



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA MICROFILTRACIÓN EN
DIENTES OBTURADOS CON AMALGAMA CON Y SIN
SISTEMAS DE ADHESIÓN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANO DENTISTA

P R E S E N T A:

JULIO CÉSAR ALPÍZAR REYES

TUTOR: Mtro. JORGE GUERRERO IBARRA

ASESORA: Esp. MARÍA ANGÉLICA CASTILLO DOMÍNGUEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Del leer y el escribir.

De todo lo escrito yo amo sólo aquello que alguien escribe con su sangre. Escribe tú con sangre: y te darás cuenta de que la sangre es espíritu.

No es cosa fácil el comprender la sangre ajena: yo odio a los ociosos que leen.

Quien conoce al lector no hace ya nada por el lector. Un siglo de lectores todavía y hasta el espíritu olerá mal.

El que a todo el mundo le sea lícito aprender a leer corrompe a la larga no sólo el escribir, sino también el pensar.

En otro tiempo el espíritu era Dios, luego se convirtió en hombre, y ahora se convierte incluso en plebe.

Quien escribe con sangre y en forma de sentencias, ése no quiere ser leído, sino aprendido de memoria.

En las montañas el camino más corto es el que va de cumbre a cumbre: más para ello tienes que tener piernas largas. Cumbres deben ser las sentencias: y aquellos a quienes se habla, hombres altos y robustos.

El aire ligero y puro, el peligro cercano y el espíritu lleno de una alegre maldad: estas cosas se avienen bien.

Quiero tener duendes a mí alrededor, pues soy valeroso. El valor que ahuyenta los fantasmas se crea sus propios duendes, el valor quiere reír.

Yo ya no tengo sentimientos en común con vosotros: esa nube que veo por debajo de mí, esa negrura y pesadez de que me río, cabalmente ésa es vuestra nube tempestuosa.

Vosotros miráis hacia arriba cuando deseáis elevación. Y yo miro hacia abajo, porque estoy elevado.

¿Quién de vosotros puede a la vez reír y estar elevado? Quien asciende a las montañas más altas se ríe de todas las tragedias, de las del teatro y de las de la vida.

Valerosos, despreocupados, irónicos, violentos. Así nos quiere la sabiduría: es una mujer y ama siempre únicamente a un guerrero.

Vosotros me decís: «la vida es difícil de llevar». Mas ¿para qué tendríais vuestro orgullo por las mañanas y vuestra resignación por las tardes?

La vida es difícil de llevar: ¡no me os pongáis tan delicados! Todos nosotros somos guapos, borricos y pollinas de carga.

¿Qué tenemos nosotros en común con el capullo de la rosa, que tiembla porque tiene encima de su cuerpo una gota de rocío?

Es verdad: nosotros amamos la vida no porque estemos habituados a vivir, sino porque estamos habituados a amar.

Siempre hay algo de demencia en el amor. Pero siempre hay también algo de razón en la demencia.

Y también a mí, que soy bueno con la vida, pareceme que quienes más saben de felicidad son las mariposas y las burbujas de jabón, y todo lo que entre los hombres es de su misma especie.

Ver revolotear esas almitas ligeras, locas, encantadoras, volubles .Eso hace llorar y cantar a Zaratustra.

Yo no creería más que en un dios que supiese bailar.

Y cuando vi a mi demonio lo encontré serio, grave, profundo, solemne: era el espíritu de la pesadez, él hace caer a todas las cosas.

No con la cólera, sino con la risa se mata. ¡Adelante, matemos el espíritu de la pesadez!

He aprendido a andar: desde entonces me dedico a correr. He aprendido a volar: desde entonces no quiero ser empujado para moverme de un sitio.

Ahora soy ligero, ahora vuelo, ahora me veo a mí mismo por debajo de mí, ahora un dios baila por medio de mí.

Así habló Zaratustra.

F. Nietzsche.

AGRADECIMIENTOS.

A la vida por darme la oportunidad de vivirla, gozarla y disfrutarla.

A Dios por permitirme conocer, aprender y crearme una voluntad, moral y ética adecuada para la vida que he decidido hacer propia.

A la UNAM por darme la oportunidad de superarme.

A mi Madre, por darme la vida y gracias a su lucha incesante soy el hombre que soy hoy.

A mi Padre, gracias por las risas y por permitirme ver la vida de una manera que solo los Alpizar podemos percibir.

Al Mtro. Jorge Guerrero Ibarra ya que gracias a sus enseñanzas en los primeros y últimos días de licenciatura me permitió vislumbrar la pasión y arte que la odontología representa en mi vida.

A la Dra. María Angélica Castillo Domínguez por ser una gran docente, entregada en su profesión y a sus alumnos, gracias por la amistad.

A mis tíos Francisco López y Maricela por su apoyo a lo largo de mi vida y por contagiarme el deseo de ser Cirujano Dentista, Gracias.

A mis primos Hugo, Brayan, Javier e Iván porque siempre han estado para compartir su felicidad, sueños, añoranzas y sé que viene lo mejor para todos.

A Ruth Hernández Guerrero por ser una de las mejores personas que he conocido y gran docente.

A mis amigas Mariana Arguez, Cinthia Patricia, Sadek, Margarita Tapia y Vicky por acompañarme en esas situaciones difíciles llenando de alegría mis días, sin ustedes mi formación no sería la misma.

A mis amigos Roldan, Omar, Rodrigo, Aurora, Caro, Esme, Lalushe, Sofi, Brindis, Rafa, Susana, Eve, Fer y Erick por hacer de la periférica el mejor año de toda la licenciatura, gracias por compartir su tiempo, conocimiento, alegrías, filosofías y fiestas. #OrgullosamentePadierna.

A Ernesto Díaz Rivera y su hermano Eduardo Díaz Rivera, toda mi vida cambio cuando los conocí, gracias por su apoyo incondicional, por no escatimar en cuestiones de apoyo y sobre todo porque, si, es un hecho, ustedes marcaron la pauta que me ha convertido en una persona alegre y sobre todo feliz.

Índice.

Resumen.	8
1. Introducción.	9
2. Marco Teórico Conceptual.	11
2.1. Amalgama Dental.	11
2.1.1. Definición.	11
2.1.2. Antecedentes Históricos Sobre Amalgama.	11
2.1.3. Norma ADA Correspondiente.	12
2.1.4. Clasificación.	13
2.1.5. Presentaciones Comerciales.	13
2.1.6. Composición.	14
2.1.7. Propiedades Físicas.	17
2.1.8. Indicaciones.	19
2.1.9. Ventajas y Desventajas	19
2.2. Sistemas Adhesivos.	20
2.2.1. Definición de adhesión	20
2.2.2. Antecedentes Históricos Sobre Adhesión.	21
2.2.3. Generalidades Sobre Adhesión.	23
2.2.3.1. Adhesión Mecánica.	23
2.2.3.2. Adhesión Química.	24
2.2.4. Características Del Adhesivo Ideal A Dentina.	28
2.2.5. Clasificación.	29
2.2.5.1. Primera Generación.	31

2.2.5.2.	Segunda Generación.	31
2.2.5.3.	Tercera Generación.	32
2.2.5.4.	Cuarta Generación.	32
2.2.5.5.	Quinta Generación.	33
2.2.5.6.	Sexta Generación.	33
2.2.5.7.	Séptima Generación.	34
2.2.6.	Sistema Adhesivo Adper™ Single Bond 2 (3M ESPE).	35
2.2.7.	Sistema Adhesivo Futurabond NR® (VOCO).	40
2.2.8.	Sistema Adhesivo GLUMA® Self Etch (Heraeus Kulzer)	42
2.3.	Amalgamas Adhesivas.	44
3.	Planteamiento del Problema.	47
4.	Justificación.	48
5.	Objetivos.	49
5.1.	General.	49
5.2.	Específicos.	49
6.	Hipótesis De Trabajo.	50
6.1.	Hipótesis Nula.	50
6.2.	Hipótesis Alterna.	50
7.	Metodología.	51
7.1.	Tipo de estudio.	51
7.2.	Universo de trabajo y muestra.	51
7.3.	Criterios de inclusión.	52
7.4.	Criterios de Exclusión.	52
7.5.	Variables Independientes.	53

7.6. Variables Dependientes.	53
7.7. Material.	54
7.8. Equipo.	55
8. Método.	56
8.1. Recolección.	56
8.2. Realización de Preparaciones Cavitarias.	56
8.3. Obturación de Preparaciones Cavitarias.	57
8.4. Termociclado.	64
8.5. Inmersión de Muestras En Pigmento.	65
8.6. Seccionamiento de Muestras.	67
8.7. Obtención de Datos.	69
8.8. Datos.	72
9. Resultados.	78
10. Discusión.	81
11. Conclusiones.	83
12. Referencias Bibliográficas.	84

Resumen

Las amalgamas adhesivas son una técnica alterna de tratamiento que reduce los inconvenientes que presentan las amalgamas dentales cuando estas son colocadas de manera convencional. El objetivo de este estudio fue comparar la microfiltración que existe en la obturación de restauraciones con amalgamas utilizando la técnica convencional y la técnica de “amalgamas adhesivas” con los sistemas adhesivos Adper™ SingleBond 2 (3M ESPE), Futurabond® NR (VOCO) y GLUMA SelfEtch (Heraeus Kulzer). **Método:** Fue un estudio experimental in vitro en el cual se utilizaron 30 dientes humanos con dos preparaciones clase II de Black, una de estas cavidades se obturó con técnica convencional y la otra con amalgama con previa colocación del sistema adhesivo correspondiente. Se colocaron los materiales restauradores siguiendo las indicaciones de los fabricantes. Todas las muestras fueron termocicladas entre 5°C y 55°C, posteriormente se sumergieron en azul de metileno al 2% durante 24 horas y se seccionaron mediante un corte longitudinal. Se evaluó la microfiltración utilizando un microscopio estereoscópico a 32 aumentos. **Resultados:** Los datos fueron analizados estadísticamente con Análisis de Varianza (ANOVA una vía) y se comparó la microfiltración de los sistemas adhesivos con post hoc (Tukey) donde Adper™ Single Bond 2 obtuvo una media de 371.425, Futurabond® NR obtuvo una media de 371.439, GLUMA Self Etch obtuvo una media de 399.996 y el grupo control obtuvo una media de 776.186.

Conclusiones: concluimos que no existe diferencia estadísticamente significativa en los valores de microfiltración de los sistemas adhesivos. Mientras que si existe diferencia estadísticamente significativa entre el uso y no de sistemas adhesivos.

1. Introducción.

La caries dental es considerada como una enfermedad infecciosa, crónica y transmisible que causa la destrucción localizada de los tejidos duros del diente por acción de los ácidos producidos por el contenido del biofilm dental que se encuentra adherido a los dientes. La caries al ser un padecimiento global, que a pesar de las medidas adoptadas por los diferentes países, sigue siendo un problema de salud pública por su prevalencia, severidad y falta de tratamiento. Actualmente la caries se reconoce como el principal problema de salud pública bucal debido a su alta incidencia a nivel mundial.

El principal problema asociado con el fracaso de restauraciones dentales, es la presencia de caries recurrente.

El deterioro marginal de la restauración, así como la microfiltración marginal entre el diente y la restauración predisponen al diente a sufrir caries secundaria.

La caries secundaria, también denominada caries recurrente o caries de recidiva, constituye una de las razones más frecuentes de reemplazo de las restauraciones.

Las restauraciones de amalgama dental, si bien han demostrado ser en su gran mayoría restauraciones con buen éxito a largo plazo, no han estado exentas de presentar problemas clínicos. Por lo que se han planteado alternativas sobre su aplicación clínica para disminuir los inconvenientes que presentan con el fin de aumentar el tiempo de vida y éxito clínico.

Una de estas alternativas son las llamadas “amalgamas adhesivas”.

Esta técnica consiste básicamente en colocar un sistema adhesivo en las paredes y piso de la preparación cavitaria, basándose en que resulta indiscutible la importante contribución del desarrollo de los sistemas adhesivos a la práctica de la odontología restauradora actual, estrechamente con el concepto de “restaurar preservando” basada en el hecho de minimizar al máximo el desgaste de estructuras dentales sanas durante los procedimientos restauradores.

La meta principal de los sistemas adhesivos es obtener una interacción completa con la estructura dental que asegure una alta fuerza de adhesión, evidenciada en un sellado satisfactorio en la interface entre el material restaurador y el tejido dental, que se manifiesta en una buena adaptación marginal y por ende una disminución de microfiltración de bacterias, fluidos, moléculas o iones entre las paredes de la preparación cavitaria y el material restaurador se ha optado por dicha técnica.

Pese a la evidente evolución de los sistemas adhesivos, el diferente comportamiento de los sistemas adhesivos de acondicionamiento total previo y de autograbadores sobre la estructura amelodentinaria hace que también se presenten resultados diferentes. Aparentemente las simplificaciones en la técnica, según la literatura resultaría altamente ventajosas y confiables, sin embargo la diversidad de tejidos comprometidos durante un proceso restaurador, la localización de la preparación cavitaria y la incidencia de fuerzas principalmente oclusales llevan a preguntarnos si a lo largo del tiempo difiere el comportamiento de estos sistemas siendo aplicados en “amalgamas adhesivas”.

2. Marco teórico conceptual.

2.1. Amalgama.

2.1.1. Definición.

Es una clase de aleación de la cual uno de sus elementos es el mercurio. Como el mercurio es líquido a temperatura ambiente, se le alea con otros metales que se hallan en estado sólido; a este proceso se le conoce como amalgamación.

La amalgama dental sigue siendo uno de los materiales restauradores más utilizados en restauraciones que deben soportar tensiones. ⁽¹⁾

A la amalgama dental se le atribuyen diversas desventajas como son: expansión excesiva después de contaminarse con humedad, corrosión, escurrimiento y cambios dimensionales. ⁽¹⁾

2.1.2. Antecedentes históricos sobre amalgama. ⁽¹⁾

No existen datos precisos que aclaren el primer uso de la amalgama dental; sin embargo se encuentra reportado que el Dr. Darget empleaba en 1765 un compuesto de metales como material de obturación.

Se considera que la primera amalgama fue la que utilizó el Dr. Taveau en 1826 en París la cual se elaboró a base de limadura de monedas en plata a las que se les añadió mercurio.

Esta amalgama fue propuesta a la Asociación Dental de Estados Unidos en 1833 por el Dr. Ferarcour con el nombre de Royal Mineral Sucedanum.

Hasta 1850 se demostró que era un material inocuo para la salud, con lo que se dio el fin de la guerra contra la amalgama según la denominación de la época.

En 1871 Charles Thomas publicó las primeras pruebas de contracción y expansión de la amalgama con estudio sobre el peso específico de estas.

El Dr. Black hizo una experimentación con distintas aleaciones de amalgama las cuales culminaron en 1896 con la publicación de una fórmula que consistió de un 68.5% de plata, 25.5% de estaño, 5% de oro y 1% de cinc.

En 1897 Wessler aconsejó determinar la cantidad de mercurio.

