



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

PROGRAMA DE TITULACIÓN POR ALTO PROMEDIO (TAP)

ESTUDIO COMPARATIVO DE TÉCNICAS DE
LABORATORIO PARA MEDIR LA FUERZA DE
ADHESIÓN, COMO RESISTENCIA AL
DESPRENDIMIENTO DE RESINAS COMPUESTAS
SOBRE ESMALTE Y DENTINA.

T E S I S

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:

JORGE OSWALDO GUERRERO LEDEZMA

TUTOR: Dr. FEDERICO HUMBERTO BARCELÓ SANTANA

ASESOR: Mtro. JORGE GUERRERO IBARRA



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.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a:

MI FAMILIA:

Que siempre me apoyo en las buenas y en las malas y que sin ellos nunca habría realizado mis sueños profesionales.

A ROCIO RAMÍREZ RAMÍREZ

Que siempre estuviste conmigo, gracias por tus consejos y tu aliento en toda mi carrera, eres el motivo para seguir adelante en todo lo que me proponga. Gracias por todo, TE AMO CHIO.

A VALERIA GUERRERO RAMÍREZ

Gracias por ser el motivo que nunca me dejo renunciar cuando estaba a punto de hacerlo, TE AMO hija, espero que algún día me dediques tu tesis y que seas orgullosamente Universitaria como tu papá y mamá.

A MI PAPÁ: JORGE GUERRERO IBARRA

Por tu gran apoyo moral y económico, sin tu ayuda jamás lo hubiera logrado, siempre has sido mi ejemplo a seguir y por lo tanto este trabajo no será el único que te dedique. Gracias por todo.

A MI MAMÁ: PILAR LEDEZMA RAMÍREZ

Gracias por nunca abandonarme, gracias por insistir en que siguiera estudiando, gran parte de este trabajo es gracias a ti, LO LOGRAMOS. Me enseñaste a amar el estudio y gracias a eso nunca dejare de seguir estudiando.

A GEORGINA Y GERMÁN

Por su apoyo y motivación, me enseñaron su pasión por la Universidad y me contagiaron de ella. Gracias.

A LA UNAM

Por formarme como profesional, por darme una segunda oportunidad, siempre seré orgullosamente UNAM.

A DIOS

Por darme la oportunidad de haber estudiado en la Universidad Nacional Autónoma de México, de poner en mí camino a la mujer de mi vida y darme una niña tan hermosa, sana e inteligente.

JORGE OSWALDO GUERRERO LEDEZMA.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Federico Humberto Barceló Santana, por su apoyo, tutoría y conocimientos que me brindo sobre el tema y su enseñanza.

Al Mtro. Jorge Guerrero Ibarra, por brindarme muchas horas de paciencia y dedicación en este trabajo, por darme la oportunidad de conocer la investigación y por todos sus consejos. Gracias Papá.

Al Laboratorio de investigación de Materiales Dentales de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Universidad Nacional Autónoma de México, por el apoyo brindado para realizar este trabajo.

Al laboratorio de computo de la facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional Autónoma de México, por su apoyo en los cálculos y manejo de software utilizados en este estudio.

A Ivoclar Vivadent México, por su apoyo y material brindado para realizar este trabajo.

A Heraeus Kulzer México, por su apoyo y material brindado para realizar este trabajo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por su formación brindada.

JORGE OSWALDO GUERRERO LEDEZMA.

ÍNDICE DE CONTENIDO.

INTRODUCCIÓN:.....	- 1 -
CAPÍTULO I.	- 5 -
ANTECEDENTES.	- 5 -
1.1. Adhesivos.	- 5 -
1.2. Técnicas de laboratorio.....	- 11 -
CAPÍTULO II.	- 15 -
DISEÑO EXPERIMENTAL.	- 15 -
2.1. Planteamiento del problema.	- 15 -
2.2. Justificación del estudio.	- 16 -
2.3. Objetivo general.	- 17 -
2.4. Objetivos específicos.	- 17 -
2.5. Hipótesis de trabajo.	- 19 -
2.6. Hipótesis nula.	- 19 -
CAPÍTULO III.....	- 20 -
METODOLOGÍA.....	- 20 -
3.1. Criterios de inclusión.....	- 20 -
3.2. Criterios de exclusión.	- 21 -
3.3. Variables dependientes.	- 22 -
3.4. Variables independientes.....	- 22 -
3.5. Material y equipo.....	- 23 -
3.6. Muestreo.	- 26 -
3.7. Método.....	- 27 -

