación de ciertos flavonoides como la Naringenina, con los resultados obtenidos en esta investigación, el empleo de dicha sustancia impactaría en los mecanismos de adhesión de la dentina, permitiría el empleo de sustancias de origen natural para mejorar el acondicionamiento de la parte orgánica de la dentina y a su vez con la finalidad de mejorar la adhesión, sin embargo se requieren de más estudios antes de ser probados clínicamente.

12. CONCLUSIÓN

-

- La Naringenina como sistema de acondicionamiento en un sistema adhesivo de grabado y enjuague obtuvo los mayores valores de la fuerza de adhesión con respecto a la Clorhexidina.
- El tipo de falla que presenta mayormente el sistema de acondicionamiento con Naringenina es Cohesiva y el menos frecuentes es falla Mixta.
- El tipo de falla que presenta mayormente el sistema de acondicionamiento con Clorhexidina es Adhesiva y el menos frecuentes es falla Cohesiva.

ALCANCES DEL ESTUDIO

- Se sugiere realizar pruebas de envejecimiento en las muestras del sistema adhesivo de grabado y enjuague para analizar la degradación de la capa híbrida.
- Comparar la fuerza y resistencia al desprendimiento después del acondicionamiento a diferentes concentraciones de la Naringenina.
- Comparar la fuerza y resistencia al desprendimiento a diferentes tiempos, Inmediata, 6 meses y 2 años.
- Realizar comparación con diferentes sistemas adhesivos, a diferentes concentraciones de la Naringenina.

13. BIBLIOGRAFÍA

1. Bedran-Russo A, Leme-Kraus AA, Vidal CMP, Teixeira EC. An Overview of Dental Adhesive Systems and the Dynamic Tooth–Adhesive Interface. *Dent Clin North Am*. 2017 Oct;61(4):713–31.
2. Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A, y cols. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials*. 2007 Sep;28(26):3757–85.
3. Perdigão J, Reis A, Loguercio AD. Dentin Adhesion and MMPs: A Comprehensive Review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2013 Aug;25(4):219–41.
4. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, De Stefano Dorigo E. Dental adhesion review: Aging and stability of the bonded interface. *Dental Materials*. 2008 Jan;24(1):90–101.
5. Pashley DH, Tay FR, Yiu C, Hashimoto M, Breschi L, Carvalho RM, y cols. Collagen Degradation by Host-derived Enzymes during Aging. *J Dent Res*. 2004 Mar 6;83(3):216–21.
6. Cavia-Saiz M, Busto MD, Pilar-Izquierdo MC, Ortega N, Perez-Mateos M, Muñiz P. Antioxidant properties, radical scavenging activity and biomolecule protection capacity of flavonoid naringenin and its glycoside naringin: a comparative study. *J Sci Food Agric*. 2010 May;90(7):1238–44.
7. Betancourt DE, Baldion PA, Castellanos JE. Resin-Dentin Bonding Interface: Mechanisms of Degradation and Strategies for Stabilization of the Hybrid Layer. *Int J Biomater*. 2019 Feb 3; 2019:1–11.
8. María Elsa Gómez de Ferraris ACM. *Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental*. 4ta ed. 2019. P 258.
9. Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A, y cols. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials*. 2007 Sep;28(26):3757–85.
10. Bourbia M, Finer Y. Biochemical Stability and Interactions of Dental Resin Composites and Adhesives with Host and Bacteria in the Oral Cavity: A Review. *J Can Dent Assoc*. 2018 Jan;84:1.
11. Perdigão J, Araujo E, Ramos RQ, Gomes G, Pizzolotto L. Adhesive dentistry: Current concepts and clinical considerations. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2021 Jan 2;33(1):51–68.
12. Bart Van Meerbeek, Kumiko Yoshihara, Kirsten Van Landuyt, Yasuhiro Yoshida, Marleen Peumans. From Buonocore’s Pioneering Acid-Etch Technique to Self-Adhering Restoratives. A Status Perspective of Rapidly Advancing Dental Adhesive Technology. *J Adhes Dent*. 2020;7–34.