En 1908 Ward publicó sus observaciones apoyándose en las investigaciones realizadas por el Dr. Black.

En octubre de 1929 se adoptó la especificación de la ASOCIACIÓN DENTAL AMERICANA (ADA) para la aleación de la amalgama dental. Por primera vez se convino en la elaboración de un conjunto de procedimientos uniformes de comprobación para determinar las propiedades físicas de la amalgama.

2.1.3. Norma ADA correspondiente.

La norma que corresponde a las amalgamas dentales es la numero 1 de la ADA esto por ser el primer material en tener bases científicas y mayor tiempo en el mercado. ⁽³⁾

2.1.4. Clasificación. ⁽³⁾

Según la norma 1 de la ADA se clasifica de acuerdo con la presentación de la aleación, en dos tipos:

Tipo I. En forma de polvo.

Tipo II. En forma de tabletas (polvo comprimido).

Cada uno en tres clases, según la forma de la partícula.

Clase 1. Partícula de limadura, irregular o prismática.

Clase 2. Partícula esférica.

Clase 3. Mezcla de las dos.

2.1.5. Presentaciones comerciales. ⁽³⁾

- Polvo.

Desde que la amalgama se comercializo el odontólogo ha podido adquirirla en forma de limadura pulverizada, que se obtiene de un lingote que ha sido colado.

- Tabletetas.

La aleación para amalgama dental puede ser adquirida en forma de tabletas que se obtienen al comprimir determinada cantidad de aleación en polvo. Las partículas de la aleación son sometidas a presión que forma una capa externa y en el interior mantiene a las partículas con cierta cohesión entre ellas para conformar la tableta.

- Cápsulas predosificadas.

Es en la actualidad la presentación comercial más recomendada.

Se pueden encontrar en el mercado odontológico por número de acuerdo a las porciones que contengan en su interior.

El mercurio se halla separado de la aleación por medio de una membrana la cual puede romperse de manera manual previo a la trituración o en su defecto existen cápsulas auto activables en las cuales en el proceso de trituración esta membrana se rompe.

2.1.6. Composición.

Las aleaciones para la preparación de la amalgama dental pueden clasificarse ampliamente, en dos grupos: en primer lugar las amalgamas convencionales que contienen menos del 6% de cobre; en segundo lugar las aleaciones enriquecidas con cobre, (se refiere a ellas como aleaciones con alto contenido en cobre). ⁽⁴⁾

Aleaciones convencionales. ⁽²⁾

Estas contienen los siguientes componentes principales:

- Plata 67-74%.
- Estaño 25-27%.
- Cobre 0-6%.
- Cinc 0-2%.

Plata.

La plata que es el principal componente aumenta la resistencia de la amalgama y disminuye su escurrimiento. Su efecto general es causar expansión, pero si existe en exceso, esta puede resultar de mayor magnitud que la necesaria y hasta perjudicial. La plata contribuye a que la amalgama sea resistente a las pigmentaciones. En presencia del estaño acelera el tiempo de endurecimiento requerido por la amalgama. ⁽²⁾

Estaño.

Es el segundo componente importante; tiende a reducir la expansión o aumentar la contracción de la amalgama; así mismo reduce la resistencia y la dureza. ⁽²⁾

Si el contenido de plata es demasiado bajo o el del estaño demasiado elevado, la amalgama se contrae. ⁽²⁾

Cobre.

Dentro del margen limitado de la solubilidad del cobre, el mayor contenido endurece y confiere resistencia a la aleación plata-estaño. El escurrimiento disminuye y la expansión del fraguado tiende a aumentar. Sin embargo si en la aleación original la cantidad de cobre supera a la de solubilidad se observan los efectos contrarios, la resistencia de la amalgama decrece y el escurrimiento aumenta. ⁽²⁾

Cinc.

El empleo de cinc en la aleación para la amalgama es con frecuencia motivo de controversia. Es raro que intervenga en una proporción mayor al 1% por lo que es probable que esta pequeña cantidad solo ejerza una ligera influencia en la resistencia y escurrimiento de la amalgama, aunque contribuye a facilitar el trabajo y la limpieza de la amalgama durante la trituración y la condensación. ⁽⁴⁾

El cinc se usa principalmente como desoxidante, actúa como depurador, pues durante la fusión se une con el oxígeno y otras impurezas presentes; así se reduce la formación de otros óxidos. ⁽⁴⁾ Lamentablemente el cinc produce expansión anormal de la amalgama en presencia de humedad. ⁽²⁾

Aleaciones ricas en cobre.

Esta consta de la habitual aleación de plata, estaño, cobre y cinc en combinación con un eutéctico de plata-cobre de composición 71,9% de plata y 28.1% de cobre. Esta aleación eutéctica se transforma en partículas esferoides de menos de 44 micrómetros. Estas partículas se agregan a la aleación convencional para amalgama dental. El eutéctico es la forma dispersa. Impide la formación de gamma 2 y trae como resultado menor pigmentación, corrosión y fractura marginal, la composición total es aprox.

- Plata 69%.
- Estaño 17%.
- Cobre 13%.
- Cinc 1%.⁽²⁾

2.1.7. Propiedades físicas.

Cada paso preoperatorio desde el momento en el que se talla la cavidad hasta que se pule la restauración, produce un efecto definido en las propiedades fisicoquímicas de la amalgama y en el éxito o fracaso de la restauración. Las propiedades físicas de las amalgamas dentales están relacionadas directamente con la microestructura desarrollada durante la reacción de cristalización. ⁽⁴⁾

Cambios dimensionales.

El efecto de los cambios dimensionales en la amalgama dental, tiene una influencia crítica en la adaptación final del material a las paredes de la cavidad, debido a que estos cambios se presentan durante el endurecimiento del material restaurativo. Cuando una amalgama ha sido correctamente manipulada no ocurren cambios dimensionales importantes después de 12 horas de realizada la condensación. ⁽⁴⁾

Influencia de la manipulación sobre la amalgama dental.

La amalgama dental es un material que ofrece un buen comportamiento clínico cuando se siguen las recomendaciones del fabricante para su manipulación, sin embargo durante su manejo es factible que se alteren sus propiedades físicas debido a la gran influencia de la manipulación de la amalgama⁽¹⁾. Es recomendable conocer los pasos adecuados para su manipulación los cuales se pueden resumir en: Trituración, condensación, tallado y pulido.

Coeficiente de expansión lineal térmica. ⁽⁴⁾

Se define como el cambio de longitud por unidad de longitud de un material cuando su temperatura se eleva o desciende un grado centígrado.

CELT Órgano dentario: 11.4×10^{-6}

CELT Amalgama: 25.0×10^{-6}

Resistencia a la compresión.

La resistencia suficiente para impedir la fractura es un requisito fundamental de todo material de restauración, la fractura aunque sea de una zona pequeña, o el desgaste de los márgenes, acelera la corrosión, la recidiva de caries y el fracaso clínico.

La resistencia a la compresión de una amalgama satisfactoria debe de ser por lo menos de 3200kg/cm^2 . ⁽⁴⁾

Escurrimiento.

La amalgama fluye o presenta escurrimiento bajo una carga comparativamente liviana. Puede deberse a su incapacidad para endurecerse por deformación. ⁽⁴⁾

Cuando un metal se halla bajo una carga, inmediatamente experimenta una deformación plástica y después realiza adaptaciones plásticas en su estructura interna. Así cuando se coloca la amalgama bajo una carga estática, presenta esa deformación muy por debajo de su límite proporcional. ⁽⁴⁾

2.1.8. Indicaciones.

Su uso es sobre todo para restaurar dientes posteriores que reciban carga de oclusión, en cavidades pequeñas y grandes, pero siempre tratando de que la preparación cavitaria este rodeada de tejido dental remanente. ⁽³⁾

2.1.9. Ventajas. ⁽³⁾

- Comprobado éxito clínico.
- Bajo costo.
- Fácil manipulación.
- Poco tiempo de trabajo.
- Se cree que los productos de corrosión de la amalgama se van depositando en la interfase diente-amalgama, donde además se recogen otros residuos del medio bucal, creándose una barrera que impide la filtración.

Desventajas. ^{(1),(2),(3)}

- Antiestética
- Tendencia a la contracción, expansión y escurrimiento.
- No tiene resistencia de borde.
- Conductora térmica y eléctrica.
- Pigmentación.
- No existe adhesión específica a los tejidos dentales.
- Acarrea cierto riesgo de contaminación mercurial.

2.2. Sistemas Adhesivos.

2.2.1. Definición de adhesión.

La palabra adhesión se deriva del latín adhaerere la cual es un compuesto de –ad- o para y –haerere- o pegarse. ⁽⁵⁾

Unión íntima, por enlaces primarios, fundamentalmente entre las superficies de dos cuerpos de estructura diferente.

La adhesión es el proceso de unir íntimamente dos superficies, con la mayor fuerza y por el mayor tiempo posible.

Adhesión es cualquier mecanismo que permite que dos superficies diferentes se mantengan en contacto a diferencia de cohesión, que es la unión íntima entre dos superficies iguales. ⁽⁶⁾

Se denomina adhesión a cualquier mecanismo que se emplea para mantener partes en contacto. De acuerdo con esto la adhesión puede clasificarse en dos categorías según sea el mecanismo que se utilice para lograrlo: mecánica y química. ⁽⁷⁾

La adhesión mecánica es el sistema elemental y consiste en que las dos superficies queden trabadas por la morfología de las superficies.

La unión lograda en función de la generación de fuerzas interatómicas o intermoleculares se denomina adhesión específica o adhesión química, la interacción entre átomos y moléculas determina las uniones químicas primarias o secundarias. ⁽⁸⁾

El material empleado para la adhesión se denomina adhesivo y la superficie a la que se aplica adherente. ⁽⁹⁾ Por lo tanto un adhesivo es una sustancia capaz de mantener adheridos dos materiales por unión superficial y un sistema adhesivo es el conjunto de materiales que nos permiten realizar todos los pasos de adhesión, es decir nos permiten preparar la superficie dental para mejorar el sustrato para la adhesión. ⁽¹⁰⁾

2.2.2. Antecedentes históricos sobre adhesión.

El Dr. Michael Bounocoure en 1955 descubrió que las fuerzas adhesivas entre el esmalte humano y la resina acrílica podía incrementarse mediante la exposición del diente a una solución ácida antes de aplicar la resina, esto lo descubrió en una industria automotriz en 1950 en la cual las superficies metálicas eran sometidas con ácido fosfórico antes de colocar la resina o pintura, ya que si no se realizaba dicho procedimiento la pintura se caía con facilidad al no existir una adecuada adhesión. ⁽¹¹⁾

Kanka en 1989 estudió el grabado con ácido fosfórico y planteo una hipótesis con la cual afirmaba que el grabado ácido podía emplearse sin efectos negativos, siempre y cuando los túbulos y las cavidades estuvieran protegidos con primers y resinas adhesivas, por lo cual el Dr. Kanka fue el creador de la llamada “técnica de grabado total (esmalte y dentina de manera simultánea). ⁽¹²⁾

El primero en desarrollar un producto con el objetivo de crear una adhesión microscópica a la estructura dentaria fue Ray Bowen que a principios de 1960 introdujo un compuesto llamado NPG-GMAN que sirvió como base para los

productos Cervident y Cosmobond, la resistencia de unión era muy pobre debido a que la humedad de la dentina tendía a rechazar más que atraer a los adhesivos que incluso tenían mayor viscosidad que los actuales. Estos productos se consideran la primera generación de adhesivos dentinarios. ⁽¹³⁾

En los años 80s se presenta en el mercado la segunda generación que se caracterizó por basarse en compuestos organofosforados que lograban adhesión química a la dentina a través de uniones iónicas entre los grupos fosfato de su molécula , cargados negativamente y los iones de calcio de la estructura dental, aun siendo un gran avance en la odontología adhesiva, su resistencia de unión tangencial era aún insuficiente para evitar la microfiltración marginal, además, las uniones logradas se debilitaban a través del tiempo debido a un proceso de hidrolisis. Algunos ejemplos de estos adhesivos de segunda generación son Scotchbond, Bondlite y Universal Bond. ⁽¹⁴⁾

La tercera generación surgió años más tarde. Estos presentaban buena resistencia de unión a dentina aunque no tan alta como los de cuarta generación.

Actualmente se reconocen 7 generaciones de sistemas adhesivos.

2.2.3. Generalidades sobre adhesión.

La adhesión de acuerdo al tipo de unión creada se divide en mecánica y química.

2.2.3.1. Adhesión mecánica.

La adhesión mecánica puede ser a nivel macroscópico y microscópico.

La adhesión mecánica macroscópica consiste fundamentalmente en crear sobre una o ambas superficies una forma macrorretentiva (hoyos o ranuras) que pueden ser excavadas o en relieve, colocarlos en contacto íntimo y luego utilizar un medio adhesivo que humecte ambas superficies y endurezca rápidamente. ⁽⁸⁾

En esta adhesión macromecánica las partes se mantienen en contacto sobre la base de la penetración de una de ellas en las irregularidades que presenta la superficie de la otra. Así se mantienen trabadas impidiendo desplazamiento o separación. ⁽⁸⁾

Este método macromecánico es poco confiable y no evita la microfiltración en el medio bucal, debido a que siempre existe un espacio de mínimo tamaño en las superficies adheridas. ⁽⁸⁾

Adhesión mecánica microscópica.

Se puede lograr un contacto más íntimo entre las superficies por adherir si se reducen de forma efectiva el tamaño de las irregularidades, socavados o relieves a nivel de centésimas (micrómetros). El mejor ejemplo de este tipo de adhesión micromecánica lo da el grabado ácido del esmalte y la unión de una resina compuesta por su superficie mediante un enlace de elevada humectación. ⁽⁸⁾

El enlace micromecánico puede implicar mecanismos como la penetración del adhesivo en irregularidades microscópicas o submicroscópicas. ⁽⁹⁾

Para lograr la adhesión mecánica microscópica la distancia entre ellas no debe de rebasar micrómetros, solo con un líquido se puede lograr la aproximación suficiente a un sólido para obtener la adhesión mecánica microscópica. ⁽⁸⁾

2.2.3.2. Adhesión química.

Se da por la generación submicroscópica de fuerzas que impiden la separación. ⁽⁹⁾

Uniones interatómicas primarias.

Las fuerzas de unión que enlazan a los átomos son fuerzas cohesivas. Las uniones interatómicas se clasifican como uniones primarias y uniones secundarias. Las primarias son de naturaleza química, mientras que las secundarias se caracterizan por fuerzas físicas, las uniones atómicas primarias son de varios tipos. ⁽⁹⁾

Uniones iónicas.

Cuando los átomos pierden o ganan electrones de valencia uno o más electrones de valencia, se forman iones. Los iones con carga positiva y negativa se atraen entre sí. La fuerza de atracción que mantiene unidos a los iones de cargas opuestas es una unión o enlace iónico. Este tipo de uniones son de tipo químico simple; resultante de la atracción mutua de cargas positivas y negativas. ⁽⁹⁾

Uniones covalentes.