3.7.1. Condición y almacenamiento de los dientes.....	- 27 -
3.7.2. Preparación de la superficie dentaria en esmalte.....	- 27 -
3.7.3. Aplicación de adhesivo y resina.	- 30 -
3.7.4. Prueba de fuerza de tensión por cizallamiento en esmalte.	- 33 -
3.7.5. Preparación de muestras para prueba de microfiltración, medición de la interfase diente/resina y desprendimiento al desalajo por empuje en esmalte y dentina.	- 34 -
3.7.6. Preparación de la cavidad en esmalte y dentina.	- 36 -
3.7.7. Aplicación de adhesivo y resina.	- 38 -
3.7.8. Prueba de desprendimiento al desalajo en esmalte y dentina.....	- 43 -
3.7.9. Prueba de microfiltración.	- 45 -
 RESULTADOS.	 - 47 -
 DISCUSIÓN.....	 - 59 -
 CONCLUSIONES.....	 - 65 -
 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	 - 66 -

ÍNDICE DE IMÁGENES.

Imagen.1. Número de artículos publicados entre 1982-2008.....	- 12 -
Imagen 1.1. Moldes de aluminio de 1 pulgada.....	- 28 -
Imagen 1.2, 1.3. Corona clínica recubierta con plastilina y muestra.....	- 29 -
Imagen 1.4. Preparación del esmalte mediante abrasión con papel abrasivo grano 600.....	- 30 -
Imagen 1.5. Aditamento de teflón para pruebas de cizalla.....	- 31 -
Imagen 1.6. Colocación de la resina en molde de teflón.....	- 31 -
Imagen 1.7. Fotocurado con lámpara Translux Power Blue.....	- 32 -
Imagen 1.8. Muestra de resina para prueba de cizalla.....	- 32 -
Imagen 1.9. Prueba de tensión en cizalla en máquina universal de pruebas mecánicas.....	- 33 -
Imagen 2.1. Moldes de acero inoxidable.....	- 34 -
Imagen 2.2. Montaje de diente en moldes de acero inoxidable.....	- 35 -
Imagen 2.3. Desgaste del esmalte con papel abrasivo de grano 600.....	- 36 -
Imagen 2.4. Preparación de la cavidad.....	- 37 -
Imagen 2.5. Equipo de precisión para centrar cavidad.....	- 37 -
Imagen 2.6. Colocación de resina compuesta.....	- 38 -
Imagen 2.7. Fotocurado con lámpara Translux Power Blue.....	- 39 -
Imagen 2.8. Termociclador desarrollado en el laboratorio de materiales dentales.....	- 40 -
Imagen 2.9. Interfase diente/resina a 500x.....	- 41 -
Imagen 2.10. Medición de la interfase diente/resina en Transformer 2003.....	- 41 -
Imagen 2.11. Colocación de esmalte de uñas y aplicación de la fucsina al 0.5%.....	- 42 -
Imagen 3.1. Máquina de corte fino Gilling Hamlo.....	- 43 -
Imagen 3.2, 3.3. Sistema de cilindro y pistón para desalajo y carga.....	- 44 -
Imagen 3.4. Microfiltración a 2x.....	- 45 -
Imagen 3.5. Sección de muestra.....	- 46 -
Imagen 3.6. Medición de la microfiltración.....	- 46 -

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Grupos para prueba de tensión por cizallamiento en esmalte, desprendimiento al desalojo por empuje en esmalte y dentina, medición interfase diente/resina y microfiltración.....	26 -
Tabla.4.1. Fuerza de tensión por cizallamiento en esmalte.	47 -
Tabla 4.2. Análisis estadístico en esmalte.	48 -
Tabla 4.3. Resistencia al desprendimiento al desalojo por empuje, en esmalte y dentina.	50 -
Tabla 4.4. Análisis estadístico en esmalte y dentina.	51 -
Tabla 4.5. Área de microfiltración en mm ² medidas en AutoCAD 2012.....	53 -
Tabla 4.6. Análisis estadístico de microfiltración.	54 -
Tabla 4.7. Distancia de interfase diente/resina medidas en Transformer 2003.....	56 -
Tabla 4.8. Análisis estadístico de interfase diente/resina.	57 -

ÍNDICE DE GRAFICAS.