13. De Munck J, Mine A, Poitevin A, Van Ende A, Cardoso MV, Van Landuyt KL, y cols. Meta-analytical Review of Parameters Involved in Dentin Bonding. *J Dent Res*. 2012 Apr 14;91(4):351–7.
14. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res*. 1982 May;16(3):265–73.
15. Dr. Carlos Carrillo S. Capa híbrida. *Revista ADM*. 2005; LXII(Revisión):181–4.
16. Nakabayashi N, Nakamura M, Yasuda N. Hybrid Layer as a Dentin-Bonding Mechanism. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 1991 Jul; 3(4):133–8.
17. Bali P, Kalaivanan D, Divater V, Logarani. Matrix metalloproteinases: A double edge sword. *Dentistry and Medical Research*. 2016;4(1):3.
18. Frassetto A, Breschi L, Turco G, Marchesi G, Di Lenarda R, Tay FR, et al. Mechanisms of degradation of the hybrid layer in adhesive dentistry and therapeutic agents to improve bond durability—A literature review. *Dental Materials*. 2016 Feb; 32(2): e41–53.
19. Manuja N, Nagpal R, Pandit I. Dental Adhesion. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2012 Apr 1;36(3):223–34.
20. Zhang S, Kern M. The Role of Host-derived Dentinal Matrix Metalloproteinases in Reducing Dentin Bonding of Resin Adhesives. *Int J Oral Sci*. 2009 Dec;1(4):163–76.
21. HASHIMOTO M, HIROSE N, KITAGAWA H, YAMAGUCHI S, IMAZATO S. Improving the durability of resin-dentin bonds with an antibacterial monomer MDPB. *Dent Mater J*. 2018 Jul 26;37(4):620–7.
22. Park JW, Hong JS, Lee KS, Kim HY, Lee JJ, Lee SR. Green tea polyphenol (–)-epigallocatechin gallate reduces matrix metalloproteinase-9 activity following transient focal cerebral ischemia. *J Nutr Biochem*. 2010 Nov; 21(11):1038–44.
23. Joshi R, Kulkarni YA, Wairkar S. Pharmacokinetic, pharmacodynamic and formulations aspects of Naringenin: An update. *Life Sci*. 2018 Dec; 215:43–56.
24. Liu Y, Chen M, Yao X, Xu C, Zhang Y, Wang Y. Enhancement in dentin collagen's biological stability after proanthocyanidins treatment in clinically relevant time periods. *Dental Materials*. 2013 Apr;29(4):485–92.
25. Liu Y, Dusevich V, Wang Y. Addition of Grape Seed Extract Renders Phosphoric Acid a Collagen-stabilizing Etchant. *J Dent Res*. 2014 Aug 16;93(8):821–7.
26. Wang Y, Green A, Yao X, Liu H, Nisar S, Gorski JP, et al. Cranberry Juice Extract Rapidly Protects Demineralized Dentin against Digestion and Inhibits Its Gelatinolytic Activity. *Materials*. 2021 Jun 29;14(13):3637.
27. WANG R, STANLEY T, YAO X, LIU H, WANG Y. Collagen stabilization by natural cross-linkers: A qualitative and quantitative FTIR study on ultra-thin dentin collagen model. *Dent Mater J*. 2022 May 25;41(3):2021–247.
28. Liu H, Guo J, Wang R, Wang Y. Theaflavins as a novel cross-linker quickly stabilize demineralized dentin collagen against degradation. *Sci Rep*. 2021 Oct 5;11(1):19699.
29. Wang R, Nisar S, Vogel Z, Liu H, Wang Y. Dentin collagen denaturation status assessed by collagen hybridizing peptide and its effect on bio-stabilization of proanthocyanidins. *Dental Materials*. 2022 May;38(5):748–58.
30. Liu Z, Li F, Zhang L, Yu H, Yu F, Chen J. The effect of active components from citrus fruits on dentin MMPs. *Arch Oral Biol*. 2017 Nov;83:111–7.
31. Årtun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod*. 1984 Apr;85(4):333–40.

