



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

RESISTENCIA AL DESALOJO POR EMPUJE DE
ADHESIVOS PARA RESINAS DE RESTAURACIÓN.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N O D E N T I S T A

P R E S E N T A:

ADRIÁN FRANCISCO CASTRO LEYVA

TUTORA: C.D. TERESA BAEZA KINGSTON

ASESOR: DR. FEDERICO HUMBERTO BARCELÓ SANTANA

MÉXICO, D.F.

2008



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.

Dedico este pequeño paso en mi vida, los que he dado y los que daré: a mis padres, a quienes amo con todo mi corazón, por quienes me siento enormemente orgulloso y por quienes daría mi vida

A MI MADRE

Por haber sido tú, la que incansablemente sin importar las dificultades de la vida, luchó por hacerme un hombre de bien, un hombre preparado. Por haber confiado en mí, aun en los momentos de tonta rebeldía. Por haberme enseñado el valor y realidad de la vida. Por haberme dado la vida misma... hoy te agradezco con cariño.

A MI PAPÁ

Gracias por tu ejemplo silencioso, por enseñarme que en la vida lo único que cuenta es seguir adelante y seguir con valentía. Por enseñarme que el trabajo dignifica al hombre. Por todo tu cariño, comprensión y sobre todo tu alegría. Por ser un gran amigo y apoyarme siempre, sin importar cuan absurdo fuera y sobre todo por ser mi papá. Te quiero mucho.

A MI ABUELO†

Mateo Castro, que aunque en el cielo se encuentra siempre su recuerdo estará presente en mi mente y corazón, dándome la fortaleza y motivo para seguir superándome

A TI FAMILIA

A ti que supiste: encaminar rebeldías, perdonar errores, consolar tristezas, compartir sueños, saborear logros... porque nunca estuve solo en aquella tiniebla que me agobio día a día. Gracias por su perdón y amor, puedo mirar la fuerza de aquel niño que revivió. Los necesito eternamente.

*A mi Universidad Nacional Autónoma de México,
por darme la oportunidad de aprender y forjarme
como profesional.*

*A mi Tutora: Teresa Baeza, por su
paciencia y dedicación para la realización
de esta Tesina.*

*A el Dr. Federico H. Barceló Santana y a el Ing. Carlos Álvarez G.
Por su enseñanza, paciencia y apoyo en todo momento
Gracias.*

*A mis queridos amigos (choche, karim, patssy, César, paty, yola,
anahí, yazmín, leslie, amanda, guee, chris, luis, javo, emi, toño,
jaime, chocha, anne, guillo) por compartir momentos inolvidables,
llenos de experiencias positivas y negativas pero que nos han hecho
crecer y fortalecer nuestra amistad.*

*Agradezco el apoyo por parte
Del proyecto DGAPA PAPIIT-IN114608
Para realizar este trabajo*

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. GENERALIDADES.....	9
2.1. ADHESIÓN.....	10
2.2. SISTEMA ADHESIVO.....	10
2.3. COMPOSICIÓN DE LOS SISTEMAS ADHESIVOS.....	11
2.4. CLASIFICACIÓN DE LOS ADHESIVOS.....	13
2.5. MECANISMOS DE UNIÓN.....	16
2.6. ADHESIÓN A DENTINA.....	21
2.7. FACTORES QUE MODIFICAN LA ADHERENCIA.....	22
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	23
4. JUSTIFICACIÓN.....	23
5. HIPÓTESIS.....	23
6. OBJETIVO GENERAL.....	24
6.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	24
7. MATERIAL.....	24
7. 1. MATERIAL.....	24
7. 2. EQUIPO.....	25
8. MÉTODO.....	26
9. RESULTADOS.....	36
10. DISCUSIÓN.....	37
11. CONCLUSIONES.....	39
12. REFERENCIAS.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CORTE PARALELO EN LA PORCIÓN CORONAL DEL DIENTE PERPENDICULARMENTE A SU EJE LONGITUDINAL.....	26
FIGURA 2. CORTE DE 2mm DE ESPESOR DE UN MOLAR.....	27
FIGURA 3. A. EJEMPLAR DE EL HACEDOR DE MUESTRAS...	27
FIGURA 3. B. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA AL CONFINAR CON ACRILÍCO.....	27
FIGURA 4. A. MUESTRA DESVASTADA CON PAPEL ABRASIVO.....	28
FIGURA 4. B. MUESTRA PULIDA POR SUS DOS CARAS.....	28
FIGURA 5. MUESTRA FIJADA EN SOPORTE.....	29
FIGURA 6. PREPARACIÓN DE CAVIDAD EN DENTINA.....	29
FIGURA 7. MUESTRA CON LA CAVIDAD REALIZADA.....	29
FIGURA 8. A. COLOCACIÓN DE MUESTRA SOBRE PLACA DE VIDRIO.....	30
FIGURA 8. B. SISTEMAS ADHESIVOS EMPLEADOS.....	30
FIGURA 8. C. MATERIALES EMPLEADOS.....	30
FIGURA 9. MATERIALES UTILIZADOS PARA FOTOPOLIMERIZAR.....	31
FIGURA 10. ACONDICIONAMIENTO DE LA CAVIDAD 15s.....	31
FIGURA 11. A. LAVADO DE LA CAVIDAD.....	32
FIGURA 11. B. SECADO DE LA CAVIDAD.....	32
FIGURA 12. A. COLOCACIÓN DE ADHESIVO.....	32
FIGURA 12. B. FOTOPOLIMERIZACIÓN 20s.....	32
FIGURA 13. A. COLOCACIÓN DEL MATERIAL DE RESTAURACIÓN.....	33

FIGURA 13. B. FOTOPOLIMERIZACIÓN 40s.....	33
FIGURA 14. A. MUESTRA DESVASTADA CON PAPEL ABRASIVO.....	34
FIGURA 14. B. MUESTRA PULIDA POR SUS DOS CARAS.....	34
FIGURA 15. A. MUESTRA COLOCADA EN PISTÓN METÁLICO.....	35
FIGURA 15. B. MUESTRA COLOCADA EN MÁQUINA INSTRON.....	35
FIGURA 15. C. CARGA DE EMPUJE APLICADA.....	35
FIGURA 16. RESULTADOS DE PRUEBA DE RESISTENCIA AL DESALOJO.....	36

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad es importante tener alternativas en materiales para la obturación directa de dientes así mismo conocer las propiedades físicas, químicas, ventajas y desventajas de dichos materiales con el fin de seleccionar el más adecuado a cada situación de acuerdo a las características clínicas del paciente.

La utilización de sistemas de adhesión a dentina, se ha convertido en un procedimiento rutinario en la práctica de la odontología restauradora. Siempre ha existido la inquietud de encontrar un material restaurador que se pueda considerar como el material ideal. Dentro de las características que debe presentar el material restaurador ideal, se encuentra el que sea verdaderamente adhesivo a la estructura dental, interviniendo en ello el fenómeno de adhesión, por lo que es requisito indispensable que las partes entren en íntimo contacto, sólo así se podrán producir fenómenos físicos y químicos entre el material de obturación y los tejidos del diente. Estas características son el uso de sistemas adhesivos y estética con las resinas compuestas.¹

El propósito de esta investigación es valorar la adhesión, por medio de la resistencia al desalojo por empuje de adhesivos para resinas de restauración, en obturaciones sobre dentina de molares permanentes.