Grafica 1.1. Promedio de fuerza de tensión por cizallamiento.....	49 -
Grafica 1.2. Promedio del desprendimiento al desalojo.....	52 -
Grafica 1.3. Promedio del área de microfiltración	55 -
Grafica 1.4. Promedio de la interfase diente/resina.....	58 -

INTRODUCCIÓN:

Con los años y cada día, el odontólogo se va enfrentando al surgimiento de nuevos materiales para uso odontológico, que ha generado un gran interés en el estudio e investigación de los mismos, sobre todo en el surgimiento de materiales de alta estética y con ello de los sistemas de adhesión.

Los sistemas adhesivos se utilizan cada vez más, y por ello el interés de los investigadores en conocer tanto las características químicas, como clínicas en relación a estos materiales, va aumentando considerablemente. Con el surgimiento de nuevas generaciones de los mismos, el interés del odontólogo de práctica general, por el costo, ahorro de tiempo y la reducción de pasos para su colocación, es mayor. El vínculo que existe entre un sustrato y los materiales dentales, es de gran importancia para el éxito clínico; para lograrlo, muchos investigadores se han dado a la tarea de conocer el comportamiento de sistemas adhesivos para usarse con materiales a base de resinas. Esto ha obligado al investigador a comprobar la efectividad de adhesión de todos y cada uno de los sistemas adhesivos, que cada vez más aparecen con mayor periodicidad.

Los organismos rectores sobre el control de calidad de los materiales dentales, han tomado en cuenta esto, y con ello el surgimiento de normas que especifiquen el manejo y pruebas físico-mecánicas a las que un material dental tendrá que someterse.

La importancia en el aumento de la adhesión en la odontología restaurativa, ha hecho evidente que se necesita información sobre el desempeño de los materiales que son demandados para la unión a la estructura dental. En ausencia de ensayos clínicos comparativos, se ha puesto mucho énfasis sobre la evaluación de la fuerza de adhesión, aunque las fuerzas de adhesión no pueden predecir un comportamiento clínico exacto, pueden ser útiles para el control de calidad de los lotes.

La ISO pretende con la especificación técnica TS11405 estandarizar en la medida de lo posible, diferentes procedimientos de laboratorio mediante los cuales el efecto o la calidad de una unión entre un material dental y la estructura del diente pueden ser fundamentadas.

Esta especificación menciona una manera de valorar la fuerza a la adhesión (tensión por cizallamiento), una prueba que mide la distancia marginal entre el material restaurador y esmalte o dentina, y una prueba de microfiltración, así como también recomendaciones en el uso clínico de pruebas para tales materiales. Al ganar experiencia con un sistema de pruebas específicas, una correlación entre el laboratorio y el rendimiento clínico de los materiales puede buscarse. Sin embargo, la calidad y la sofisticación de una prueba de laboratorio no pueden compensar el hecho de que la evidencia final de las propiedades adhesivas debe ser una prueba clínica. Aunque en esta especificación técnica se describen las características esenciales de los diversos tipos de pruebas in Vitro para mediciones de la fuerza de adhesión (tensión por cizallamiento), microfiltración y medición de interfase diente/resina, se han propuesto otras maneras de medir adhesión, pretendiendo simular más las condiciones clínicas, siendo una de estas, la prueba de desalojo, donde el material es desalojado por empuje de una cavidad preparada sobre esmalte y dentina, antes de lo cual se puede medir la distancia marginal y la microfiltración, reduciéndose a una sola muestra para las tres pruebas.