En muchos compuestos químicos se comparten electrones bivalentes. ⁽⁹⁾

Cuando se forma un enlace covalente, dos o más átomos comparten electrones en lugar de ganarlos o perderlos, los átomos constituyen una molécula unida en forma covalente al compartir uno, dos o tres pares de electrones de valencia. ⁽²⁰⁾

Uniones metálicas.

Es un enlace químico que mantiene unido los átomos y los electrones de valencia que se juntan alrededor de los metales entre sí, estos átomos se agrupan de forma muy cercana unos a otros, lo que produce estructuras muy compactas. ⁽²⁰⁾

Uniones interatómicas secundarias.

En contraste con los enlaces primarios los enlaces secundarios no comparten electrones, en vez de eso, las variaciones de carga entre las moléculas o grupos atómicos inducen fuerzas polares que atraen a las moléculas. ⁽²⁰⁾

Enlace de hidrógeno.

Los enlaces covalentes polares que se forman entre átomos de hidrógeno y otros átomos dan origen a los puentes de hidrógeno.

Se forma un enlace o puente de hidrógeno cuando un átomo de hidrógeno con carga + atrae a la carga parcial – de los átomos electronegativos vecinos, generalmente oxígeno o nitrógeno. ⁽⁹⁾

Es un enlace que se establece entre moléculas capaces de generar cargas parciales, el agua es la sustancia en donde los puentes de hidrógeno son más

efectivos, en su moléculas los electrones que intervienen en sus enlaces están más cerca del oxígeno que de los hidrógenos y por esto se generan dos cargas parciales negativas en el extremo donde está el oxígeno y dos cargas parciales positivas en el extremo donde se encuentran los hidrógenos. La presencia de cargas parciales positivas y negativas hace que las moléculas de agua se comporten como imanes en los que las partes con carga parcial positiva atraen a las partes con cargas parciales negativas. ⁽²⁰⁾

Fuerzas de Van der Waals.

Las fuerzas de Van der Waals se denominan así en honor del químico danés Johannes Van der Waals, son de dos clases.

- Las de dispersión (a pesar de su nombre, son de atracción también.)
- Las tracciones dipolo-dipolo o interacciones dipolares.

Las fuerzas de dispersión son las más débiles, ocurren principalmente entre las moléculas no polares. A causa del movimiento de los electrones en los enlaces, se originan pequeñas cargas superficiales e instantáneas positivas y negativas, que dan por resultado la atracción entre las moléculas. Las atracciones dipolo-dipolo, que ocurren entre los polos opuestos de moléculas polares, son más fuertes que las fuerzas de dispersión, pero más débiles que las atracciones iónicas. Un ejemplo de atracciones dipolo-dipolo lo constituye las moléculas de cloruro de hidrogeno, HCL.⁽⁹⁾

Adhesión y enlace.

El fenómeno de adhesión se presenta en diversas situaciones de la odontología; es importante resolver el problema de filtración alrededor de materiales de restauración. ⁽²⁰⁾

La unión de ciertos adhesivos a la dentina puede ser de varios tipos: covalentes, con la matriz de colágeno de la dentina, iónica por la atracción entre cargas negativas de grupos fosforados o grupo carboxílico con iones de calcio en la dentina, además gran parte de la adhesión se debe a la retención micromecánica lograda por la penetración de primers a los a los túbulos dentinarios. ⁽²⁰⁾

Se incluyen en los de cuarta generación a aquellos que ofrecen adhesión a sustratos múltiples y no solo a dentina y esmalte, es decir la cuarta generación es más versátil y cumple además casi en totalidad con los requerimientos que serían deseables para el adhesivo ideal, siendo una característica importante de estos sistemas adhesivos de cuarta generación la adhesión a superficies húmedas. ⁽²⁰⁾

Un adhesivo debe de ser aplicable de forma práctica, proporcionar unos valores de adhesión lo suficientemente elevados y acreditar estabilidad a largo plazo. ⁽¹³⁾

2.2.4. Características del adhesivo ideal a dentina. ^{(15), (13)}

Jordan menciona las características ideales de un adhesivo dentinario.

- Alta resistencia de unión in vivo e invitro.
- Sellado total de túbulos dentinarios.
- Adhesión a superficies húmedas.
- Biocompatibilidad.
- Autopolimerizable o fotopolimerizable.
- Película de poco espesor.
- Unión instantánea.
- Adhesión a múltiples superficies.
- Éxito clínico.
- Libre de microfiltración.

Según Aschheim K el adhesivo dentinario ideal deberá conseguir lo siguiente: ⁽¹⁵⁾

- Adherirse a la dentina con una fuerza igual o mayor que la de una resina compuesta al esmalte grabado.
- Alcanzar rápidamente (en pocos minutos) la máxima fuerza de adhesión para permitir las manipulaciones de acabado y pulido, así como el restablecimiento funcional postoperatorio del paciente en un plazo de tiempo razonable.
- Ser biocompatible y no irritar el tejido pulpar.
- Prevenir la microfiltración.
- Ser fácil de aplicar y clínicamente indulgente.

Cuando el tejido dental tiene que adherirse, debe lograr acercarse a nivel nanómetro, por ser la energía superficial suficiente y ser compatible eléctricamente.

La adhesión química es difícil de obtener y lábil en medio bucal por lo que no se debe confiar en ella para obtener resultados clínicos duraderos. ⁽⁸⁾

Una buena humectación facilita la atracción molecular y permite la atracción química.

Es muy importante la adaptación para lograr adhesión química, ya que es necesario un íntimo contacto para que se produzcan las reacciones interatómicas o intermoleculares que permitan la formación de uniones químicas.

2.2.5. Clasificación.

Algunos investigadores clasifican los sistemas adhesivos en generaciones, basada en la aparición cronológica de los sistemas adhesivos en el mercado y estos se presentan de acuerdo a la forma en cómo interactúan en la eliminación del barrillo dentinario. Esta clasificación es confusa y difiere mucho entre autores, transmitiendo la idea errónea de que los adhesivos actuales son mejores que aquellos cuya aparición fue anterior. ⁽¹⁶⁾

Se considera que existen seis o siete generaciones, sin embargo esta clasificación no permite que los sistemas adhesivos sean categorizados con un criterio objetivo y científico.

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

Van Meerbek y colaboradores en el año 2000 propusieron un sistema de clasificación que se sustenta primordialmente en la estrategia o mecanismo de adhesión utilizado, contemplando el número de pasos clínicos requeridos para su aplicación en:

- Adhesivos de un paso.
- Adhesivos de dos pasos.
- Adhesivos de tres pasos. ⁽¹⁷⁾

Por esta razón se optó por clasificar los sistemas adhesivos en dos grandes grupos: ⁽¹⁷⁾

- Sistemas convencionales donde el acondicionamiento previo es con ácido fosfórico.
- Adhesivos autocondicionantes o de autograbado.
- Adhesivos a base de ionómero de vidrio.

2.2.5.1. Primera generación.

Como antecedente el sistema Sevriton en el año 1951 con Hagger fue producido mas no comercializado ya que no era estable en presencia de humedad por lo que no se comercializó. ⁽¹⁸⁾

El primer adhesivo comercial se llamó Cervident (NPG-GMA, metacrilato glicidil N-fenilglicina) producto de SS White, presentaba según el fabricante una fuerza adhesiva de 2-3 MPa, su principal característica era que la dentina no era acondicionada con ácidos ya que el adhesivo se basaba en resinas hidrófobas y logro unir esmalte y dentina por medio de quelación. ⁽¹⁸⁾

La resistencia de unión era pobre debido a que la humedad de la dentina tendía a rechazar más que atraer a los adhesivos, que además tenían mayor viscosidad que los actuales. ⁽¹⁹⁾

2.2.5.2. Segunda generación.

En los años 70 hacen su aparición en el mercado la segunda generación de adhesivos dentinarios con el fin de mejorar las propiedades fisicoquímicas que presentaban los de primera generación. Estos adhesivos se basaban en las resinas BIS-GMA y contenían fosfatos polimerizables. Con estos adhesivos trataron de solucionar la falta de fuerza de adhesión del grupo anterior, pero solo se logró una fuerza adhesiva de 2-7 MPa. ⁽²⁰⁾

Esta generación no muestra una adhesión química significativa entre el adhesivo y la estructura dentaria, se intentó utilizar el barrillo dentinario como superficie de unión. ⁽²⁰⁾

2.2.5.3. Tercera generación.

Hacen su aparición en el mercado en los años 80 introduciendo un sistema de dos componentes primer y bond compuestos de resinas hidrofóbicas y su agente acondicionador hidroxietil metacrilato. ⁽²⁰⁾

En su composición encontrábamos un grupo ácido que reaccionaba con iones calcio y un grupo metacrilato que copolimerizaba con resina de relleno.

Estos adhesivos alcanzaron valores de adhesión de 9-18 MPa. ⁽²⁰⁾

2.2.5.4. Cuarta generación.

A partir de los años 90 surge esta generación también llamados adhesivos universales, se basan en la difusión e impregnación de las resinas en el sustrato de la dentina parcialmente descalcificada, seguida de polimerización para la creación de una capa híbrida. ⁽²¹⁾

Se basan en el 4-meta y el acondicionamiento dentinario con ácido ortofosfórico, aunque al inicio se utilizaba ácido cítrico al 10% y ácido maleico al 10%. La humedad de la superficie de la dentina facilita la infiltración a la dentina superficial descalcificada por los preparadores de estos sistemas. El acondicionamiento con ácido desmineraliza parcialmente la capa superficial de la dentina, dejando una superficie fibrilar alterada y rica en colágena. El agua de la superficie húmeda de la dentina ayuda a suspender las fibrillas de colágeno, dejando espacio para la posterior penetración del primer. ⁽²⁰⁾

Además de la adhesión a esmalte y dentina, se asegura que sirven para adherir aleaciones coladas, amalgama y porcelana. Estos tienen una fuerza adhesiva que oscila entre los 17-24 MPa. ⁽²¹⁾

2.2.5.5. Quinta generación.

Esta generación surge en los años 90 casi con la misma efectividad de los adhesivos de cuarta generación ante la necesidad de simplificar la labor y praxis odontológica reduciendo el número de pasos de la técnica de aplicación. ⁽¹⁷⁾

Casi todos los adhesivos de esta generación incorporan fluoruro que evita la recidiva de caries. ⁽²¹⁾

Sus características son que presentan buen éxito clínico por disminución de pasos clínicos, generan una compleja combinación de retención micromecánica y presentan valores de adhesión entre 20 a 30 MPa. ⁽²¹⁾

2.2.5.6. Sexta generación.

Su principal característica es la presentación ya que en esta generación los componentes de los sistemas adhesivos fueron unidos en un solo compuesto, esta unión se da en el momento de aplicación ya que deben de ser mezclados antes de su uso. En estos sistemas adhesivos se necesitan dos pasos y dos capas, la primera funge como acondicionamiento y la segunda como adhesivo. En estos sistemas no se requiere el uso de ácido ortofosfórico para el acondicionamiento dentinario por lo que no es necesario el lavado, el primer es autograbador ya que en su composición tiene un ácido débil como el ácido poliacrílico al 10%.⁽¹⁷⁾

Su resistencia en esmalte es de 7-28 MPa y en dentina 16-35 MPa. ⁽²²⁾

2.2.5.7. Séptima generación. ⁽²²⁾

Esta generación se familiarizó bajo el acrónimo de “todo en uno” ingresando al mercado odontológico en el año 2002. La diferencia que existe entre los adhesivos de séptima generación y los adhesivos de sexta generación es que en los adhesivos de séptima generación no es necesario realizar una mezcla de componentes, si no que estos ya se encuentran mezclados. Esos se colocan directamente sobre la cavidad preparada y seca. La acidez de este producto produce la disolución del barrillo dentinario, la descalcificación de la capa más superficial de la dentina y la imprimación de las fibras de colágeno; finalmente los monómeros resinosos presentes producen la impregnación o infiltración de la resina todo en un paso .La técnica ha sido simplificada al máximo permitiendo mantener en una solución los componentes de monómeros ácidos, hidrofílicos, solventes orgánicos y agua, indispensables para la activación del proceso de desmineralización de la dentina y el funcionamiento del sistema. Los solventes como acetona o alcohol son mantenidos en la solución, pero al ser dispensados se inicia la evaporación de los solventes, la cual dispara la reacción de la fase de separación, la formación de múltiples gotas de agua y la inhibición por el oxígeno.

2.2.6. Sistema adhesivo Adper™ Single Bond 2 (3M ESPE).

Antecedentes.

Los modernos adhesivos empleados en la unión de materiales restauradores a la estructura dental engloban un catálogo de estrategias. Actualmente, una estrategia muy popular en odontología adhesiva implica el grabado total y el uso de adhesivos de un solo componente (también conocidos como adhesivos de quinta generación). El adhesivo Single Bond original se introdujo al mercado en 1997, ofreciéndole a la comunidad odontológica el mismo desempeño de un sistema de varios componentes (dos botellas o más) en un sistema de adhesión de una sola botella, de fácil uso y que ahorra tiempo. ⁽²³⁾

El Adhesivo Adper™ Single Bond 2, cuya fórmula se basa en el clínicamente comprobado Adhesivo Adper™ Single Bond, es un agente adhesivo dental de grabado total, activado por luz visible que incorpora un relleno de sílica de 5 nm de diámetro que representa un 10% de su peso. ⁽²³⁾

Composición.

Con excepción del nanorelleno de sílice, el adhesivo Adper™ Single Bond 2 contiene los mismos componentes que el adhesivo original Adper™ Single Bond: BisGMA, HEMA, dimetacrilatos, etanol, agua, un novedoso sistema fotoiniciador y un copolímero funcional de metacrilato de ácido poliacrílico y ácido politacónico que se introdujo por primera vez con Vitrebond™ Ionómero de Vidrio para Base /Forro Cavitario y que también se utiliza en Adper™ Scotchbond™ Adhesivo Multipropósito, RelyX™ Luting Cemento Definitivo y el ionómero Vitremer™

Restaurador/ Reconstructor de Muñones. Se ha demostrado que la incorporación de ácido polialquenoico en el primer (acondicionador) del sistema Adper™ Scotchbond™ Multipropósito ayuda a la resistencia contra el efecto deteriorante de la humedad en un ambiente con una elevada humedad relativa (Fundingsland y Cols. 1992). El sistema fotoiniciador patentado permite una fotopolimerización rápida en tan sólo 10 segundos. ⁽²³⁾

Grabador de Ácido Fosfórico 3M ESPE Scotchbond™.