Esta investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Materiales Dentales de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

2. GENERALIDADES

La odontología, ha experimentado grandes cambios desde hace ya medio siglo atrás, la mayor revolución en este campo, fue el proceso de adhesión que se halla en casi todas las especialidades odontológicas, este desarrollo fue posible gracias a la creación de sistemas adhesivos, que a su vez permitieron dar origen a nuevos materiales de restauración altamente estéticos y funcionales los cuales conocemos hoy en día como resinas compuestas.¹

Desde que en el año de 1955 Miguel Buonocuore, presentó su artículo, "Un método simple de incrementar la adhesión de materiales restauradores acrílicos a la superficie del esmalte ", la odontología sufrió grandes cambios gracias a el desarrollo de sistemas adhesivos y nuevos materiales para la obturación directa. Originando así la búsqueda del adhesivo ideal tanto para esmalte que brindaba una adhesión estable y segura, como para la dentina que por sus características histológicas variables y el contenido de agua en su túbulos ofrecía una adhesión inestable y dudosa. Se originaron una serie de generaciones de sistemas adhesivos que hoy se clasifican de acuerdo a su función y manejo de los mismos.¹

2.1. ADHESIÓN

La **adhesión** es la propiedad de la materia por la cual se unen dos superficies de sustancias iguales o diferentes cuando entran en contacto, y se mantienen juntas por fuerzas intermoleculares.^{1, 2, 3}

Se logra a través de dos mecanismos:

1. Químico: Mediante la atracción interatómica entre sustratos, a través de enlaces primarios (iónico, covalente, metálico).^{1, 2}
2. Físico: Por enlaces secundarios (fuerzas de Van der Waals, fuerzas polares, puentes de hidrógeno).¹ Existe también un medio de retención conocido como traba mecánica y se logra a través de los efectos geométricos y estructurales entre los sustratos adherentes.^{1, 2}

2.2 SISTEMA ADHESIVO

Un sistema adhesivo es el conjunto de materiales que permiten realizar todos los pasos de la adhesión, es decir, permiten preparar la superficie del esmalte y la dentina adecuadamente para el material de obturación directa.⁴

La composición de los adhesivos que se encuentran en el mercado odontológico es muy variada. Los componentes fundamentales que forman un sistema adhesivo actualmente tienen influencia en el resultado final y conviene conocer a fondo el adhesivo que se utilice.

2.3 COMPOSICIÓN DE LOS SISTEMAS ADHESIVOS CONTEMPORANEOS

Los sistemas adhesivos están compuestos fundamentalmente de:

1. Acondicionador: solución ácida compuesta más comúnmente de ácido ortofosfórico del 30% al 37% utilizada para remover el barro dentinario y desmineralizar superficialmente la dentina. Se presenta generalmente en forma de gel, se debe lavar después de la aplicación.^{4, 5, 6}

2. Resinas hidrofílicas: Estas son las encargadas de conseguir la unión a dentina impregnando la capa híbrida y formando "tags" aprovechando la humedad de la dentina. Son resinas como PENTA (Ester-fosfonato-penta-acrilato), HEMA (Hidroxietil-metacrilato), BPDM (Bifenil-dimetacrilato), TEGDMA (Tri-etilenglicol-dimetacrilato), GPDM (Glicerol-propano-dimetacrilato) o 4-META (4-metacril-oxi-etil-trimelitato-anhídrido).^{4, 5, 6}

3. Resinas hidrofóbicas: Son las primeras que formaron parte de los materiales adhesivos y aunque son poco compatibles con el agua su función en los sistemas adhesivos es doble, por un lado conseguir una buena unión a la resina compuesta que también es hidrofóbica y por otro conseguir que la capa de adhesivo tenga un grosor suficiente para que la interfase dentina-resina soporte el esfuerzo a que va a ser sometida ya que suelen ser más viscosas que las resinas hidrofílicas.^{4, 5, 6}

4. Activadores: Son los encargados de desencadenar la reacción de polimerización. Básicamente se cuentan con dos, los fotoactivadores que son las camforoquinonas y los quimioactivadores como el complejo amina peróxido. En algunas ocasiones se encuentran asociados ambos tipos de activadores y se está ante un adhesivo de fotopolimerizado dual.^{4, 5, 6}

5. Relleno inorgánico: Este componente no aparece en todos los adhesivos pero en los que lo hace, pretende reforzar a través del nanorelleno, la resina y conseguir así un adhesivo con propiedades mecánicas mejoradas. Con este tipo de adhesivos es más fácil conseguir un grosor adecuado de capa pues son menos fluidos.^{4, 5, 6}

6. Disolventes: La mayoría de los productos usa solvente es solo un vehículo del producto pero en los sistemas adhesivos éste es uno de los principales componentes para conseguir una adhesión adecuada ya que es fundamental para conseguir una adecuada capa híbrida.^{4, 5, 6}

Por otro lado los solventes muy volátiles como la acetona o el etanol, pueden tener problemas en su manipulación pues se pueden evaporar con facilidad, es por eso que se están desarrollando nuevos adhesivos en recipientes monodosis.

Los solventes que se utilizan en los adhesivos son agua, etanol y acetona.

- **Acetona:** Es un solvente que se evapora con mucha facilidad y consigue eliminar el exceso de agua en pequeñas cantidades. Sin embargo, es incapaz de refloatar las fibras colágenas colapsadas cuando el sustrato está más seco. Es el peor solvente en situaciones de dentina seca.^{4, 5, 6}

- **Agua:** Este solvente es el mismo que encontramos sobre la superficie dentinaria, cuando existe exceso de agua, no favorece la adhesión, pero es el mejor en casos de dentina seca ya que es el único que ha demostrado ser capaz de refloatar las fibras de colágeno y por tanto el único útil en dentina seca.^{4, 5, 6}

- **Etanol:** Es un alcohol bastante volátil pero no tanto como la acetona, su comportamiento es intermedio entre los dos anteriores.^{4, 5, 6}

2.4 CLASIFICACIÓN DE LOS ADHESIVOS

En Odontología, son los sistemas adhesivos los que cumplen el rol de compatibilizar las superficies dentarias y del material de restauración. Dentro de ellos, están los sistemas adhesivos usados con las resinas compuestas, los cuales se presentan en una gran variedad de productos que se pueden clasificar de diferentes formas dependiendo de sus características, composición, sistema de endurecimiento, etc.^{1, 4, 7}

Según el agente grabador:

- a. No autograbantes
- b. Autograbantes

Según el iniciador:

- a. Quimiopolimerizables
- b. Fotopolimerizables
- c. Duales

Según la clasificación cronológica tradicional se menciona en la propaganda y en algunas literaturas que hasta el momento existen 6 generaciones de adhesivos que han ido evolucionando principalmente en la simplificación de pasos clínicos y de acuerdo también a la manera en que cada uno de ellos tratan a la dentina.

Se han clasificado en adhesivos de 1^a, 2^a, 3^a, 4^a, 5^a y 6^a generación.

Aunque se ha generalizado la clasificación por generaciones, no existe una unificación de las características que limiten cada una de ellas y que se enuncian a continuación son mencionadas por los autores referidos.