32. Utria Hoyos J, Pérez Pérez E, Rebolledo Cobos M, Vargas Barreto A. Características de las soluciones de clorhexidina al 2% y al 0,2% en preparaciones cavitarias en odontología: una revisión. *Duazary*. 2018 May 1;15(2):181.
33. Sahadi BO, André CB, Sebold M, Giannini M. Effect of flavonoid-based experimental primers on dentin microtensile bond strength and interface morphology. *Int J Adhes Adhes*. 2023 May;124:103397.
34. Kalaiselvam R, Ganesh A, Rajan M, Kandaswamy D. Evaluation of bioflavonoids on the immediate and delayed microtensile bond strength of self-etch and total-etch adhesive systems to sound dentin. *Indian Journal of Dental Research*. 2018;29(2):133.
35. Cerda I J, Villarroel del P. L. Evaluación de la concordancia inter-observador en investigación pediátrica: Coeficiente de Kappa. *Rev Chil Pediatr*. 2008 Feb;79(1).

14. ANEXOS

ANEXO 1. CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA DONACIÓN DE ÓRGANOS DENTARIOS.

CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PACIENTE PARA LA DONACIÓN DE ÓRGANOS DENTARIOS



Nombre(s)

Apellido paterno

Apellido materno

Yo de forma voluntaria, de manera libre e informada consiento donar el (los) órgano(s) dentario(s).

Autorizo que las muestras donadas sean utilizadas en el proyecto de investigación “Efecto de la naringenina sobre la fuerza de adhesión en un sistema adhesivo de grabado y enjuague”. en el posgrado de Rehabilitación Oral de la BUAP, contribuyendo con esto en la búsqueda de nueva información relevante. Declaro que no he percibido alguna retribución económica debido a la donación y es de mi conocimiento que las muestras no serán vendidas o distribuidas con fines de lucro. Se me ha hecho saber que mi identidad será guardada en estricta confidencialidad. Además, he sido informado(a) acerca del proyecto de investigación vigente en el podrían ser incluidas las muestras donadas, he comprendido toda la información del presente documento y he tenido la oportunidad de hacer preguntas y se me ha respondido satisfactoriamente todas las dudas acerca de éste.

Firma del paciente:

Ciudad: Fecha:

Testigos:

Relación con el paciente: _____

Relación con el paciente:

Nombre: _____

Nombre: _____

Firma: _____

Nombre: _____

Firma:

ANEXO 2. ISO /TS 11405- 2015 ODONTOLOGÍA - PRUEBAS DE ADHESIÓN Y MICROFILTRACIÓN A LA ESTRUCTURA DENTAL.

NORMA ISO 11405:2015

La prueba de microfiltración es una manera de probar la eficacia del material o la combinación de materiales para establecer adhesión a esmalte y dentina.

SUSTRATO DENTARIO

Dientes permanentes humanos premolares o molares o incisivos mandibulares bovinos. Los bovinos donantes no deben tener las de 5 años. Si es posible, es preferible usar terceros molares permanentes de individuos de entre 16 y 40 años.

TIEMPO DESPUÉS DE LA EXTRACCIÓN

Debido a que los mayores cambios se producen en los primeros días o semanas iniciales después de la extracción, se deben utilizar los dientes un mes, pero no más de 6 meses después de la extracción ya que estos pueden sufrir cambios degenerativos en la proteína dentaria.

ALMACENAMIENTO

Inmediatamente después de la extracción debe limpiarse a fondo los dientes eliminando toda la sangre y tejido adherente. Los dientes deben colocarse en agua destilada de grado 3 de acuerdo con la norma ISO 3696:19987 o en solución bacteriostática/bactericida Cloramina T al 1.0% durante una semana como máximo y después almacenarse en agua destilada en un refrigerador a 4° C nominales. Para reducir el deterioro el medio de almacenamiento debe ser reemplazado al menos una vez cada dos meses.