Antes de aplicar el adhesivo Adper™ Single Bond 2, el esmalte y la dentina necesitan grabarse por separado con ácido fosfórico. El grabador de ácido fosfórico Scotchbond desmineraliza la superficie del esmalte y la dentina a fin de prepararlos para la adhesión. El grabador contiene 35% de ácido fosfórico. El uso de un grabador ácido en las superficies del esmalte y de la dentina es muy importante. El grabador de ácido fosfórico tiene un pH de aproximadamente 0.6. El gel grabador de ácido fosfórico se espesa con sílice pirógena y un surfactante soluble al agua para lograr una consistencia altamente viscosa. El surfactante permite que el grabador se pueda enjuagar con mayor facilidad. ⁽²³⁾

Indicaciones de uso. ⁽²³⁾

El Adhesivo 3M™ ESPE™ Adper™ Single Bond 2 está indicado para los siguientes tipos de restauraciones.

- Restauraciones directas de resina/compómeros fotopolimerizables.
- Desensibilización de superficies radiculares.
- Reparaciones de porcelana/resina.
- Carillas de porcelana (cuando se utiliza en combinación con el Cemento para Carillas RelyX™ Veneer).
- Adhesión de puentes y coronas, restauraciones inlay/onlay, adhesión de amalgama (cuando se utiliza en combinación con el cemento adhesivo de resina RelyX™ ARC).

Mecanismo de Adhesión.

Hoy en día, los adhesivos dentales dependen de la formación de una unión micromecánica para lograr la adhesión al esmalte y a la dentina. Con los adhesivos de grabado total, la fase mineral del esmalte y la dentina (hidroxiapatita) se desmineralizan superficialmente por la exposición a un agente ácido durante un paso independiente, previo a la aplicación del adhesivo. El ácido fosfórico en gel normalmente es empleado para este proceso con una concentración de aproximadamente 35%. En el esmalte, el grabado ácido aumenta significativamente el área de la superficie disponible para la adhesión. Las resinas polimerizables de baja viscosidad penetran en las porosidades expuestas por el procedimiento de

grabado ácido formando una unión mecánica entrecruzada después de polimerizadas. ⁽²³⁾

Al realizar la adhesión a dentina se presenta un proceso similar que implica la disolución de la fase mineral y la formación de una capa de unión entrelazada. Un grabado ácido de 15 segundos en la dentina disuelve completamente la capa de lodo dentinario y elimina la fase mineral a una profundidad de aproximadamente 5 micras. Después de enjuagar el agente grabador, en la superficie se presenta una fase colágena o proteica que es resistente a la disolución con ácidos. La penetración del adhesivo en esta fase colágena y su consecuente polimerización forma una capa entrelazante; a esta capa se le conoce comúnmente como la “capa híbrida”. ⁽²³⁾

Instrucciones para la adhesión de resina compuesta y amalgama cristalizada:⁽²³⁾

1. Aislamiento: El dique de hule es el método preferido de aislamiento.
2. Cree retenciones en el material existente: Cree retenciones en la superficie de la amalgama o resina existente con una fresa de carburo, una fresa de diamante o mediante arenado.
3. Grabado: Aplique ácido grabador Scotchbond al esmalte, dentina y al material restaurador existente. Espere 15 segundos. Enjuague durante 10 segundos. Absorba el exceso de agua con una torunda de algodón o una mini esponja. La superficie debe verse brillante y sin acumulación de agua.
4. Adhesivo: Inmediatamente después de absorber el exceso de humedad, aplique de 2 a 3 capas consecutivas de adhesivo a la dentina, esmalte y material de restauración existente previamente grabados, frotando suavemente durante 15 segundos el aplicador completamente saturado contra las superficies dentales. Adelgace el adhesivo aplicando un chorro de aire suave durante cinco segundos para evaporar los solventes. Fotopolimerice por 10 segundos.
5. Enmascaramiento: En el caso de la adhesión a amalgama cristalizada, utilice un pincel para opacar la superficie metálica con una capa delgada (0.25 -0.5mm) de 3M ESPE Masking Agent, fabricado por 3M ESPE, en el tono apropiado. Fotopolimerice cada capa durante 20 segundos.
6. Colocación de la restauración: Para la colocación, polimerizado y terminado del material de restauración consulte las instrucciones del fabricante.

2.2.7. Sistema adhesivo Futurabond NR® (VOCO).

Futurabond al ser un sistema adhesivo de sexta generación es un sistema unipaso sin la necesidad de un grabado ácido previo. ⁽²⁴⁾

En el proceso de grabado, los iones de calcio se desprenden debido al grabado (mediante la neutralización de los iones de hidróxido y pierden su equilibrio químico al formar complejos con los iones de fosfato, como resultado la estructura cristalina de la hidroxiapatita se disuelve capa por capa, si bien el grabado ácido sobre esmalte no presenta problemas en cuanto al tiempo, sobre la dentina puede producirse rápidamente un sobre grabado. ⁽²⁴⁾

Si el agente de grabado permanece en contacto con la dentina demasiado tiempo, las fibras colágenas de la superficie de la dentina pueden llegar a colapsar fácilmente, si se seca la dentina en exceso tras el proceso de enjuagado también se puede producir el colapso de la fibras colágenas. Las fibras de colágeno desprendidas forman una capa de barrillo sobre la superficie e impiden la buena humectación de la dentina, así como la penetración de los túbulos dentinarios. ⁽²⁴⁾

El grabado y sobre secado de los adhesivos de grabado total son las causas más frecuentes de una adhesión deficiente, así como de sensibilidad postoperatoria. ⁽²⁴⁾

Con los adhesivos de autograbado se excluye la posibilidad de un sobre grabado. A diferencia de lo que ocurre en el procedimiento de grabado total, el ácido no está presente en exceso. ⁽²⁴⁾

Los grupos ácidos forman parte de los monómeros adhesivos y el grabado ácido se detiene automáticamente debido a la neutralización con la hidroxiapatita básica. Estos monómeros adhesivos multifuncionales no poseen una estabilidad al ácido ilimitada, pero al mismo tiempo un adhesivo de autograbado debe de ser capaz de crear sobre el esmalte un patrón de grabado lo suficientemente retentivo, ⁽²⁴⁾

En Futurabond NR los monómeros adhesivos se almacenan por separado. De esta manera se garantiza la estabilidad de almacenamiento, incluso a temperatura ambiente, al mismo tiempo que se obtiene un valor de pH menor a 2, capaz de crear un patrón de grabado retentivo sobre el esmalte. ⁽²⁴⁾

La penetración en el barrillo dentinario o en las fibras colágenas expuestas tampoco es problemática en los adhesivos de autograbado. Las fibras expuestas son empapadas forzosamente, pues el propio adhesivo de autograbado expone las fibras. No es necesario eliminar el barrillo dentinario, dado que es transformado, es decir disuelto químicamente e integrado en la capa adhesiva. ⁽²⁴⁾

En un estudio de Futurabond NR: Adhesión al cillazamiento sobre esmalte humano después del grabado ácido no se observaron diferencias significativas con respecto al grupo de control, únicamente Futurabond NR alcanzó valores comparables sin proceso de grabado adicional. El grabado adicional del esmalte incrementa significativamente la resistencia al cillazamiento en todos los sistemas utilizados, y por tanto se recomienda para cavidades delimitadas exclusivamente por esmalte en la aplicación clínica. ⁽²⁴⁾

2.2.8. Sistema adhesivo GLUMA Self Etch® (Heraeus Kulzer).

El fabricante menciona que GLUMA Self Etch: es un adhesivo de séptima generación, es decir un adhesivo de autograbado, ya que graba, acondiciona, adhiere y desensibiliza en un solo paso. ⁽²⁵⁾

También comenta que diversos estudios científicos demuestran los excelentes resultados obtenidos de la amplia experiencia de Heraeus Kulzer en el campo de los adhesivos y las propiedades de GLUMA Self Etch: gran fuerza de unión, mejora de la calidad marginal y total reducción de la hipersensibilidad postoperatoria. ⁽²⁵⁾

GLUMA Self Etch está indicado para:

- Adhesión de restauraciones directas de resina compuesta. ⁽²⁵⁾
- Adhesión de restauraciones indirectas en combinación con cementos de fijación fotopolimerizable. ⁽²⁵⁾
- Tratamiento de áreas dentales hipersensibles. ⁽²⁵⁾
- Adhesivo ortodóncico. ⁽²⁶⁾

GLUMA Self Etch se aplica en una única capa. La superficie brillante indica una fusión óptima del adhesivo y la superficie del diente, esta se alcanza fácilmente mediante el secado al aire. ⁽²⁵⁾

Según R. Frankenberger la resistencia a la microtracción es mayor en GLUMA Self Etch en comparación con otros adhesivos de séptima generación, no así en comparación con sistemas de 4ta generación como Syntac Total Etch o Clearfil SE Bond. Estos resultados se obtuvieron tras un estudio en cavidades clase I después de 24 horas de almacenamiento en agua. ⁽²⁵⁾

Según H. Lu la resistencia al cillazamiento sobre superficie dentinaria después de 1000 termociclos es mayor en GLUMA Self Etch que en otros sistemas adhesivos de séptima generación y adhesivos de cuarta generación. ⁽²⁵⁾7

Según Andreas Hellak la resistencia al cillazamiento en amalgama es de 9.8 MPa siendo mayor que Scotchbond (6.71 MPa) y transbond Xt primer (6.62 MPa). ⁽²⁶⁾

Según Enas H Mobarak los adhesivos de séptima generación (GLUMA) causan menor sensibilidad postopertoria que los de quinta generación (Adper™ Single Bond 2). ⁽²⁷⁾

2.3 Amalgamas adhesivas.

Cuando se utilizan materiales adhesivos para lograr la unión de la amalgama a la estructura dentaria, la restauración se denomina amalgama con adhesivo. ⁽⁸⁾

El uso de los adhesivos modernos debajo de las restauraciones de amalgama produce un sellado inmediato entre el órgano dentario y la restauración. La adhesión entre la amalgama y el adhesivo es principalmente de carácter mecánica y está formada por la interdigitación del adhesivo con la amalgama. ⁽³²⁾

En una amalgama adhesiva no existe la necesidad de eliminar tejido sano para lograr retención mecánica. ⁽²⁹⁾

Las obturaciones de amalgama adherida por medio de resina adhesiva se han presentado en los últimos tiempos como una opción restauradora válida y económica frente a otras alternativas más costosas y frecuentemente menos conservadoras. ⁽³⁶⁾

Estrictamente la amalgama adherida presenta dos interfaces diferentes, la interfase resina-tejidos dentarios y la interfase amalgama-resina. ⁽²⁸⁾

La aplicación de sistemas adhesivos dentinarios se ha recomendado para disminuir la inevitable filtración marginal en las restauraciones de amalgama. ⁽³²⁾

Esta técnica ha tenido una aceptación mayor en los últimos años, después de que algunos estudios han demostrado una reducción considerable o la prevención de micro filtración en comparación con restauraciones donde se empleó barniz de copal, además de que también se ha visto que se mejora la integridad marginal de las restauraciones. ⁽²⁹⁾

Es bien sabido que los sistemas adhesivos actuales no han desarrollado un sellado total de su interface y que siguen estando presentes la pigmentación marginal, la recurrencia de lesiones cariosas nuevas, y la sensibilidad postoperatoria como las más frecuentes consecuencias de que exista penetración de fluidos orales y de bacterias en la interfase dentina-resina. ⁽³²⁾

Una ventaja adicional que se ha visto al utilizar sistemas adhesivos dentinarios es el reforzamiento de paredes débiles en restauraciones que de otra forma requerirían otro tipo de restauración o de tener que destruir más estructura dental para mejorar los principios de retención y de resistencia a la restauración. Además se fortalecen los márgenes de las restauraciones de amalgama, haciendo del ángulo cavo superficial una zona más resistente a la desmineralización por el ataque de ácidos. ⁽³²⁾

El uso de forros cavitarios con adhesivos dentinarios provee de beneficios en primera parte reduce la filtración marginal de manera más efectiva que con el uso de barnices tradicionales. ⁽³²⁾

Los dientes restaurados con amalgamas adhesivas pueden ser más resistentes a fractura en comparación con dientes restaurados con técnicas convencionales. ⁽³⁰⁾

Y como último el uso de amalgamas adhesivas clínicamente ha demostrado la reducción de sensibilidad postoperatoria. ⁽³¹⁾

Desventajas:

- Aumenta el tiempo total de la elaboración de la restauración.
- Aumenta el costo de la restauración por los adhesivos utilizados y por el tiempo empleado.
- Requiere aislamiento con dique de hule para que la adhesión sea efectiva.
- Los resultados varían según los productos empleados.
- Se desconoce la eficacia de la técnica a largo plazo. ⁽⁸⁾

En 2004 Maximiliano Sergio Cenci de la Federal University of Pelotas, School of Dentistry, Pelotas, RS, Brazil concluye que:

- Vitrebond elimina la microfiltración,
- El uso de adhesivos dentinarios disminuye la microfiltración. ⁽³³⁾

En 2010 Mónica Pop de la University of Medicine and Pharmacy Tg.Mureş concluye en su estudio en el que usó 3 diferentes sistemas adhesivos, que la microfiltración no es eliminada en su totalidad pero si es reducida en comparación en aquellos dientes a los que se le colocó barniz de copal antes de ser obturados con amalgama.

⁽³⁴⁾

En 2015 Vanishree H.S y colaboradores concluyen que en base a los resultados obtenidos en su estudio: la microfiltración que existe en una técnica de “amalgamas adhesivas” es menor aunque estadísticamente no tuvo significancia. Mientras que las amalgamas colocadas con técnica convencional obtuvieron mejor resistencia a la fractura que de igual manera no tuvo diferencia estadísticamente significativa. ⁽³⁵⁾

3. Planteamiento del problema.

La amalgama dental ha sido utilizada como material de obturación desde 1861 debido a sus propiedades físicas, costo, tiempo de vida, biocompatibilidad, insolubilidad en los líquidos bucales, fácil manipulación y único material autosellable. Sin embargo este material no presenta adhesión química a la estructura dentaria, por lo que su retención se deriva de aspectos mecánicos y en ocasiones obliga al profesional de la salud a debilitar la estructura dentaria. Al mismo tiempo al no existir adhesión química existe una interfase entre restauración y estructura dentaria y consecuente a esto se presenta microfiltración que derivará en sensibilidad postoperatoria, percolación de microorganismos y caries secundaria.

Por lo anterior nos planteamos el siguiente cuestionamiento.

¿Existe diferencia en el grado de microfiltración marginal al ser aplicados diferentes sistemas adhesivos en paredes de una preparación cavitaria que será obturada con amalgama?

4. Justificación.

El beneficio que los pacientes y la comunidad obtienen de las actividades médicas se basa en el progreso de las ciencias de la salud que se fundamenta en la investigación. Participar en las investigaciones es una obligación moral del personal, fuente de su propio desarrollo.

Al aplicar sistemas adhesivos a las paredes y piso de una preparación cavitaria que posteriormente será obturada con amalgama se puede disminuir la microfiltración.

Con la siguiente investigación se pretende conocer que generación de sistemas adhesivos (adhesivos de 5^a, 6^a y 7^a generación) es en la que se obtienen menores valores de microfiltración en una técnica de “amalgamas adhesivas” para así informar a los odontólogos sobre esta alternativa que será opción dentro de un plan de tratamiento.