La primera generación corresponde a adhesivos utilizados para pequeñas restauraciones clase III y clase V, cuyas preparaciones cavitarias eran similares a las de amalgama y frecuentemente se observaba sensibilidad postoperatoria principalmente buscaban adhesión química a la superficie dentaria, lo cual buscaron a través de una reacción de quelación entre el calcio superficial y un monómero de NPG-GMA (N-fenil-glicidilmetacrilato) desarrollado por Bowen en 1965, pero en estudios experimentales obtuvo bajas cifras de resistencia adhesiva, del orden de los 2-3 MPa. Estos adhesivos no trataban la dentina y se componían de resinas hidrofóbicas.⁴

Los de segunda generación aparecieron en la década de los ochenta, intentaron usar el barro dentinario como superficie de unión, necesitaban de cavidades retentivas, que mostraban extensas microfiltraciones en los márgenes terminados en dentina utilizaron fosfatos polimerizables añadidos al Bis-GMA (Bisfenol-A Glicidil Metacrilato), UDMA (Uretano dimetacrilato) y HEMA (2-Hidroxiethyl metacrilato) para aumentar la adhesión a las estructuras mineralizadas del diente, por medio de una reacción química entre los grupos fosfatos y el calcio de la dentina. El uretano tenía como objetivo formar una unión con los grupos hidroxilo en las fases orgánica e inorgánica de la dentina Presentaban bajos valores de resistencia adhesiva, del orden de 7MPa., esto se debía principalmente a que se unían al barro dentinario y no a la dentina.^{4, 7}

La tercera generación buscaba una unión de naturaleza química a los componentes de la hidroxiapatita o del colágeno. Estos sistemas introdujeron como innovación, los primers hidrofílicos o promotores de adhesión. El primer (acondicionador dentinario) era aplicado antes del agente de unión, logrando modificar o eliminar la capa de barro superficial permitiendo la penetración de la resina hacia la dentina subyacente, buscando así lograr una unión micromecánica y no química. Estos materiales presentaban mayor humectabilidad y adhesión alcanzando valores de resistencia entre 9 y 19 MPa, además los diseños cavitarios eran menos retentivos.^{4, 7}

Los adhesivos de 4ª generación se presentan normalmente en 3 recipientes, en el primero (*grabador*) se encuentra el ácido fuerte (ortofosfórico al 37%), en el segundo (*primer o acondicionador*) se encuentran las resinas hidrofílicas y el fotoactivador. La función de éste es impregnar adecuadamente la dentina. En el tercero (*bonding o adhesivo*) se tienen las resinas hidrofóbicas y los fotoactivadores.^{4, 7}

Todos estos adhesivos pueden convertirse en adhesivos de fraguado dual si se añaden en la composición de acondicionador y adhesivo el peróxido y si el sistema trae un cuarto recipiente con aminos para mezclarlo en el momento de llevarlo a boca. Esto tiene su interés pues los adhesivos quimiopolimerizables suelen ser más compatibles con las resinas de igual fraguado (utilizadas para cementado) que los fotopolimerizables y viceversa.⁴

Los de la 5ª generación surgen del afán de las casas comerciales de reducir los tiempos y el número de pasos de la técnica de aplicación y por tanto, de simplificar la técnica. Para ello reducen los recipientes a dos en el primero el ácido grabador y el segundo para una mezcla de acondicionador y adhesivo de la que forman parte tanto la resina hidrofílica como la hidrofóbica, el fotoactivador y el peróxido. Como en los de cuarta generación, para convertirlos en duales hace falta un tercer recipiente con las aminos.^{4, 7}

Estos adhesivos han dado en llamarse monocomponentes y son los más usados en la actualidad. Si bien su capacidad adhesiva es algo menor que los de la generación anterior, ésta sigue siendo buena. Y se mejora si se añade más de una capa de adhesivo con nuestra técnica de aplicación.

Los de 6^a generación se han dado en llamar autograbantes. Estos solo tienen un recipiente que cumple las tres funciones, la de grabador porque contiene resinas acídicas, la del primer pues contiene la resina hidrofílica y la del bonding por contener la resina hidrofóbica. También contiene los activadores fotoquímicos y puede convertirse en dual añadiéndole las aminas.^{4, 7}

2.5. MECANISMOS DE UNIÓN

Básicamente existen dos mecanismos de unión entre dentina y adhesivo; la unión *química* y la unión *física* ambas importantes para mantener la adhesión.⁴

La unión física se basa en dos estructuras muy importantes, la "capa híbrida" y los "tags" intratubulares que son dos estructuras cuya formación debe favorecer con la técnica adhesiva.

La **capa híbrida** fue descrita como hallazgo microscópico por Nakabayashi¹⁴ en 1982 y confirmado con posterioridad por infinidad de autores con posterioridad. Podríamos decir que se forma por la penetración de la resina a través de los nanoespacios que quedan entre las fibras de colágeno desnaturalizadas y expuestas por la acción del ácido en la superficie dentinaria y que tras polimerizar, quedan atrapadas en ella.⁴

Es por tanto, una estructura mixta formada por colágeno de la dentina y resina del adhesivo que se encuentra tanto en la superficie de la dentina intertubular como a la entrada de los túbulos dentinarios. La importancia cuantitativa de esta microestructura en la fuerza de adhesión a dentina de los adhesivos dentinarios ha sido sobradamente demostrada siendo más importante que la de los tags.⁴

La correcta formación y funcionamiento de esta capa híbrida va a depender de dos factores:

1. Impregnación adecuada de las fibras de colágeno.
2. Adecuado grosor de la capa de adhesivo que permita amortiguar las fuerzas que sobre él se van a ejercer.

En la adecuada impregnación del colágeno por la resina intervienen varios factores:

a. Grosor de la capa desmineralizada: Las resinas adhesivas son capaces de infiltrar mejor la dentina totalmente desmineralizada que la dentina parcialmente desmineralizada a menos que la matriz de colágeno se colapse. Se sabe que tiene importancia la longitud de esas fibras de colágeno, es decir el espesor de la "alfombra de colágeno" que hay que impregnar. Nakabayashi piensa que con profundidades de desmineralización de 1-2 mm son suficientes para conseguir cifras de adhesión adecuadas y pueden infiltrarse más fácilmente que desmineralizaciones más profundas. Por otro lado Van Meerbeeck¹⁵ demostró que algunos sistemas adhesivos presentan discrepancia entre la profundidad de desmineralización dentinaria y la de infiltración por la resina lo que no le sorprendió viendo los nano-espacios por los que la resina debe pasar para llegar a infiltrar el colágeno y máxime si ese colágeno está colapsado.⁴

b. Colapso de las fibras de colágeno: Hay muchos autores que han descrito lo que sucede cuando, mediante la técnica adhesiva clásica se secaban profusamente la dentina y el esmalte para eliminar toda la humedad posible.⁴

En el esmalte aparecía una superficie de color blanco tiza que se toma como referencia de un correcto grabado ácido, pero en la dentina, las fibras de colágeno dejan de "flotar" en el agua y se colapsan formando una capa superficial de colágeno muy compactado que aún dificulta más la difusión de la resina.

c. Capacidad de difusión intrínseca de los adhesivos: Esta va a depender fundamentalmente del peso molecular de los monómeros del adhesivo y por tanto de su composición química. Va a adquirir especial relevancia también la presencia de nanorelleno en la composición de la resina que por un lado mejorará sus propiedades mecánicas pero por otro dificulta la correcta difusión al reducir la fluidez de la resina.

d. Humedad: La naturaleza húmeda del sustrato dentinario de la que ya hemos hablado, ha sido uno de los principales inconvenientes para el desarrollo de las nuevas técnicas adhesivas, ya que la mayoría de las resinas que existían tenían carácter hidrofóbico. La búsqueda de una mayor penetración en el sustrato dentinario intentando aprovechar precisamente esa presencia de agua, llevó al desarrollo de resinas hidrofóbicas y con ellas a la descripción de la técnica húmeda por Kanca y Gwinnett en 1992.^{4, 8}

Esta técnica trata de aprovechar el agua, como elemento que mantiene las fibras de colágeno erguidas, para conseguir una mejor imbricación entre colágeno y resina.

La técnica húmeda parece la más adecuada actualmente para conseguir los mejores resultados en lo que a fuerza adhesiva se refiere, pero esta técnica no está exenta de inconvenientes que derivan fundamentalmente de su complejidad técnica y en concreto de la dificultad que supone mantener el equilibrio hídrico correcto.^{4, 8}

El exceso o defecto de humedad tienen gran importancia en el resultado final de la capa híbrida y en la nanofiltración que se produce a través de la misma. En el equilibrio hídrico van a tener gran importancia el aislamiento de la pieza dental a tratar y el vehículo que presenta el adhesivo para penetrar en el colágeno, es decir, el solvente.^{4, 8}

En resumen, van a influir sobre la calidad de la capa híbrida: la técnica, el aislamiento y el solvente del adhesivo.