PREPARACION DE LA CAVIDAD

Acondicionar los dientes en agua destilada a 23+- 2 °C durante un mínimo de 12hrs antes de su uso. Debe utilizarse una cavidad estándar de 3mm de diámetro con una profundidad de al menos 1mm en la dentina en la parte media de la superficie bucal de un tercer molar, ángulo cavo superficial de aproximadamente 90°. Iniciar preparación de la cavidad en el esmalte con pieza de alta velocidad utilizando fresa pequeña cilíndrica de diamante. Acabar las paredes con una fresa de carburo de fisura recta, con extremo plano y sin cortes transversales de acuerdo con la norma

ISO 3823-1:1997 a aproximadamente 4000 rpm con abundante irrigación de agua. Para controlar el ángulo de la superficie durante la preparación el diente debe montarse en yeso piedra o en resina de curado en frío.

Una superficie estándar debe prepararse utilizando un papel abrasivo de carburo de silicio de grano P400 de acuerdo con la normal **ISO6344-1:1998**. El espécimen debe evaluarse con un aumento de 5x para asegurar que todo el margen de la cavidad este rodeado de dentina. **SE DEBE EXAMINAR UN MINIMO DE 10 CAVIDADES.**

ALMACENAMIENTO DE LOS ESPECIMENES

Inmediatamente después de la colocación de la obturación, sumergir el espécimen en la solución elegida y almacenarlo a 37+- °C durante 24hrs. Si el efecto de termociclaje forma parte de la prueba iniciar el procedimiento de termociclaje después de 24hrs de almacenamiento. Después del termociclaje sumergir el diente en una solución trazadora durante 2-4 hrs.

ANEXO 3. TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS POR GRUPO

Fuerza de adhesión (MPa)		
	Clorhexidina	Naringenina
1	12.05	10.04
2	11.15	6.54
3	7.05	13.89
4	6.84	8.33
5	7.18	7.35
6	5.81	8.63
7	4.44	11.54
8	6.41	13.72
9	9.36	9.44
10	11.07	12.56
11	4.32	6.28
12	6.20	8.37
13	4.02	5.94
14	5.90	10.64
15	11.67	10.13
16	5.85	7.01
17	9.49	4.70
18	8.76	8.03
19	7.14	12.86

ANEXO 4. EVALUACION DE LA FUERZA DE ADHESIÓN

Los valores se miden dividiendo la carga en la falla por el área de unión transversal y se clasificarán los modos de falla de la siguiente manera:

1. Falla adhesiva: En la interfase resina/dentina.
2. Falla cohesiva: Exclusiva entre la dentina o el composite de resina.
3. Falla mixta: En la interfase resina/dentina que incluye fallas cohesivas.

Al obtener los resultados se sacó un porcentaje de acuerdo a número de muestras que presenten su respectiva falla.

Fuerza de adhesión (MPa)		
	Clorhexidina	Naringenina
1	1	2
2	2	2
3	3	2
4	1	1
5	1	3
6	1	3
7	1	2
8	1	1
9	3	2
10	3	2
11	1	2
12	2	3
13	1	3
14	2	2
15	2	2
16	1	1
17	3	1
18	1	1
19	3	1

ANEXO 5. EVALUACIÓN DE LOS TIPO DE FALLAS

Valoración del coeficiente Kappa (Primera y segunda medición)
(Landis y Koch, 1977)

			SEGUNDA			
			ADHESIVA	COHESIVA	MIXTA	TOTAL
PRIMERA	ADHESIVA	RECUENTO	14	1	0	15
	COHESIVA	RECUENTO	1	11	2	14
	MIXTA	RECUENTO	1	1	7	9
TOTAL		RECUENTO	16	13	9	38

Valoración del coeficiente Kappa (Landis y Koch, 1977)

MEDIDAS SIMÉTRICAS				
		Valor	Err. Est. Asint.	T Aproxim.
Medida de Acuerdo	Kappa	0.76	0.9	6.52
N de casos válidos		38		

Fuerza de la concordancia (Landis y Koch, 1977)

Coeficiente kappa	Fuerza de la concordancia
0,00	Pobre
0,01 - 0,20	Leve
0,21 - 0,40	Aceptable
0,41 - 0,60	Moderado
0,61 - 0,80	Considerable
0,81 - 1,00	Casi perfecta

Tomado de: Cerda J., y cols., 2008