5. Objetivos.

5.1. General

- Determinar los niveles de microfiltración de tres sistemas adhesivos adheridos a preparaciones cavitarias obturadas con amalgama.

5.2. Específicos.

- Valorar la microfiltración en la obturación en dientes humanos con preparaciones cavitarias clase II y restauradas con amalgama de fase dispersa (Dispersalloy® 2 spill de la casa Dentsply)
- Valorar la microfiltración en la obturación en dientes humanos con preparaciones cavitarias clase II restauradas con amalgama de fase dispersa (Dispersalloy® 2 spill de la casa Dentsply) con colocación previa del sistema Adper™ Single Bond 2 (3M ESPE) 5ª generación en paredes de la preparación cavitaria.
- Valorar la microfiltración en la obturación en dientes humanos con preparaciones cavitarias clase II restauradas con amalgama de fase dispersa (Dispersalloy® 2 spill de la casa Dentsply) con colocación previa del sistema Futurabond NR® (VOCO) 6ª generación en paredes de la preparación cavitaria.

- Valorar la microfiltración en la obturación en dientes humanos con preparaciones cavitarias clase II y restauradas con amalgama de fase dispersa (Dispersalloy® 2 spill de la casa Dentsply) con colocación previa del sistema GLUMA® Self Etch (Heraeus Kulzer) 7ª generación en paredes de la preparación cavitaria.

6. Hipótesis de trabajo.

Los sistemas adhesivos Adper™ Single Bond 2 (3M ESPE) y GLUMA® Self Etch (Heraeus Kulzer) al ser aplicados en paredes de preparaciones cavitarias clase II de Black mostrarán disminución del porcentaje de microfiltración en comparación con las obturaciones a las cuales se les colocará en paredes el sistema adhesivo Futurabond NR® (VOCO).

6.1. Hipótesis nula.

Los sistemas adhesivos Adper™ Single Bond 2 (3M ESPE) y GLUMA® Self Etch (Heraeus Kulzer) al ser aplicados en paredes de preparaciones cavitarias clase II de Black no mostraran disminución del porcentaje de microfiltración en comparación con las obturaciones a las cuales se les colocará en paredes el sistema adhesivo Futurabond NR® (VOCO).

6.2. Hipótesis alterna.

No existirá diferencia estadísticamente significativa en el porcentaje de microfiltración de dientes obturados con amalgama en técnica convencional y dientes obturados con “amalgama adhesiva”.

7. Metodología.

7.1. Tipo de estudio.

- Experimental, prospectivo y transversal.

7.2. Universo de trabajo y muestra.

Para este estudio se seleccionaron 30 dientes humanos posteriores (molares y premolares) en donde se realizaron dos preparaciones cavitarias clase II de Black por cada diente. (ilustración 1).

En total 60 preparaciones cavitarias divididas aleatoriamente en:

- 30 preparaciones cavitarias que se restauraron con amalgama de fase dispersa (Dispersalloy® 2 spill de la casa Denstply).
- 10 preparaciones cavitarias que se restauraron con amalgama de fase dispersa (Dispersalloy® 2 spill de la casa Denstply) con previa colocación de sistema adhesivo GLUMA® Self Etch (Heraeus Kulzer) en paredes de la preparación.
- 10 preparaciones cavitarias que se restauraron con amalgama de fase dispersa (Dispersalloy® 2 spill de la casa Denstply) con previa colocación de sistema adhesivo Adper™ Single Bond 2 (3M ESPE) en paredes de la preparación.
- 10 preparaciones cavitarias que se restauraron con amalgama de fase dispersa (Dispersalloy® 2 spill de la casa Denstply) con previa colocación de sistema adhesivo Futurabond NR® (VOCO) en paredes de la preparación.

*cada grupo se comparó con un grupo control



Ilustración 1. Fotografía de los 30 dientes pintados con barniz de uñas para conocer el grupo control.

7.3. Criterios de inclusión.

- Molares y premolares hidratados con no más de 3 meses de extracción.
- Molares y premolares libres de fracturas y defectos estructurales.
- Molares y premolares sin presencia de caries.

7.4. Criterios de exclusión.

- Todos aquellos órganos dentarios que no cumplan con los criterios de inclusión.

7.5. Variables independientes.

- Dosificación de amalgama.
- Dosificación de sistemas adhesivos.
- Tiempo de polimerización.
- Tiempo de grabado ácido.
- Enjuague de grabado ácido.
- Deseccación de dentina.
- Técnica de obturación de la amalgama.
- Espesor de sistema adhesivo.
- Fresas utilizadas para elaboración de preparación cavitaria.
- Tiempo de inmersión en solución pigmentante.

7.6. Variables dependientes.

- Expansión de amalgama.
- Contracción del sistema adhesivo.
- Microfiltración.

7.7. Material.

- Sistema adhesivo GLUMA® Self Etch (Heraeus Kulzer).
- Sistema adhesivo Adper™ Single Bond 2 (3M ESPE).
- Sistema adhesivo Futurabond NR® (VOCO).
- Lentes de protección.
- Amalgama Dispersalloy® 2 spill (Dentply).
- Fresa de diamante del #3 (S.S White).
- Fresa de carburo del #3 (S.S White).
- Fresa cilíndrica #556. (S.S White)
- Ácido fosfórico al 35%. (Scotchbond 3M ESPE)
- Microbrush.
- Guantes.
- Cubre bocas.
- Campo de trabajo.
- Tinción de azul de metileno al 2%.
- Barniz de uñas (4 colores diferentes).
- Acrílico autopolimerizable.
- Porta amalgama (Hu-Friedy).
- Hollenback (Hu-Friedy).
- Mortonson de puntas de 2mm (Hu-Friedy).
- Bruñidor (Hu-Friedy).
- Matriz.
- Portamatriz.

7.8. Equipo.

- Termociclador.
- Cortadora con disco de diamante.
- Microscopio estereoscópico con lentes Letiz.
- Cronómetro.
- Pieza de alta velocidad (NSK).
- Paralelizador.
- Amalgamador Silamat. (Ivoclar Vivadent). (ilustración 2)
- Lámpara Bluephase C8 (Ivoclar Vivadent). (ilustración 3)



Ilustración 2. Fotografía de lámpara Bluephase C8 (Ivoclar Vivadent) utilizada.



Ilustración 3. Fotografía de amalgamador Silamat (Ivoclar Vivadent).

8. Método.

8.1. Recolección.

La recolección de los dientes se realizó con ayuda del Departamento de Cirugía Oral y Maxilofacial, Facultad de Odontología y DEPel. Una vez recolectados los órganos dentarios, se verificó que estos se encontraran dentro de los criterios de inclusión, haciendo una revisión exhaustiva de que estos no presentaran fracturas o alguna alteración estructural en corona.

8.2. Realización de preparaciones cavitarias.

En los molares y premolares se realizaron dos preparaciones cavitarias clase II compuesta (una cavidad mesio-oclusal y una disto-oclusal) de Black (ilustración 4) en los órganos dentarios con fresa de diamante de esfera #3 para la sección de esmalte y fresa de carburo de esfera #3 para la porción dentinaria, así como la fresa cilíndrica dentada #556 para preparar de manera adecuada paredes rectas. Las cavidades se realizaron de 3mm en sentido mesiodistal, 3mm en sentido vestíbulo lingual-palatino y de 3mm de profundidad. Se utilizaron fresas nuevas por cada 2 preparaciones cavitarias clase II.



Ilustración 4. Fotografía de cavidades clase II de Black en molar.

8.3. Obturación de preparaciones cavitarias.

El grupo control fue obturado con amalgama Dispersalloy® spill 2 (Dentsply) (ilustración 5) la cual se amalgamó en amalgamador Silamat de alta velocidad por 10 segundos. La amalgama se colocó de manera manual llevándola a la preparación cavitaria con porta amalgama, se condenso con Mortonson con puntas de 2mm, se utilizó un recortador Hollenback para retirar excesos de amalgama y un bruñidor en forma de huevo para adosar la amalgama al diente y dejar una superficie tersa. (ilustración 6)



Ilustración 5. Fotografía de amalgama Dispersalloy® 2 spill (Dentsply) utilizada para la obturación del universo de trabajo.



Ilustración 6. Fotografía de instrumental para la colocación de amalgamas en la obturación del universo de trabajo (Mortonson, bruñidor en forma de huevo, porta amalgama y recortador Hollenback)

El grupo 1 fue sometido a la aplicación del sistema adhesivo Adper™ Single Bond 2 (3M ESPE) ^(ilustración 7) en las paredes de la cavidad siguiendo los siguientes pasos dados por el fabricante:

- Se grabó esmalte y dentina con ácido fosfórico ScotchBond ^(ilustración 8) por 15 segundos.
- Se enjuagó el ácido fosfórico ScotchBond por 10 segundos.
- Se absorbió el exceso de agua con una torunda de algodón, hasta que la superficie fuera brillante y sin acumulación de agua.
- Se colocó el adhesivo aplicando dos capas consecutivas a dentina y esmalte frotando suavemente durante 15 segundos el aplicador.
- Se fotopolimerizó con lámpara Bluephase C8 con intensidad de 600 mW/cm² por un tiempo de 10 segundos.

Después de la aplicación del sistema adhesivo se obturó la preparación cavitaria con amalgama Dispersalloy® spill 2 (Dentsply) la cual se amalgamó en amalgamador Silamat de alta velocidad por 10 segundos. La amalgama se colocó de manera manual llevándola a la preparación cavitaria con porta amalgama, se condenso con Mortonson con puntas de 2mm, se utilizó un recortador Hollenback para retirar excesos de amalgama y un bruñidor en forma de huevo para adosar la amalgama al diente y dejar una superficie tersa.



Ilustración 7. Fotografía de sistema adhesivo Adper Single Bond 2 (3M ESPE).



Ilustración 8. Fotografía de ácido grabador Scotchbond (3M ESPE).

El grupo 2 fue sometido a la aplicación del sistema adhesivo Futurabond® NR (VOCO) (ilustración 9-1 y 9-2) en las paredes de la cavidad siguiendo los siguientes pasos dados por el fabricante:

- Se preparó la superficie de la preparación cavitaria eliminando el exceso de agua, manteniéndola ligeramente húmeda.
- Se llevó el contenido de la burbuja 1 de la presentación de unidosis a la burbuja 2.
- Se aplicó frotando el sistema adhesivo con un brush (incluido por el fabricante) inmediatamente después de realizada la mezcla sobre la superficie de la preparación cavitaria durante 20 segundos.
- Se eliminó el solvente del adhesivo aplicando aire indirectamente con una jeringa triple durante 5 segundos.
- Se polimerizó por 10 segundos con la lámpara Bluephase C8 antes mencionada.

Después de la aplicación del sistema adhesivo se obturó la preparación cavitaria con amalgama Dispersalloy® spill 2 (Dentsply) la cual se amalgamó en amalgamador Silamat de alta velocidad por 10 segundos. La amalgama se colocó de manera manual llevándola a la preparación cavitaria con porta amalgama, se condenso con Mortonson con puntas de 2mm, se utilizó un recortador Hollenback para retirar excesos de amalgama y un bruñidor en forma de huevo para adosar la amalgama al diente y dejar una superficie tersa.



Ilustración 9-1. Fotografía de sistema adhesivo Futurabond (presentación unidosis) (VOCO).



Ilustración 9-2. Fotografía de sistema adhesivo Futurabond NR® (presentación frasco) (VOCO).

El grupo 3 fue sometido a la aplicación del sistema adhesivo GLUMA® Self Etch (Heraeus Kulzer) (ilustración 10 y 11) en las paredes de la cavidad siguiendo los siguientes pasos dados por el fabricante:

- Se preparó la superficie de la preparación cavitaria eliminando el exceso de agua, manteniéndola ligeramente húmeda.
- Se agitó el frasco contenedor del sistema adhesivo.
- Se aplicó el sistema adhesivo sobre el esmalte y distribuyó después sobre la dentina con la ayuda de un brush y se frotó durante 20 segundos.
- Se eliminó el solvente tras la aplicación de aire por medio de una jeringa triple hasta encontrar una superficie brillante.
- Se fotopolimerizó con lámpara Bluephase C8 (Ivoclar Vivadent) antes mencionada durante 20 segundos.

Después de la aplicación del sistema adhesivo se obturó la preparación cavitaria con amalgama Dispersalloy® spill 2 (Dentsply) la cual se amalgamó en amalgamador Silamat de alta velocidad por 10 segundos. La amalgama se colocó de manera manual llevándola a la preparación cavitaria con porta amalgama, se condensó con Mortonson con puntas de 2mm, se utilizó un recortador Hollenback para retirar excesos de amalgama y un bruñidor en forma de huevo para adosar la amalgama al diente y dejar una superficie tersa.



Ilustración 10. Fotografía de sistema adhesivo GLUMA Self Etch.



Ilustración 11. Fotografía de sistema adhesivo GLUMA Self Etch (recipiente para la aplicación y microbrush dados por el fabricante).

Una vez obturados los 4 grupos de nuestro universo de trabajo se colocó barniz de uñas (ilustración 12) en la superficies radiculares para diferenciar los grupos entre ellos. El grupo control fue pintado con barniz de uñas color vino, mientras que el grupo 1 con barniz de uñas color dorado, el grupo 2 con barniz de uñas color menta y el grupo 3 con barniz de uñas color negro.



Ilustración 12 fotografía de barnices de uñas. Diferente color.

8.4. Termociclado.

Una vez diferenciados los grupos de nuestro universo de trabajo; Las muestras se introdujeron en una canastilla metálica del equipo termociclador (ilustración 13 y 14) y se termociclaron a temperaturas entre $5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ a $55\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ durante 500 ciclos.

(Ilustración 15) Cabe mencionar que la duración de un ciclo fue de 1 minuto (20 segundos a 5°C y 20 segundos a 55°C)



Ilustración 13. Fotografía de máquina de termociclado desde una vista frontal.



Ilustración 14. Fotografía de muestras iniciando los 500 ciclos en el termociclado.



Ilustración 15. Fotografía de teclado de programación de máquina de termociclado (comenzando el proceso 2 de 500 ciclos).

Concluidos los 500 ciclos se procedió a colocar 2 capas de esmalte para uñas en la porción coronaria a 1mm del límite restauración-diente, ^(ilustración 16) esto para impedir la penetración del pigmento en probables fracturas del esmalte.



Ilustración 16. Fotografías de molares una vez que se colocó barniz de uñas a 1 mm del límite restauración-diente.