La humedad que llega a nuestro sustrato dentinario una vez tratado proviene del aporte externo que se hace al lavar el ácido y de los túbulos dentinarios que presentan un flujo continuo positivo de fluido dentinario debido a la presión hidrostática positiva de la cámara pulpar.^{4, 8}

Si se seca en exceso la superficie dentinaria, las fibras colágenas se colapsan y el adhesivo no es capaz de infiltrar hasta la dentina mineralizada; si por el contrario, se deja la superficie dentinaria con exceso de humedad, se produce el fenómeno de sobremojado y el adhesivo se disuelve y no adquiere la consistencia adecuada; además se forman en el espesor de la capa híbrida, acúmulos de agua en forma de gota que no se infiltran por resina, son los llamados cuerpos híbridos.^{4, 5}

En estos fenómenos influye de manera crucial el solvente que presente nuestro adhesivo. Por otro lado, hay adhesivos que llevan mezclas de dos o tres solventes y por ello cada adhesivo va a tener distinto comportamiento.

Hay que conocer también como eliminar el solvente de la superficie dentinaria para que quede solo la resina infiltrada al colágeno. Se hace por evaporación pero ésta hay que realizarla de manera que no desplace el adhesivo de la superficie; es por ello que los fabricantes recomiendan secar desde una cierta distancia de manera que el chorro de aire de la jeringa no incida directamente sobre la dentina. También es importante aplicar en muchos casos, varias capas de adhesivo para que no queden zonas secas sin infiltrar y para que el grosor de la capa de adhesivo sea suficiente.^{4, 5}

El segundo mecanismo de unión a la dentina en importancia es la formación de **tags de resina**, es decir prolongaciones resinosas que aprovechan los túbulos dentinarios para conseguir microretención.⁴

e. Tiempo: Es este a mí entender uno de los factores más importantes para conseguir una adecuada adhesión y es un factor olvidado en la mayoría de las publicaciones. Para que se produzca una buena impregnación del colágeno y unos "tags" de longitud adecuada es necesario que el adhesivo esté colocado el tiempo suficiente sobre el sustrato sin secarlo o polimerizarlo. La mayoría de fabricantes de adhesivos recomiendan unos 15 segundos para conseguir que éstos interactúen adecuadamente con el sustrato.^{4, 8}

La unión química o específica se presenta con el intercambio de iones y la compartición de electrones, en ésta, el adhesivo y el adherente experimentan una interacción química en las superficies involucradas de la fuerza lograda por la formación de uniones químicas.^{2, 13}

2.6. ADHESIÓN A DENTINA

La adhesión a dentina es un proceso dinámico, el cual es discutido y objeto de estudio en estos días. La heterogeneidad estructural, la presencia de fluido dentinal (humedad relativa), y la baja energía superficial son algunas de las particularidades que hacen de este tejido un sustrato adherente especial para los diferentes sistemas adhesivos.^{9, 10}

El obtener adhesión a dentina, ofrecería muchas ventajas sobre los materiales o sobre las técnicas que no ofrecen una adhesión química a la estructura dental. Su obtención favorecerá el tener que remover menor cantidad de tejido dentario, la creación de preparación de cavidades más conservadoras y el poder modificar los conceptos básicos de las formas de retención y resistencia.¹¹

La adhesión a esmalte, se puede considerar que está bien entendida con la idea básica de que se obtienen valores altos de resistencia a la unión y casi la total eliminación de la microfiltración.¹¹ La habilidad propia de obtener una adhesión fuerte y durable a dentina como la adhesión a esmalte, es deseable y marca la pauta para su logro o desarrollo.

La adhesión a dentina, debe además, eliminar la penetración de bacterias, disminuyendo el riesgo de caries secundaria, la pigmentación marginal y el daño irreversible a la pulpa dental.

Existen distintos sistemas de adhesión a dentina que se han presentado a través de los años, representados por los diferentes mecanismos, recursos o técnicas como se han buscado para lograr la adhesión.^{11, 12}

A pesar de que existen mejores formas de cómo describir o cómo clasificar la búsqueda de adhesión a dentina, el utilizar o agrupar por medio de generaciones, proporciona una idea muy acertada de los principios, desarrollo y logros actuales de los distintos sistemas de adhesión.¹¹

2.7. FACTORES QUE MODIFICAN LA ADHERENCIA

- a.** Afinidad del adhesivo por el material de los objetos que se van a unir. En algunos adhesivos que contienen ingredientes con grupos reactivos, puede ser importante la afinidad del adhesivo con la superficie, y en algunos casos se producen reacciones químicas.
- b.** Tendencia del adhesivo a mojar la superficie del material facilitando el contacto entre éste y la superficie.
- c.** Consistencia y continuidad de la materia adhesiva.
- d.** Tendencia del adhesivo a penetrar la superficie del material.
- e.** Espesor y flexibilidad de la capa adhesiva.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En la actualidad existe una gran variedad de adhesivos y el cirujano dentista no siempre tiene conocimiento de las ventajas que ofrecen éstos para obtener valores altos de adhesión así como su comportamiento en la resistencia al desalojo por empuje de adhesivos para resinas de restauración.

4. JUSTIFICACIÓN.

Es importante realizar un estudio comparativo de tres sistemas adhesivos para resinas de restauración y valorar la resistencia al desalojo por empuje, con la finalidad de tener conocimiento de éstos y así seleccionar el más adecuado para nuestras necesidades de estética y funcionalidad.

5. HIPÓTESIS

El adhesivo para resina de restauración (Ultradent[®] PQ1) permitirá obtener mayor resistencia al desalojo por empuje que el adhesivo (Prime Dent[®]) y el adhesivo (Medental[®])

6. OBJETIVO GENERAL.

Comparar la resistencia al desalojo por empuje de adhesivos Prime Dent[®], Ultradent[®] y Medental[®] para las resinas de restauración.

6.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Cuantificar la resistencia al desalojo por empuje de adhesivos para resina de restauración con el adhesivo (Prime dent[®])

Cuantificar la resistencia al desalojo por empuje de adhesivos para resina de restauración con el adhesivo (Medental[®])

Cuantificar la resistencia al desalojo por empuje de adhesivos para resina de restauración con el adhesivo (Ultradent[®])

7. MATERIAL

7. 1. MATERIAL:

- Vaselina (separador)
- Acrílico autopolimerizable (Nic Tone, Manufacturera Dental Continental, Lote No. 04127394, Zapopan Jal. Méx.)
- Resina Degufill. (Degussa)
- Ácido grabador (Tooth Conditiner Gel. 34% 3ml Dentsply Caulk 546151 3/96 USA.)
- Prime dent[®] Lote No. PK12J Chicago, IL.
- Medental[®] Lote No. 07100803. USA.
- Ultradent[®] Lote No. S096. USA.

7. 2. EQUIPO:

- Máquina de corte (Guillis-Hamco. Thin Sectioning Machine, Rochester NY. USA.)
- Molde de acero inoxidable de forma cilíndrica con diámetro de 15 mm
- Fresa de carburo de bola No. 6 (SSW Inc. NJ USA)
- Fresa de diamante (Dia_Burs-Ex 12 Mani Inc. Takaezaua Jap.)
- Pieza de mano de alta velocidad (Midwest Quiet-air Standard, Miswest Dental Product Corp. IL. USA)
- Pulidor (Buehler Ltd. 2120 Greenwood St. Evanston IL USA)
- Radiómetro de curado modelo 100 Optilux Radiometer Serial No. 142393 Kerr Made in USA
- Radiómetro térmico (Demetron Research Corp. No. De serie 201536 USA.)
- Lámpara para fotopolimerizar (Bluephase C5. Ivoclar Vivadent Clinical. Austria)
- Crónometro (Sper Scientific, Hong Kong)
- Pistón metálico de 3.20mm de diámetro

- Máquina universal de pruebas mecánicas Instron (modelo 1137, Amco Engineering; Canton, Mass. USA)

8. MÉTODO

Se utilizaron 30 molares libres de caries extraídos por razones quirúrgicas u ortodónticas, los cuales fueron limpiados de material orgánico y sarro; mantenidos en agua destilada a 10° C hasta 24 horas antes de su utilización. (Después de iniciar la preparación de las muestras se conservaron inmersas en agua desionizada y se mantuvieron a 37° C en la estufa de temperatura controlada antes de la prueba). Se prepararon 30 muestras divididas en tres grupos de 10 m. La fabricación de las muestras consistió en realizar dos cortes paralelos en la porción coronal de los dientes, perpendicularmente a su eje longitudinal, uno liberando esmalte y el otro hacia el piso pulpar (Figura 1), con una máquina de corte.

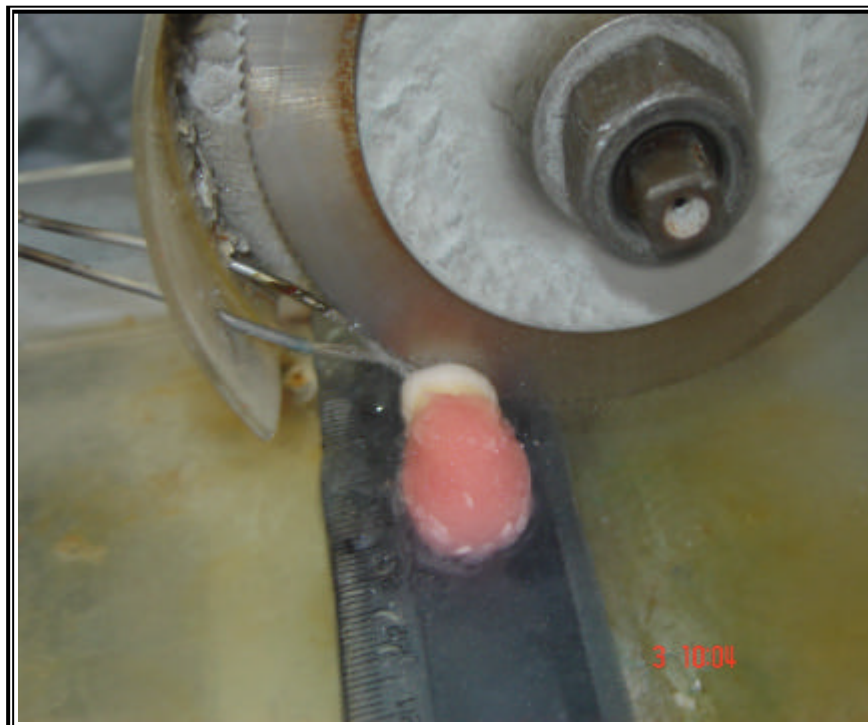


Figura 1 Corte paralelo en la porción coronal del diente, perpendicularmente a su eje longitudinal

De esta forma se obtuvieron espesores de tejido dentario de 2.5mm (Figura 2).



Figura 2 Corte de 2.5mm de espesor de un molar

Las muestras fueron centradas y montadas con acrílico autopolimerizable dentro de un hacedor de muestras de forma cilíndrica con diámetro de 15mm y de profundidad variable (Figura 3. A. y Figura 3. B.).



Figura 3. A Ejemplar del hacedor de muestras



Figura 3. B Preparación de la muestra al confinar con acrílico

Las muestras fueron desvastadas con papel abrasivo grano 600 con el pulidor por sus dos caras para dejar expuesto el tejido dentinario (Figuras 4. A y 4. B).

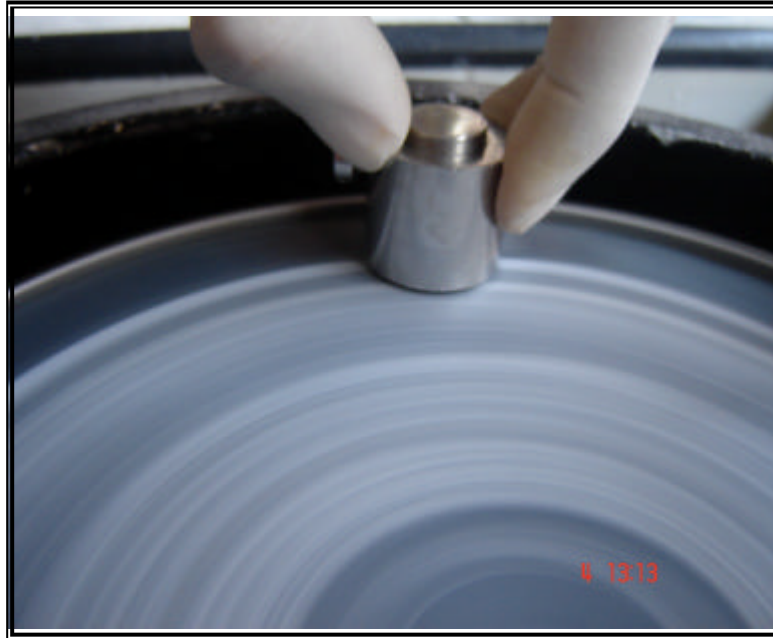


Figura 4. A Muestra desvastada con papel abrasivo.



Figura 4. B Muestra pulida por sus dos caras

La muestra se fijó a un soporte con corredora de precisión donde se adaptó la pieza de mano, con una guía para la fresa de corte en la parte central del montaje de la muestra; la cual se realizó en una placa de acero inoxidable fija inferior. (Figura 5)

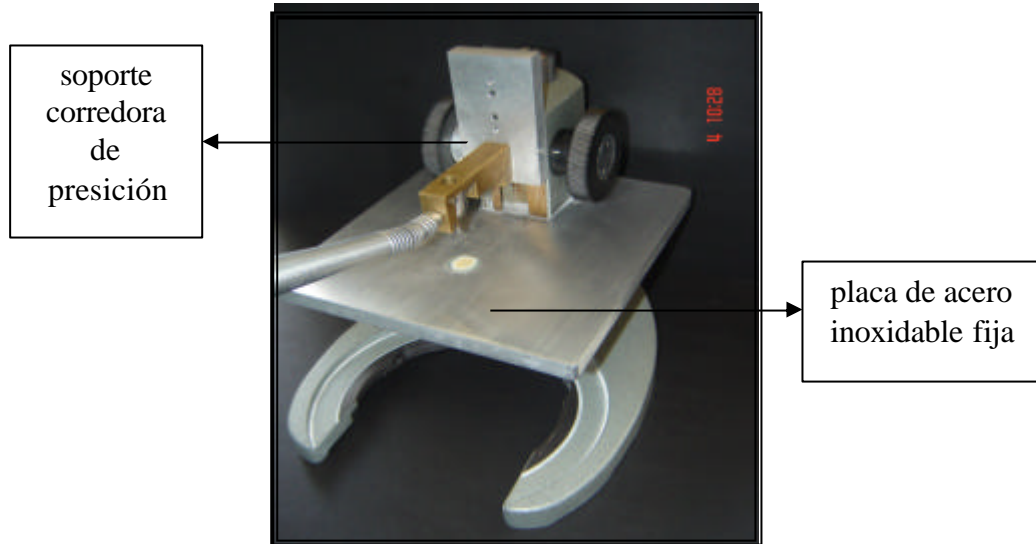


Figura 5 Muestra fijada en soporte

Se perforó la dentina, perpendicular al plano horizontal, exactamente en el centro, para dejar paralelas las paredes de la cavidad se utilizó una fresa de carburo de 2.20mm de diámetro como guía, seguida de una fresa de diamante de grano medio con diámetro de 3.47mm con una pieza de mano de alta velocidad (Figura 6), con abundante irrigación. Se utilizó una fresa por cada cinco perforaciones para obtener las cavidades en las muestras (Figura 7).