8.5. Inmersión de muestras en pigmento.

Posterior al termociclado y a la colocación del barniz de uñas en la porción coronaria, las muestras se introdujeron en un recipiente para ser sometidas a la inmersión de las porciones coronarias en una solución de azul de metileno al 2% a 23°C durante 24 horas. ^(ilustración 17-1,17-2, 17-3 y 17-4)

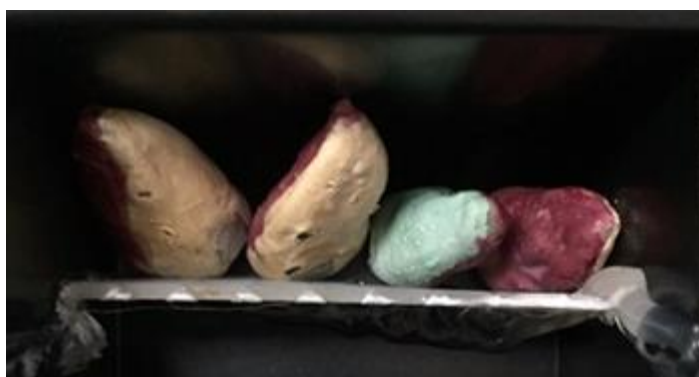


Ilustración 17-1. Fotografía de molares colocados en recipiente antes de someterse a ser inmersos en solución de azul de metileno al 2%.



Ilustración 17-2. Fotografía de molares colocados en recipiente antes de someterse a ser inmersos en solución de azul de metileno al 2%.



Ilustración 17-3. Fotografía de molares en el proceso de inmersión solución de azul de metileno al 2%.



Ilustración 17-4. Fotografía de solución de azul de metileno al 2%.

Pasadas las 24 horas los órganos dentarios se lavaron con un cepillo dental y chorro de agua para quitar el azul de metileno adherido.



Ilustración 18. Fotografía de molares y premolares después del lavado de la solución de azul de metileno.



Ilustración 19. Fotografía de molares y premolares después del lavado de azul de metileno (se muestran los 4 grupos de estudio diferenciados por la colocación de diferentes colores de barniz de uñas).

8.6. Seccionamiento de muestras.

Posterior a la tinción se montaron los órganos dentarios sobre reglas en forma horizontal y se fijaron con acrílico autopolimerizable de manera transversal (ilustración 20) para ser seccionados mesio-distalmente en una máquina de corte. (ilustración 21)

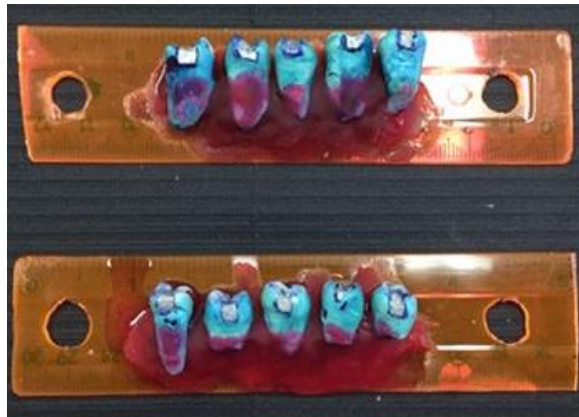


Ilustración 20. Fotografía de órganos dentarios fijados sobre reglas en forma horizontal con acrílico autopolimerizable.



Ilustración 21. Fotografía de máquina recortadora.

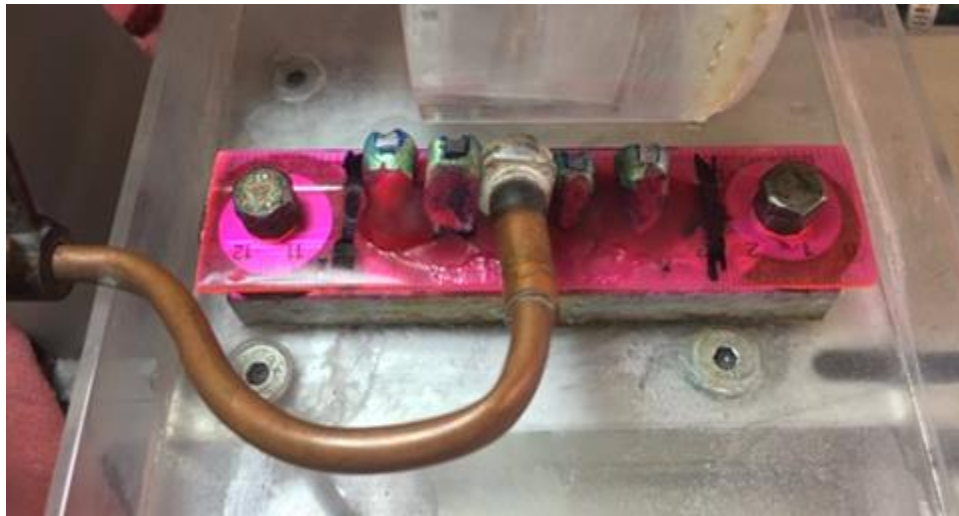


Ilustración 22. Fotografía de molares y premolares colocados sobre regla fijados conacrílico autopolimerizable colocados en máquina recortadora (vista superior).

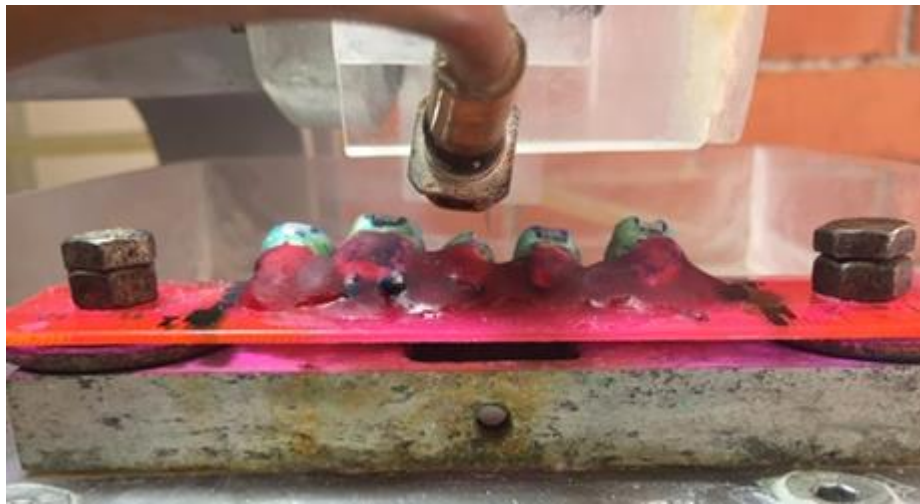


Ilustración 23. Fotografía de molares y premolares colocados sobre regla fijados conacrílico autopolimerizable colocados en máquina recortadora (vista lateral).



Ilustración 24. Fotografía de molares y premolares colocados sobre regla fijados conacrílico autopolimerizable una vez que han sido cortados.

Una vez que fueron seccionados, se retiraron de las reglas obteniendo los dientes seccionados. (ilustración 25,26 y 27)

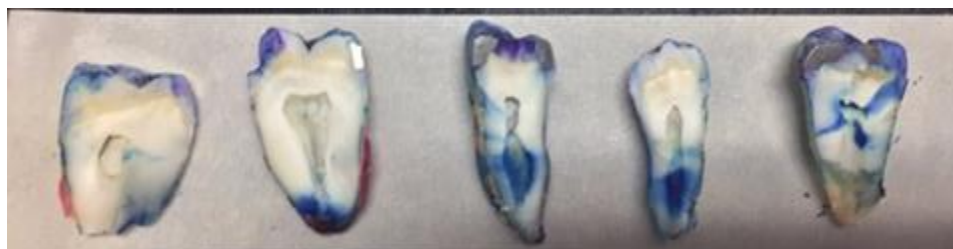


Ilustración 25. Fotografía de molares y premolares separados de la regla y seccionados (grupo Adper™ Single Bond 2).



Ilustración 26. Fotografía de molar seccionado (grupo Adper™ Single Bond 2).



Ilustración 27. Fotografía de molares seccionados. (Grupo Futurabond NR, Adper Sinlge Bond 2 y GLUMA Self Etch)

8.7. Obtención de datos.

Una vez realizados los cortes se tomó una porción de los dientes seccionados, esta fue colocada en un portamuestras y con plastilina (ilustración 28-1 y 28-2) se llevó al paralelizador (ilustración 29-1 y 29-2) para que la muestra quede en un plano horizontal y pudiéramos observar una imagen plana no afectando la distancia focal. Las muestras se midieron en un microscopio estereoscópico LOMO a 32 aumentos.



Ilustración 28-1. Fotografía de portamuestras con plastilina.

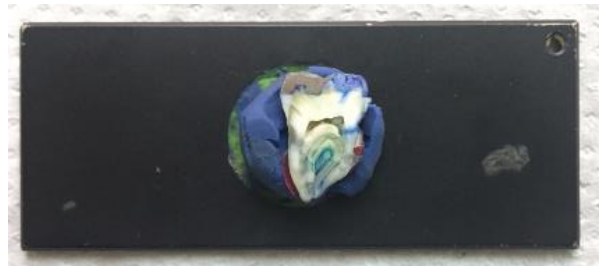


Ilustración 28-2. Fotografía de portamuestras con plastilina y molar para ser colocado en paralelizador.



Ilustración 29-1. Fotografía de paralelizador.



Ilustración 29-2. Fotografía de paralelizador.

8.8 Datos.

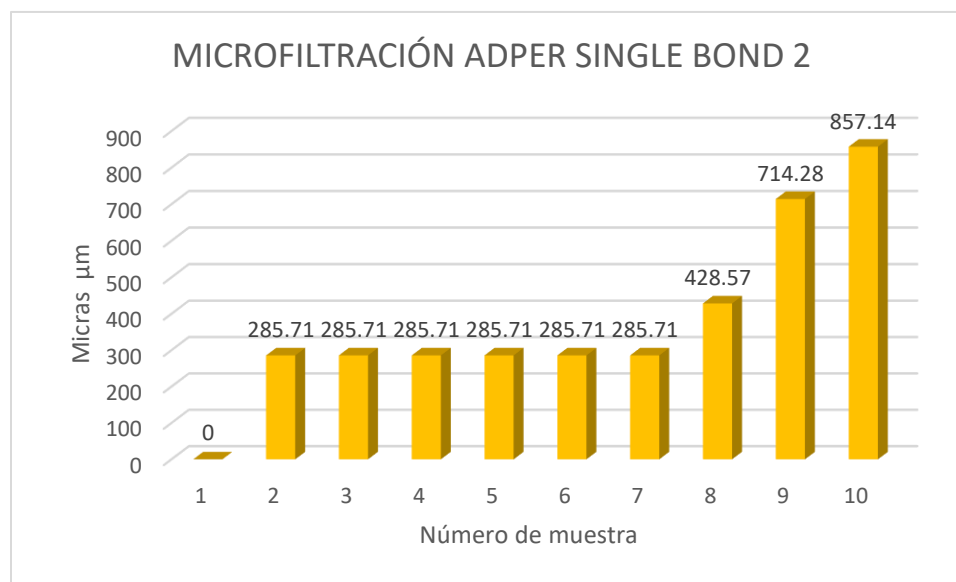
Los datos fueron registrados cuantitativamente en micras en hojas de cálculo Excel.

Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente con Análisis de Varianza (ANOVA una vía) y se compararon los grupos de estudio con post hoc (Tukey).

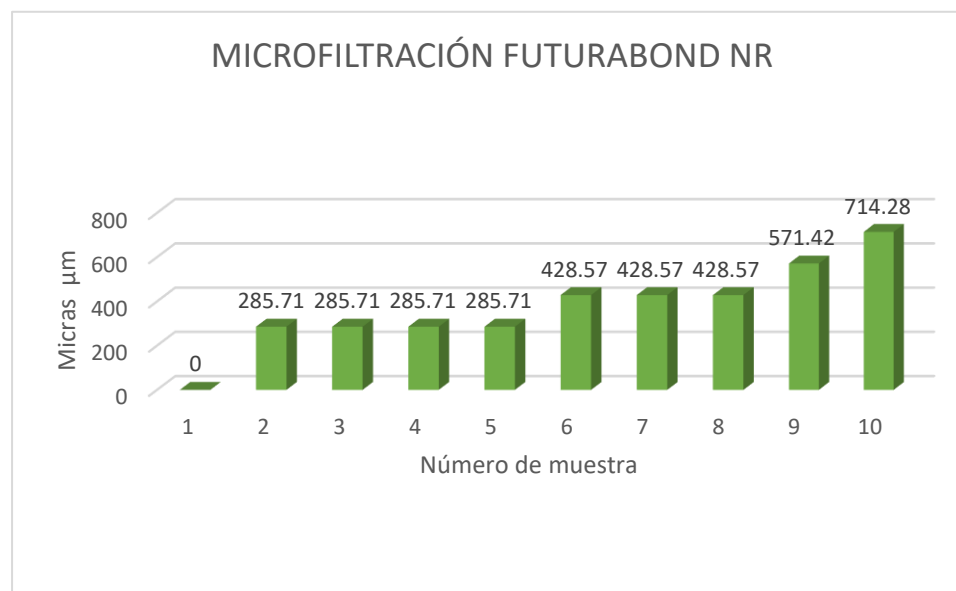
Los datos mostrados a continuación se encuentran en micras (μm).

número de muestra	ADPER SINGLE BOND 2	Grupo control	FUTURABOND NR	Grupo control	GLUMA SELF ETCH	Grupo control
1	285.71	1142.85	0	857.14	285.71	285.71
2	714.28	1142.85	285.71	857.14	285.71	1000
3	285.71	571.42	428.57	857.14	857.14	285.71
4	857.14	857.14	714.28	1000	142.85	714.28
5	285.71	571.42	571.42	428.57	571.42	1142.85
6	285.71	0	285.71	0	428.57	1000
7	285.71	1428.57	428.57	1000	285.71	428.57
8	428.57	571.42	285.71	857.14	428.57	714.28
9	0	714.28	285.71	714.28	285.71	1571.42
10	285.71	857.14	428.57	571.42	428.57	714.28

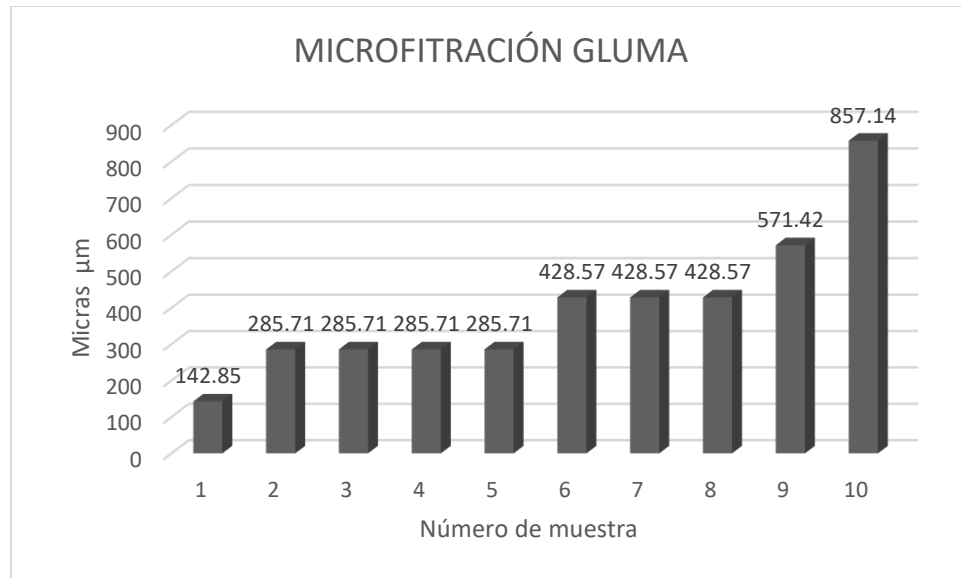
Tabla 1. Recolección de resultados de prueba de microfiltración en micras.