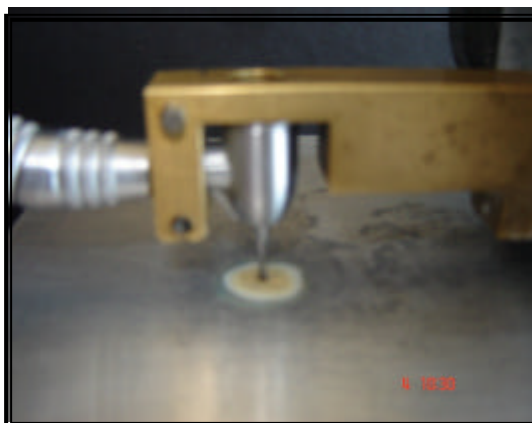


Figura 6 Preparación de cavidad en dentina

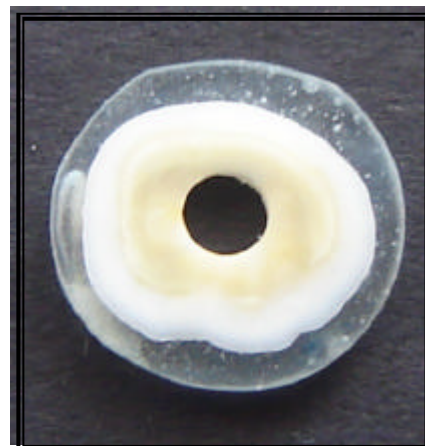


Figura 7 Muestra con la cavidad realizada

Las muestras se colocaron sobre dos placas de vidrio con la parte oclusal hacia arriba para realizar las obturaciones siguiendo las instrucciones del fabricante del material y sistemas adhesivos empleados (Figuras 8. A, 8. B y 8. C).



Figura 8. A Colocación de muestra sobre placa de vidrio.



Figura 8. B Sistemas adhesivos empleados.



Figura 8. C Materiales empleados

Para todos los adhesivos se utilizó la lámpara para fotopolimerizar, se midió la intensidad ($350\text{mw}/\text{cm}^2$) y la temperatura ($50\text{mw}/\text{cm}^2$) de ésta con los radiómetros de curado y térmico con la finalidad de verificar los valores adecuados (Figura 9)



Figura 9 Materiales utilizados para fotopolimerizar

Se procede al acondicionamiento de la muestra utilizando ácido grabador aplicándolo durante 15s. (Figura 10)



Figura 10 Acondicionamiento de la cavidad 15s

Se lava la cavidad con bastante irrigación y se seca con una torunda de algodón para no desecar a la dentina (Figuras 11. A y 11. B.)

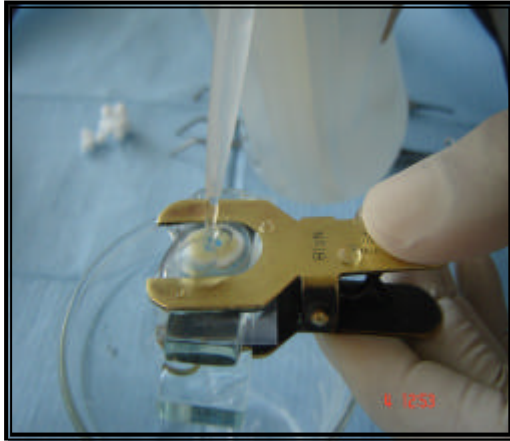


Figura 11. A. Lavado de la cavidad

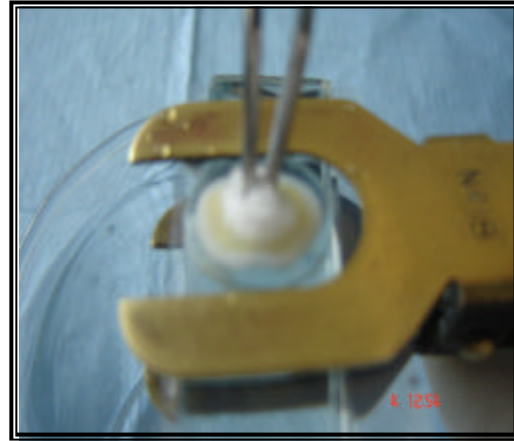


Figura 11. B. Secado de la cavidad

Colocamos el sistema adhesivo y se fotopolimeriza durante 20s esto se realiza siguiendo las instrucciones del fabricante (Figuras 12. A y 12. B).



Figura 12. A. Colocación de adhesivo

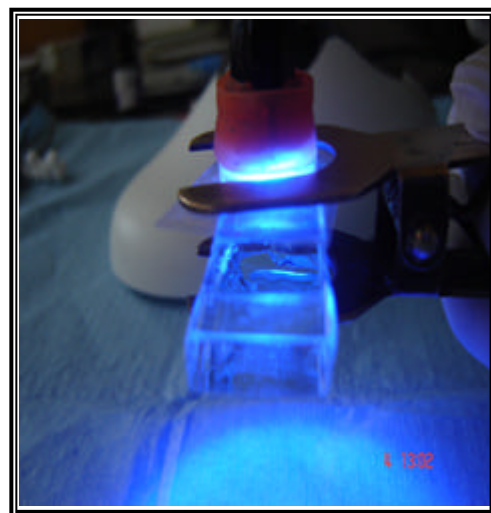


Figura 12. B. Fotopolimerización 20s

Se coloca la resina de restauración empacándola perfectamente en toda la cavidad y se fotopolimeriza durante 40s (Figuras 13. A y 13. B).