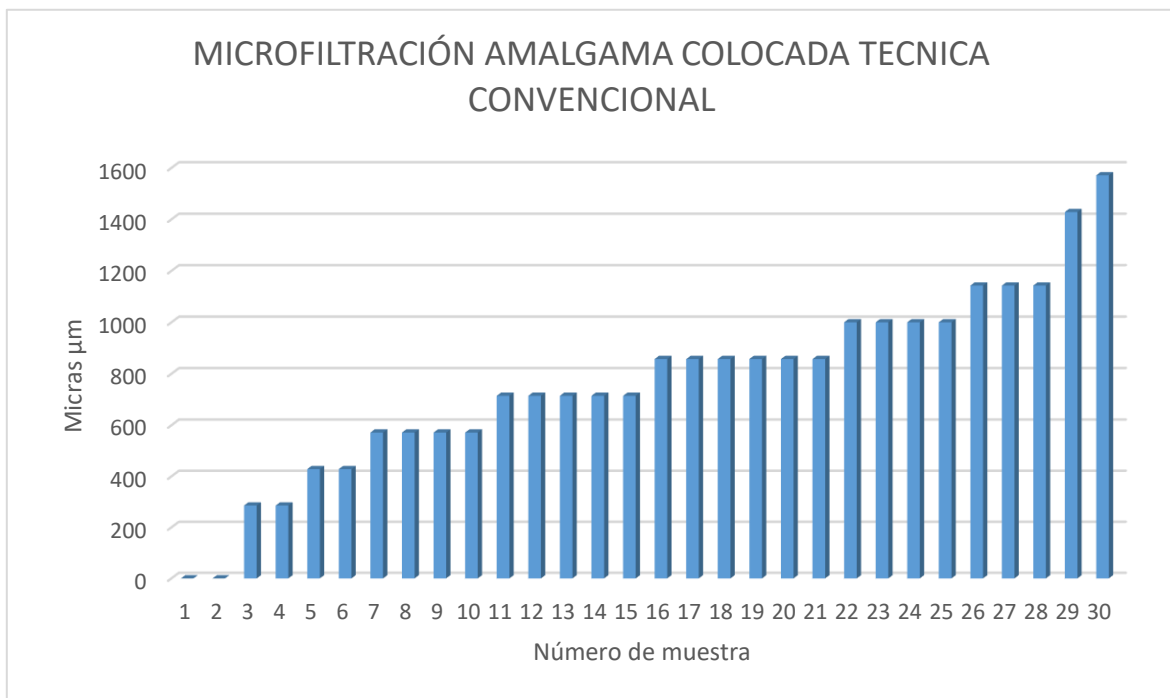
Gráfica 1. Valores registrados en orden ascendente de la microfiltración obtenida tras estudio microscópico en grupo 1 (Adper™ Single Bond 2).



Gráfica 2. Valores registrados en orden ascendente de la microfiltración obtenida tras estudio microscópico en grupo 2 (Futurabond NR).



Gráfica 3. Valores registrados en orden ascendente de la microfiltración obtenida tras estudio microscópico en grupo 3 (GLUMA Self Etch).



Gráfica 4. Valores registrados en orden ascendente de la microfiltración obtenida tras estudio microscópico en grupo control.

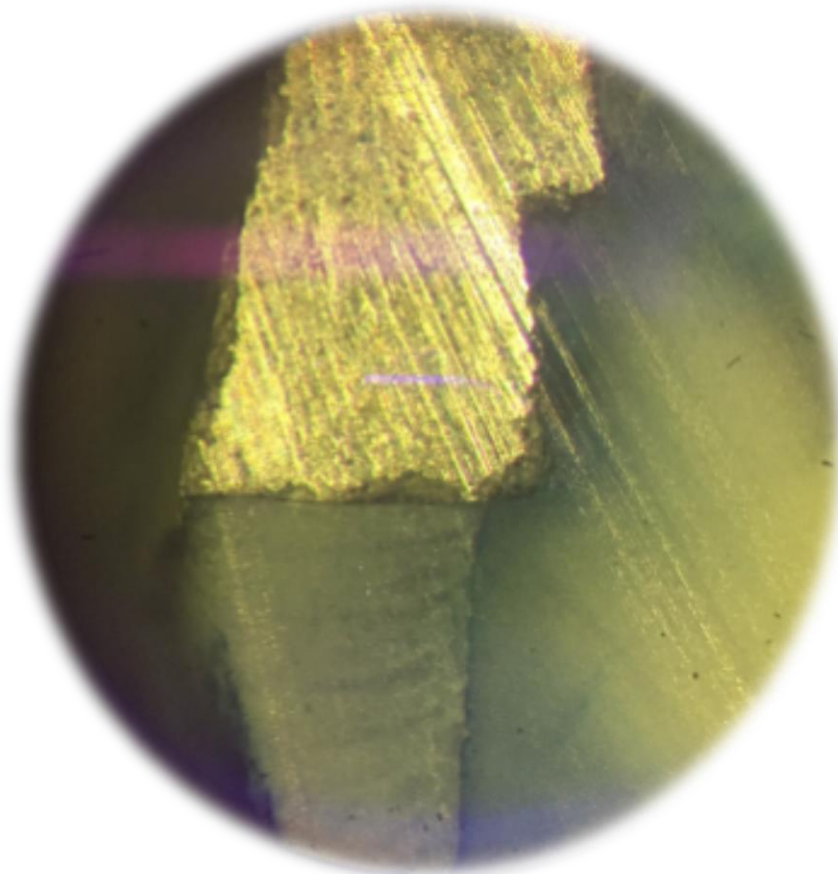


Ilustración 30. Fotografía microscópica de grupo control (obturado con técnica de amalgama convencional).

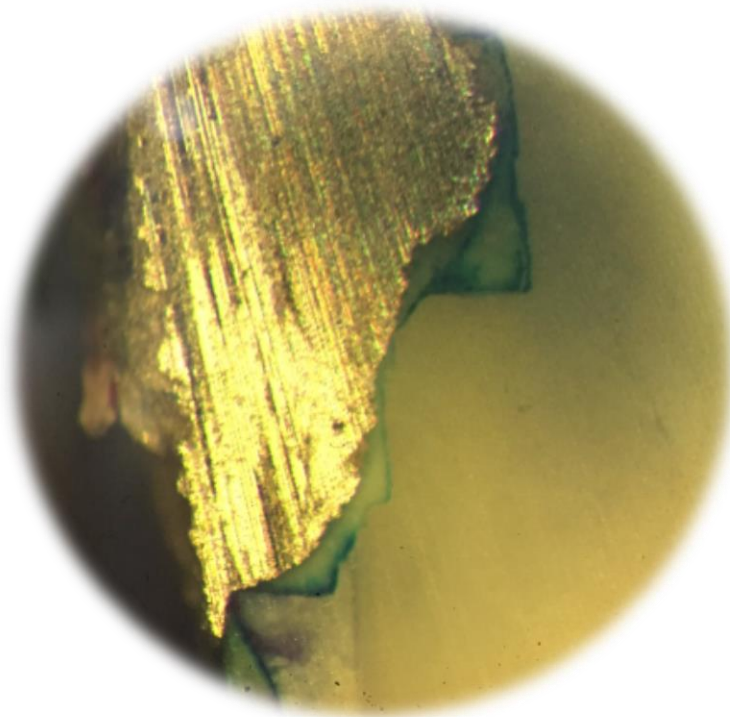


Ilustración 31. Fotografía microscópica de órgano dentario obturado grupo 1 (sistema adhesivo Adper™ Single Bond 2).

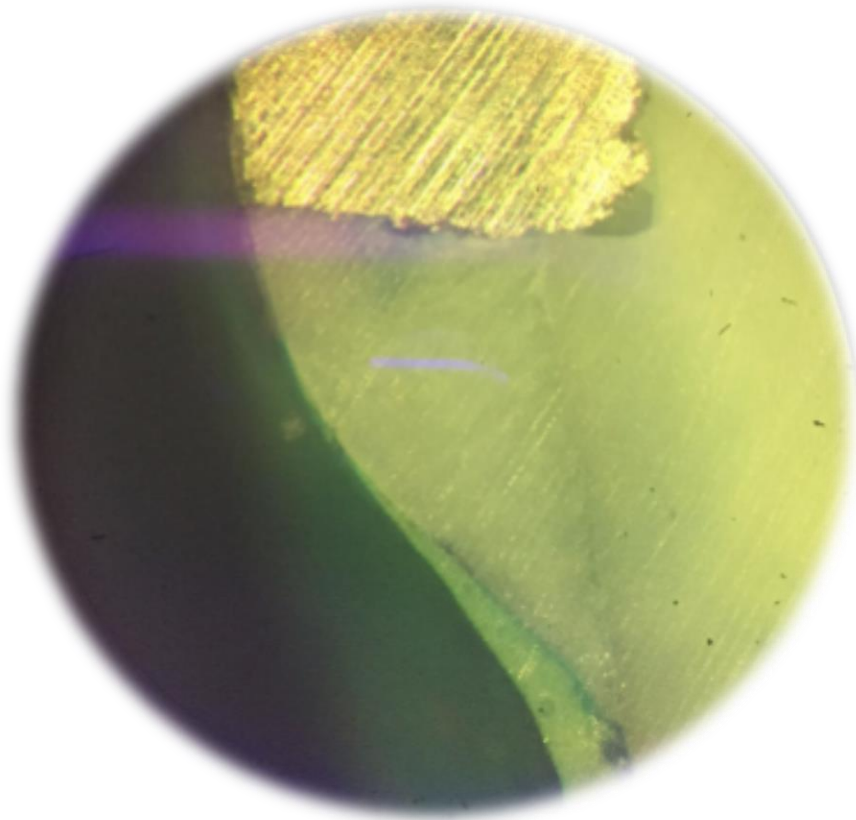


Ilustración 32. Fotografía microscópica de órgano dentario obturado grupo 2 (sistema adhesivo Futurabond NR).

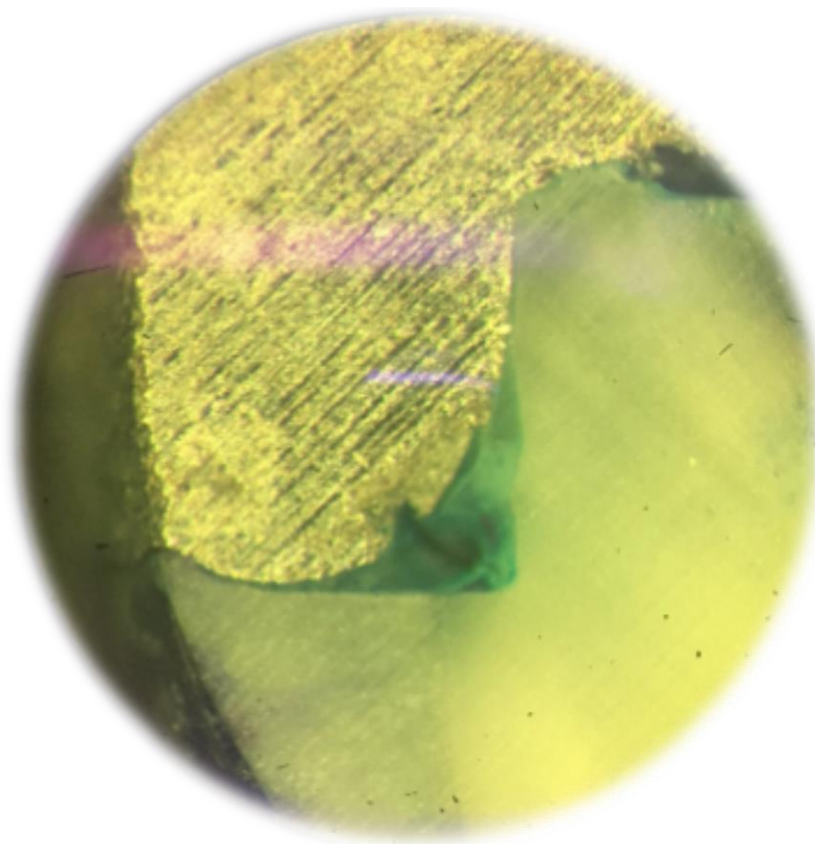


Ilustración 33. Fotografía microscópica de órgano dentario obturado grupo 3 (sistema adhesivo (GLUMA Self Etch).

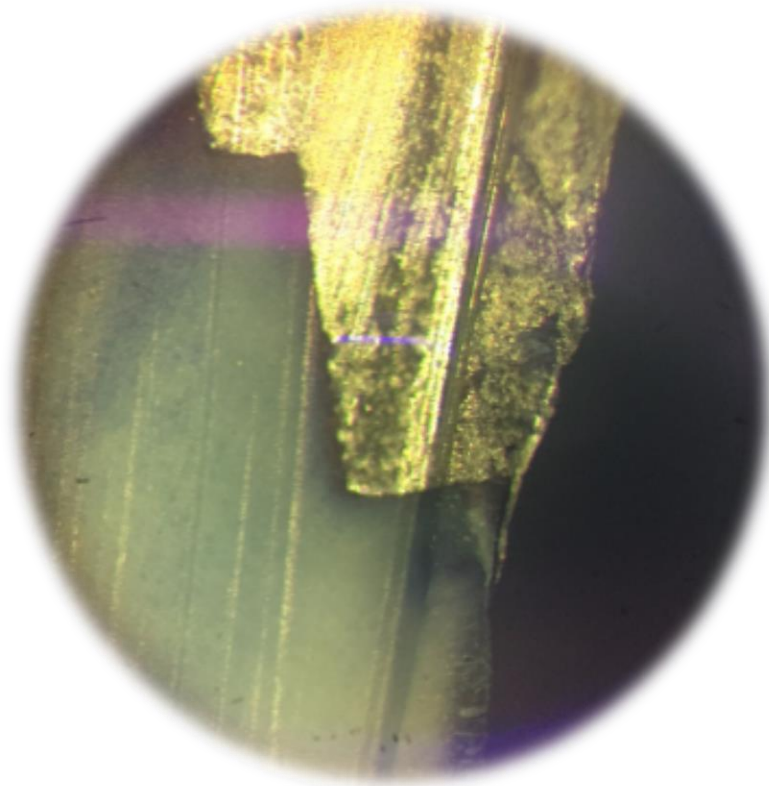


Ilustración 34. Fotografía microscópica de órgano dentario obturado grupo control. (Obturado con técnica de amalgama convencional).