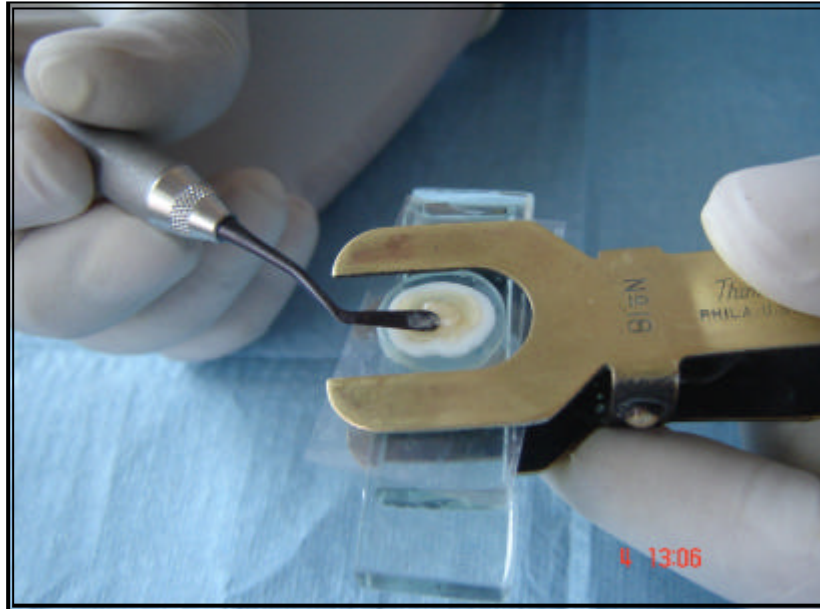


Figura 13. A Colocación del material de restauración

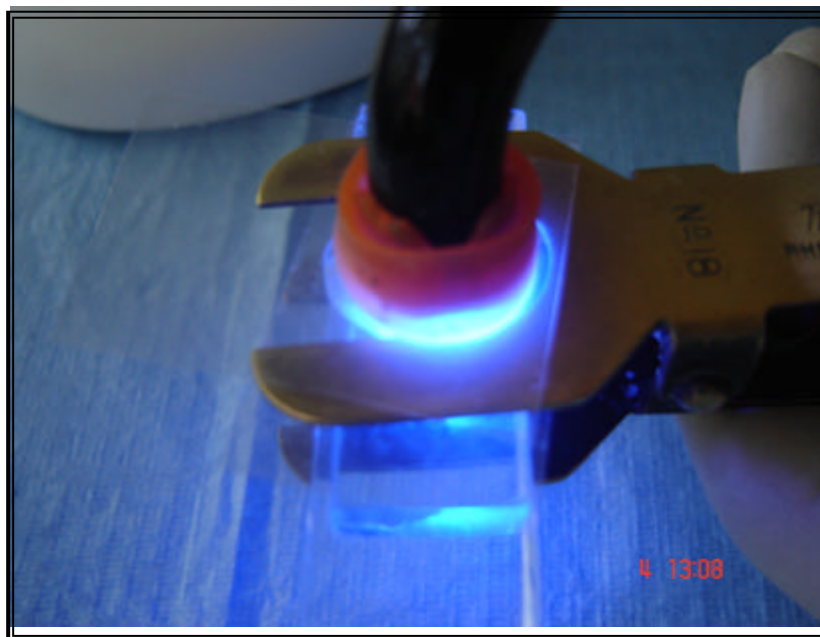


Figura 13. B Fotopolimerización de la resina 40s

Después de 24 horas en agua a 37° C, las muestras fueron desvastadas con papel abrasivo grano 600 en el pulidor por sus dos caras para dejar expuesto solamente tejido dentario y material de obturación (Figuras 14. A y 14. B).

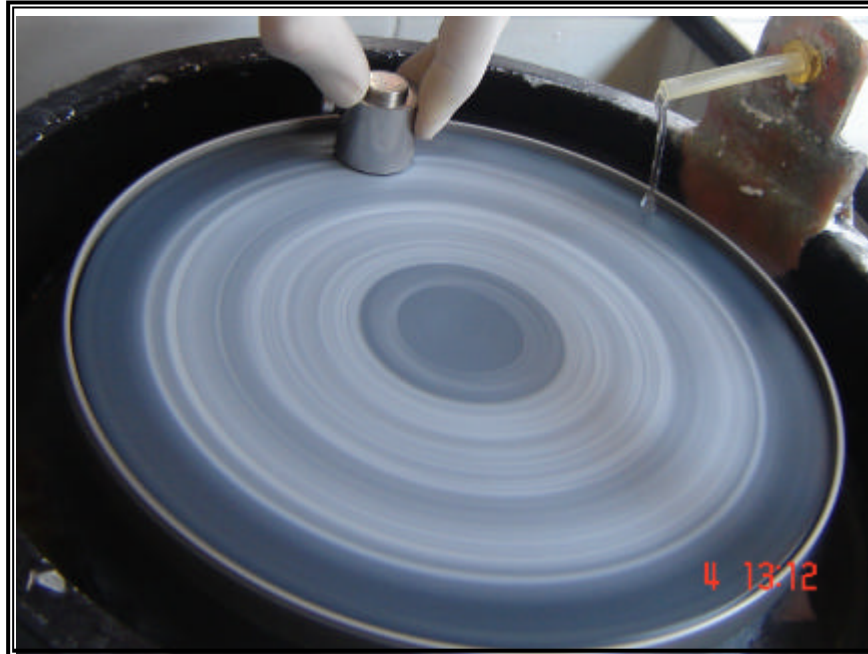


Figura 14. A Muestra desvastada con papel abrasivo

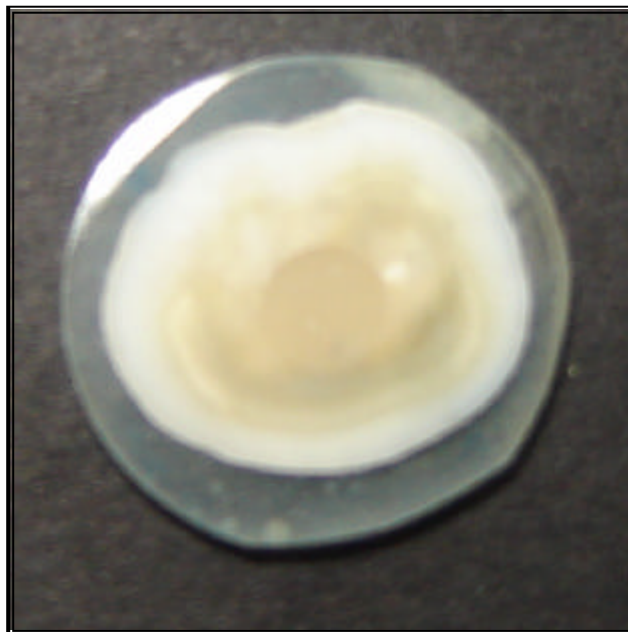


Figura 14. B Muestra obturada y pulida por sus dos caras

Inmediatamente después se aplicó una fuerza de empuje a las muestras con la máquina universal de pruebas mecánicas Instron, con una velocidad de carga de 1 mm/min en dirección de la parte pulpar hacia oclusal para desalojarlas. La fuerza se aplicó empleando el pistón metálico de 3.18 mm de diámetro en contacto céntricamente con la obturación (Figuras. 15. A, 15. B y 15. C).

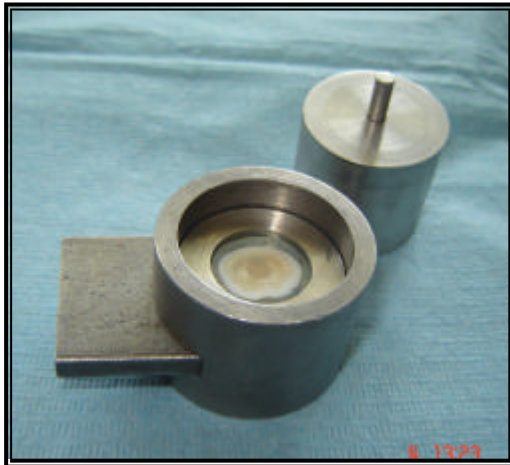


Figura 15. A Muestra colocada en pistón metálico



Figura 15. B Muestra colocada en máquina Instron.

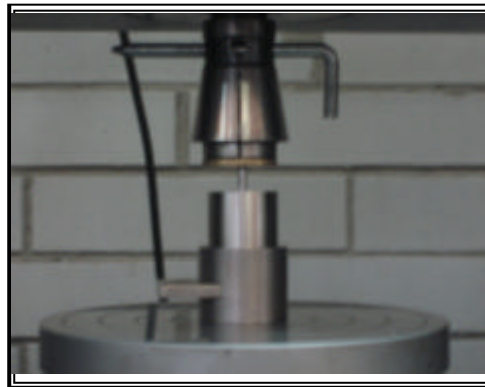


Figura 15. C Fuerza de empuje aplicada

Se calculó el área interna de las cavidades como $A = \pi \cdot r^2 \cdot h$ (Diámetro) (altura) una vez obtenido el área para cada muestra se calculó el esfuerzo. El esfuerzo se obtiene al dividir la fuerza en Newtons entre el área. Los valores calculados se reportan en MPa.

los resultados se sometieron a análisis estadístico de Anova para poder determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de muestras analizadas en conjunto con la prueba de Tukey.

9. RESULTADOS.

Los resultados de la prueba de resistencia al desalojo por empuje están reportados en la Figura 16, donde el grupo que mostró mayor resistencia al desalojo fue Prime Dent[®] con 15 MPa +/- 9.06, seguido de Ultradent[®] con 12 MPa +/- 9.00 y por ultimo Medental[®] con 9 MPa +/- 3.19.

Los resultados de la prueba de ANOVA no reportaron diferencias estadísticamente significativas entre los tres sistemas adhesivos.