9. Resultados.

(ANOVA una vía)

Fuente de datos: Dato 1 en cuaderno.

Prueba de normalidad: Failed ($P < 0.001$).

Prueba de varianza igual: Passed ($P = 0.079$).

Grupo	N	Desaparecido
Grupo 1	10	0
Grupo 2	10	0
Grupo 3	10	0
Control	30	0

Grupo	Media	Desviación estándar	SEM
Grupo 1	371.425	2.44671	77.372
Grupo 2	371.439	1.92841	60.982
Grupo 3	399.996	1.99774	63.174
Control	776.183	3.39066	61.905

Poder de la prueba realizada con $\alpha = 0.050$: 0.995

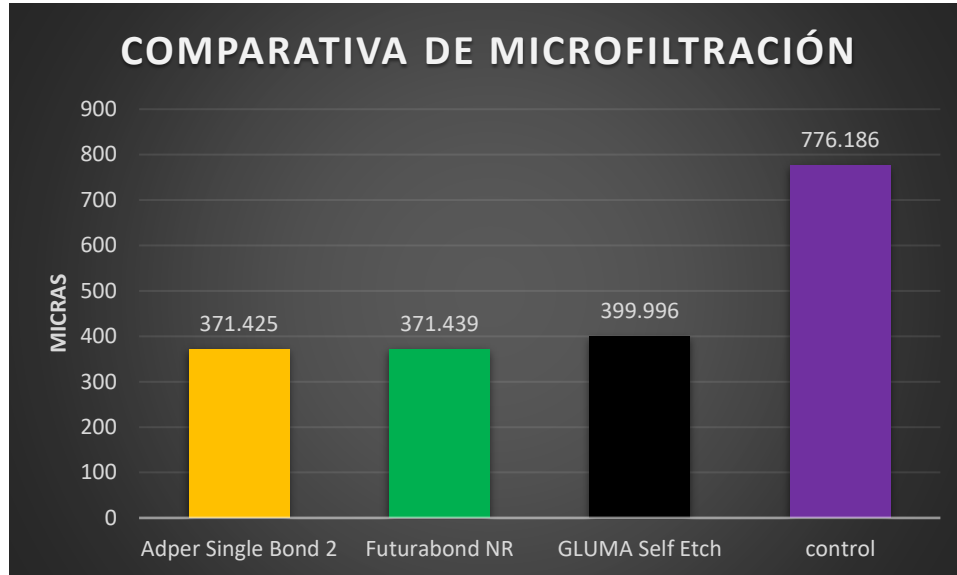
Fuente de variación.	DF	SS	MS	F	P
Entre tratamientos.	3	2348576.213	782858.738	9.600	<0.001
Residual	56	4566672.114	81547.716		
Total	59	6915248.326			

Las diferencias en los valores promedio entre los grupos tratados son mayores de lo que cabría esperar existiendo una diferencia estadísticamente significativa a ($P < 0.001$).

Todos los procedimientos de comparación múltiple por pares (**Tukey test**):

Comparación por factor.

Comparación.	Diferencia de medias.	p	Q	$P < 0.05$
Control vs grupo 2	404.761	4	5.490	Si
Control vs grupo 1	404.747	4	5.489	Si
Control vs grupo 3	376.190	4	5.102	Si
Grupo 3 vs grupo 2	28.571	4	0.316	No
Grupo 3 vs grupo 1	28.571	4	0.316	No
Grupo 1 vs grupo 2	0.0140	4	0.000155	No



Gráfica 5. Promedio de microfiltración obtenida en micras (μm) de cada grupo estudiado.

Como se muestra en la gráfica superior el grupo de Adper™ Single Bond 2 (3M ESPE) obtuvo una media de 371.425, el grupo Futurabond NR® (VOCO) obtuvo una media de 371.439 y el grupo GLUMA Self Etch (Hareaus Kulzer) obtuvo una media de 399.996, por lo que Adper™ Single Bond 2 y Futurabond NR® presentaron menor microfiltración en comparación con GLUMA. Adper™ Single Bond 2 obtuvo una desviación estandar de 2.44, Futurabond NR® obtuvo una desviación estándar de 1.92 y GLUMA SelfEtch obtuvo una desviación estándar de 1.99 a una $P= 0.079$. Adper™ Single Bond 2, Futurabond NR® y GLUMA obtuvieron diferencias estadísticamente significativas con grupo control a una $P<0.05$.

Adper™ Single Bond 2 (3M ESPE) y Futurabond NR® (VOCO) mostraron el mismo promedio, sin embargo Futurabond NR® (VOCO) obtuvo una desviación estándar menor.

10. Discusión.

Con la finalidad de ofrecer una alternativa basada en hechos científicos para lograr disminución en el porcentaje de microfiltración al emplearse materiales de obturación directos como la amalgama dental se realizó el presente estudio en molares y premolares humanos, en el cual el objetivo fue determinar los niveles de microfiltración que existen al usar sistemas adhesivos de 5ª, 6ª y 7ª generación antes de la colocación de la restauración directa.

Por lo anterior es necesario realizar una comparación de los resultados obtenidos en el presente estudio con otros que se hayan realizado con referencia al uso de sistemas adhesivos en técnica de obturación de “amalgamas adhesivas”.

Chadwick R en el año 2012 realizó un estudio in vivo en 135 pacientes, en donde fueron analizadas 231 restauraciones en el que determina que la duración en boca de una restauración de amalgama colocada con una técnica convencional es menor que en aquellas restauraciones de “amalgamas adhesivas”. El autor concluye que el uso de sistemas adhesivos en técnicas de “amalgamas adhesivas” ofrece un beneficio significativo a los pacientes. Y que el clínico se debe de mostrar confiado al ofrecer como plan de tratamiento “amalgamas adhesivas” como una mejor alternativa ante las amalgamas colocadas con una técnica convencional. ⁽³⁷⁾

Sias R Grobler de la Facultad de Odontología Tygerberg South Africa en el año 2000, comparo la microfiltración de cuatro sistemas adhesivos en técnica de “amalgamas adhesivas”: Prime and bond 2.1, Optibond Solo, AmalgamBond Plus y AmalgamBond Plus + HPA. Concluyendo que no existe diferencia estadísticamente significativa a una $P < 0.05$ en la reducción de la microfiltración entre estos cuatro sistemas adhesivos. ⁽³⁸⁾. En nuestro estudio obtuvimos los mismos resultados utilizando diferentes sistemas adhesivos.

Safa Tuncer y colaboradores de la Faculty of Dentistry, Department of Conservative Dentistry, Istanbul University, Istanbul en el año 2014 compara la capacidad de sellado marginal que existe entre los sistemas adhesivos Panavia F2.0, ScotchBond Multipurpose Plus, XP Bond, Liner Bond 2 V y Xeno IV midiendo las interfaces en microscopio electrónico y concluye que el uso de sistemas adhesivos en técnica de “amalgama adhesiva” mejora el sellado marginal ante aquellas restauraciones de amalgama colocadas con técnica convencional. ⁽³⁹⁾. en el estudio realizado por nosotros obtuvimos disminución de la microfiltración la cual se relaciona con el sellado marginal.

11. Conclusiones.

En base los resultados obtenidos y análisis de los mismos podemos concluir:

1. El uso de adhesivos dentinarios para una técnica de “amalgamas adhesivas” reduce la microfiltración en comparación de una técnica convencional de colocación de amalgama.
2. No existe diferencia estadísticamente significativa entre el uso de sistemas adhesivos de 5ª, 6ª y 7ª generación en disminución de la microfiltración en “amalgamas adhesivas”.
3. Tanto Adper™ Single Bond 2 y Futurabond NR® mostraron los niveles más bajos de microfiltración. Sin embargo Futurabond NR® mostró una desviación estándar menor, por lo que concluimos que Futurabond NR® es el sistema adhesivo que presenta menor microfiltración. Por lo cual se rechaza la hipótesis de trabajo.

Las “amalgamas adhesivas” como alternativa sugieren mayor duración en boca al disminuir considerablemente la microfiltración. El clínico presenta la opción de acudir a dicha técnica si esta se encuentra indicada permitiendo una mejor calidad de vida para los pacientes.

12. Referencias Bibliográficas.

1. Ruiz Alfaro P, Simbeck Escobedo J. Amalgama dental: México D.F 1990. (Tesis UNAM)
2. Luque Rodriguez E, Rodriguez Alegria J, Sanchez Zuniga S. Amalgama dental. México D.F 1991. (Tesis UNAM)
3. Barceló Santana F, Palma Calero J. Materiales dentales: conocimientos básicos aplicados.: México, D.F. Editorial Trillas, 2015. p.127-137.
4. Skinner E, Phillips R. La ciencia de los materiales dentales.: Buenos Aires: Mundi, 1970. p. 336-349.
5. Albaladejo A. Métodos de investigación in vitro de los factores que afectan la durabilidad de la adhesión a dentina. Av. Odontoestomatol 2008; 24 (4): 267-276.
6. Nieto Engel P. Estudio comparativo in vitro del grado de sellado marginal obtenido en restauraciones indirectas de resina compuesta cementadas con dos cementos autoadhesivos con utilización de grabado ácido previo y enjuague. Chile. 2009. (Tesis Universidad de Chile)
7. Macchi R. Materiales dentales.: Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana. 2007. p. 38.
8. Barrancos Mooney J, Barrancos P. Operatoria dental: integración clínica.: Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana, 2006. p. 820-830.
9. Anusavise K. La ciencia de los materiales dentales de Phillips. 11°ed. Madrid: elsevier; 2004. p. 381-395.

10. Martínez Toledo Y, Zárate Pérez M, Saldívar Aramburu M. Adhesión en odontología estética. México D.F. 2008. (Tesis UNAM)
11. Babu N V, Joseph R. Dr. Michael Buonocore – adhesive dentistry- 1955. J conserv dent 2005; 8:43-4.
12. Pluma Díaz L, López Torres M, Romero Grande G. Adhesivos dentinarios. México D.F. 2001. (Tesis UNAM)
13. Barceló Santana F Actualización en adhesivos para esmalte y dentina y otros sustratos, 1ra parte, práctica odontológica. 1995; 16 (2):18-23.
14. Ricardi Morales R, Romero Grande G. Adhesivos dentinarios. México D.F. 2000. (Tesis UNAM)
15. Aschheim K. Esthetic dentistry: a clinical approach to techniques & materials.: Elsevier: Mosby, 2015.
16. Vega del Barrio J. Materiales en odontología: fundamentos biológicos, clínicos, biofísicos y fisicoquímicos.: Madrid: Avances Medico-Dentales, 1996.
17. Parra Lozada M, Garzon Rayo H. Sistemas adhesivos autograbadores, resistencia de unión y nanofiltración: una revisión. Revista Facultad De Odontología. 2012; (1): 133.
18. Schwartz R, Summitt J, Robbins J, Santos J. Fundamentos en odontología operatoria: un logro contemporáneo: Venezuela: Actualidades Medico Odontológicas Latinoamericanas, 1999.
19. Barceló Santana F. Actualización en adhesivos para esmalte y dentina y otros sustratos, 3ra parte, Practica Odontológica, 1995. 16 (9):24-29

20. Flores Fuerte J, Romero Grande G. Sistemas adhesivos. México D.F 2001.
(Tesis UNAM)
21. Latta M. Adhesivos dentales en odontología restaurativa contemporánea, clínicas odontológicas de norteamérica. 1998; 4:587-597.
22. Cova Natera J. Biomateriales dentales. Caracas, Venezuela; México: AMOLCA, 2010.p. 193-212.
23. Información científica otorgada por 3M ESPE, disponible en:
<http://multimedia.3m.com/mws/media/290769O/informacion-tecnica-adper-single-bond-2.pdf>
24. Información científica otorgada por VOCO, disponible en:
http://www.voco.com/southam/product/futurabond_nr/VC_84_001163_ES_0711_Web.pdf
25. Información científica otorgada por Heraeus Kulzer, Disponible en:
http://kulzer.mx/media/webmedia_local/mexico/downloads_6/ibondSE.pdf
26. Hellak A, Ebeling J, Schauseil M, Stein S, Roggendorf M, Korbmacher-Steiner H. Shear Bond Strength of Three Orthodontic Bonding Systems on Enamel and Restorative Materials. Biomed Research International. 2016. 2016
27. Mobarak E, El-Deeb H, Yousry M. Influence of Different Intrapulpal Pressure Simulation Liquids on the Microtensile Bond Strength of Adhesive Systems to Dentin. Journal Of Adhesive Dentistry. 2013. 15(6): 519-526.
28. Martínez Insua A. Guitián Rivera F. Santana Penín U. Superficie de contacto de la resina adhesiva en la amalgama adherida. Un estudio microestructural. Revista europea de odonto-estomatología. 1994;6(5).

29. Sánchez C. Amalgamas adhesivas. Revista ADM. 2007 64(5): 201.
30. Camejo Suarez M. Adhesivos Para Amalgama: revisión de la literatura. Acta Odontológica Venezolana. 2002; 40(2). disponible en: https://www.actaodontologica.com/ediciones/2002/2/adhesivos_amalgama.asp
31. Ronald E. Jordan. Grabado compuesto Estético técnica y materiales. Ed. Mosby/Doyma libros. Ed. 2º Barcelona, España. 1994. p.125-135.
32. Al-Jazairy Y. Microleakage of bonded amalgam restorations. Ottawa Canadá 1996. (Tesis de maestría Universidad de Manitoba).
33. Maximiliano Sérgio C, Evandro P, Fernando P, Elenita F, Flávio Fernando D, John M. P. Microleakage in bonded amalgam restorations using different adhesive materials. Brazilian Dental Journal. 2004; 1(1): 13.
34. Pop M, Sitaru A, Monea A. In Vitro Evaluation of Microleakage in Bonded Amalgam Restorations Using Different Adhesive Materials. Acta Medica Marisiensis. 2010; 56(6): 584-586.
35. Vanishree H, Shanthala B, Bobby W, Shanthala B. The comparative evaluation of fracture resistance and microleakage in bonded amalgam, amalgam, and composite resins in primary molars. Indian Journal Of Dental Research. 2015; 26(5): 446.
36. Arrocena Gonzalez R, Zaldivar Perez M. Amalgamas adhesivas. México D.F. 1998. (Tesis UNAM)

37. Chadwick R. Summary of: A comparative study of bonded and non-bonded amalgam restorations in general dental practice. *British Dental Journal* (2013, Apr 7), 214(7): 352-353.
38. Grobler S, Oberholzer T, Rossouw R, Grobler-Rabie A, Kotze T. Shear bond strength, microleakage, and confocal studies of 4 amalgam alloy bonding agents. *Quintessence International*. (2000, July); 31(7): 501.
39. Tuncer S, Demirci M, Tekçe N, Pashaev D, Uysal Ö. Effect of different dentin adhesives and application modes on sealing ability of amalgam restorations. *Journal Of Adhesion Science & Technology*. (2014, Nov 15); 28(22/23): 2269-2288.