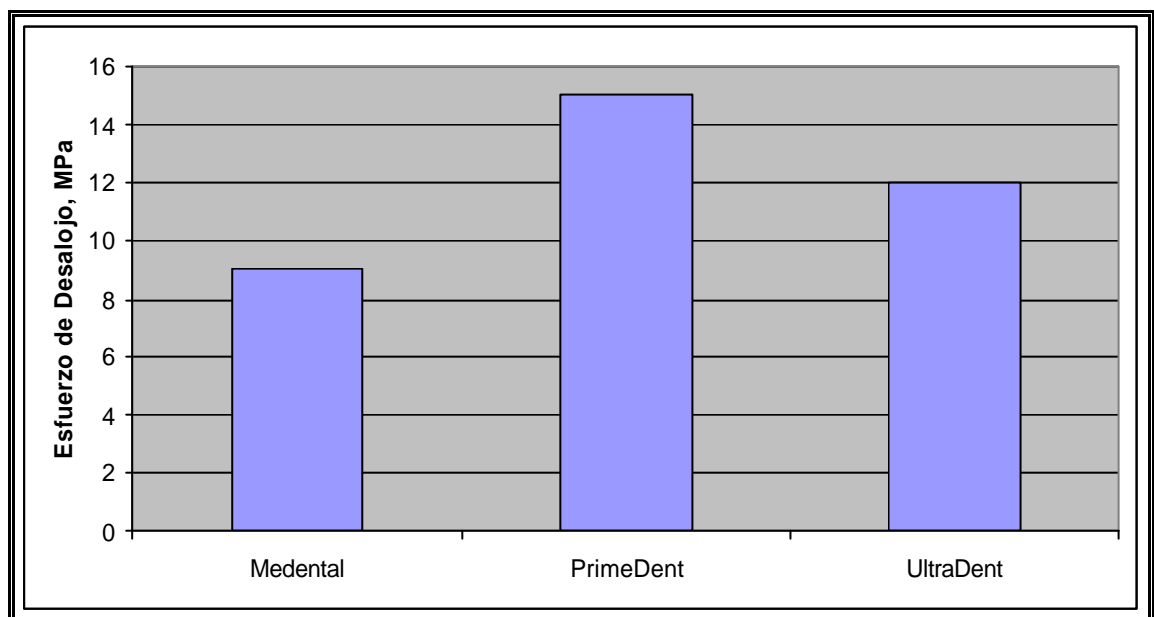


Figura 16 Resultados de prueba de resistencia al desalojo

10. DISCUSIÓN

Para la obturación directa de dientes se emplean materiales diversos como la amalgama o la resina compuesta por mencionar algunos. Estos materiales tienen en común que deben ser fijados, unidos o adheridos al diente por lo que es indispensable que las partes a unirse entren en contacto entre sí mediante algún mecanismo de adhesión.

Hoy en día, existen materiales de obturación con características muy especiales como son los sistemas adhesivos de resina.

Valores de adhesión se han reportado usando diversos métodos. Si se tiene en cuenta todos los pasos indicados para la aplicación de un sistema adhesivo así como los cuidados clínicos será posible generar una resistencia a la adhesión al esmalte de 15MPa lo que asegurará la integración del diente y de la resina de restauración.

Si se tiene en cuenta el tipo de molécula que se utiliza en la formulación de las resinas compuestas, se puede estimar que el encogimiento por fotopolimerización produce una fuerza que al distribuirse en la superficie de contacto adhesivo-diente, generará un esfuerzo de alrededor de 15MPa según la situación clínica que se trate.¹³

Los valores obtenidos en resistencia al desalojo por empuje en las resinas de restauración con el uso de tres sistemas adhesivos fueron: Prime Dent[®] con 15MPa, seguido de Ultradent[®] con 12MPa y por último Medental[®] con 9MPa. De acuerdo con los resultados se puede observar que tanto Prime Dent[®] como Ultradent[®] están alrededor de los 15MPa estimados; mientras que Medental[®] está muy por debajo de ese valor.

De acuerdo a la hipótesis planteada, no se cumplió puesto que el valor más alto lo obtuvo Prime Dent[®], y no Ultradent[®] como se planteó. Se cree que esto debe tener relación con los componentes de cada sistema adhesivo.

Ultradent[®] está compuesto por Bis GMA ((Bisfenol-A Glicidil Metacrilato), TEG.DMA (Tri-etilen-glicol- dimetacrilato) y HEMA (2Hidroxi etil metacrilato) y ácido metacrílico en su fase orgánica. La fase inorgánica es 40% de vidrio.

Los 4 monómeros son diacrilatos y monodiacrilatos.

Prime Dent está formado básicamente por Bis GMA ((Bisfenol-A Glicidil Metacrilato) y TEG.DMA (Tri-etilen-glicol- dimetacrilato) por ambos diacrilatos.

11. CONCLUSIONES.

Bajo la metodología y en las condiciones en las que se llevo a cabo está investigación y en base a los resultados obtenidos se puede concluir que el sistema adhesivo Prime Dent presentó mayor resistencia al desalojo por empuje, este sistema adhesivo es la mejor elección de los tres que se valoraron para tratamientos que impliquen mayor fuerza para desalojar las resinas de restauración.

12. REFERENCIAS

1. Abreu Rodríguez Jesús. “Adhesión en odontología contemporánea, parte 1”. (www.odontologiaonline.com).
2. Barceló Santana Federico Humberto, Palma Calero Jorge Mario. Materiales Dentales-Conocimientos Básicos Aplicados. 2° ed. México, Trillas 2004. pp. 28-32
3. A. Peyton. Materiales Dentales Restauradores. 2ª Ed. Argentina. Mundi. 1974. pp. 46, 451-452
4. Sebastián Martín Alanguía Fernández. Adhesión a dentina. Odontología - operatoria dental. (www.monografias.com).
5. Padrós E, Padrós JL, Serrat A, Padrós E. Los enigmas de los adhesivos dentinarios. Arch Odontoestomatol 1992; 8(2):63-77.
6. Kenneth J. Anusavice, D.M.D., Ph.D. La Ciencia de los Materiales Dentales, de Phillips. 10° ed. México, McGraw-Hill 1998. pp: 25-30
7. Saavedra Barrena Pedro Ulises. “Comparación “*In Vitro*” del grado de resistencia adhesiva de los sistemas adhesivos single bond y adper single bond 2”. Trabajo de investigación requisito para optar al título de cirujano-dentista. Santiago de Chile 2006. pp. 55-58
8. O’Brien. Materiales Dentales y su selección. Buenos Aires. Panamericana. 1980. pp: 45-54
9. Federico H. Barceló Santana, Lizbeth Barajas de la Vega. “Estudio comparativo de adhesión a dentina por medio de resistencia al desalojo por empuje entre sistemas con y sin grabado ácido”. Revista Odontológica Mexicana. Vol. 11, No. 4. Diciembre 2007. pp. 181-184.
10. Quintero MA, Barceló F, Barrón A. Actualización de adhesivos para esmalte y dentina y otros sustratos. Primera parte. Práctica Odontológica 1995; 16(2): 18-23.
11. Dr. Carlos Carrillo S. “Dentina y Adhesivos dentinarios Conceptos Actuales”. Revista Asociación Dental Mexicana. Vol. LXIII, No. 2 Marzo-Abril 2006 pp. 45-51.

-
12. Robert G. Craig. Materiales de Odontología Restauradora. 10^a Ed. España. Harcourt Brace 1998. pp: 256-260
 13. Macchi. Materiales Dentales. 3^a Ed. Argentina. Panamericana. 2000 pp. 167-176.
 14. Nakabayashi, N., Pashley, D. H. Hybridization of dental hard tissues. Tokyo. Quintessence, 1998. p. 129
 15. Van Mererbeek. B.v e colabs. A TEM study of two water based adhesive systems bonded to dry and wet dentin. J. Dent. Res., v. 77, n.l, 1998. pp. 50-9.