Los adhesivos dentinarios de autograbado ofrecen un avance significativo en la reducción de pasos con relación a los de grabado ácido, además de los beneficios ya conocidos de adhesión a esmalte y dentina, sin embargo en su uso clínico, existen algunos estudios comparativos con respecto a la fuerza de unión a dentina de sistemas con y sin grabado ácido, reportando la mayoría de estos, valores menores con los sistemas de autograbado. Así mismo las técnicas que se han empleado para realizar estas valoraciones son: tensión por cizallamiento, medición de interfase diente/resina y de microtensión, pero ninguna por el método de desalojo por empuje.

CAPÍTULO I.

ANTECEDENTES.

1.1. Adhesivos.

El primer intento para lograr adhesión a los tejidos dentales corresponde al químico suizo Oscar Hagger, quien en 1949 patentó en su país un producto basado en el dimetilmacrilato del ácido glicerofosfórico, que en la compañía amalgamated/De Traylo comercializó con el nombre de Sevitron Catitry Seal conjuntamente con Servitrol, una resina acrílica restauradora autopolimerizable.^{1.}

Sin embargo, la adhesión a esmalte se inició con Michael Bounocore en 1955 y se produjo a través de la creación o establecimiento de una traba mecánica entre el adhesivo y la estructura dental, mediante el uso de un ácido grabador (ácido fosfórico originalmente al 85%)², mientras que la adhesión a dentina es un proceso dinámico, el cual es discutido y objeto de estudio en nuestros días. La heterogeneidad estructural, la presencia de fluido dentinal y la baja energía superficial, son algunas de las particularidades que hacen de este tejido un sustrato adherente especial para los diferentes sistemas adhesivos.^{3.}

La gran paradoja en la historia de la adhesión dental radica en que el trabajo de Bounocore permaneciera prácticamente inadvertido durante cerca de dos décadas, probablemente ello fue debido a que el material basado en metilmetacrilato, a cuya mejora de retención se orientó originalmente la propuesta, estaba en aquella época extinguiéndose ante la entonces hegemónica presencia del silicato, a causa de la principal limitación de aquel material (contracción de polimerización). Por ello, el grabado ácido adquirió vigencia solamente cuando aparecieron nuevos materiales poliméricos que prontamente se hicieron conocidos como resinas compuestas.¹

La idea precursora de las resinas compuestas se le adjudica a KNOCK y GLENN, quienes en 1951 con fines odontológicos propusieron incorporar partículas cerámicas de relleno a las resinas.¹

Rafael Bowen patentó en 1962 su conocido monómero Bis-GMA (producto de reacción entre un Bisfenol y el metacrilato de glicidilo) o simplemente fórmula de Bowen. De esta manera se dió inicio al desarrollo propiamente dicho de materiales poliméricos capaces de adherirse al esmalte. Para alcanzar tal meta, NEWMAN y SHARPE en 1966 tuvieron que modificar la consistencia del citado material eliminando virtualmente su relleno cerámico, a fin de producir una resina de muy baja viscosidad, la cual fue la primera en lograr adherirse al esmalte.^{1, 4.}

A partir de los años setenta, se han desarrollado nuevos productos denominados adhesivos a dentina o sistemas de unión, con los que se utiliza el ácido grabador (ácido fosfórico)⁵ como acondicionador del sustrato, eliminando el barro dentinario y dejando descubiertas las fibras de colágeno para después colocar el primer e inmediatamente el adhesivo o bond, o estos dos últimos en una sola intención para formar la capa híbrida.⁶

Hasta la década de los 70's no se retiraba el barro dentinario, ya que los sistemas adhesivos de entonces eran compatibles con el sustrato dentinario, y, por lo tanto, la adhesión se daba entre el adhesivo y el barro dentinario. Se trataba de una unión muy frágil que terminaba rompiéndose en el momento de la contracción de polimerización de la resina compuesta.¹

Durante casi medio siglo de adhesión al esmalte, su gran efectividad, confiabilidad y su mínima susceptibilidad a las técnicas observadas desde el comienzo del uso de estos materiales, prácticamente han suprimido la necesidad de modificar el procedimiento clínico original. Son pequeñas excepciones: la reducción en la concentración del ácido fosfórico (del original 85%, al 30 ó 40%)⁴, la disminución en su tiempo de aplicación (de los 60 segundos originales a solo 15) y su presentación alternativa en forma de gel.^{1, 4.}

Desde el principio se logró un gran éxito en el proceso de unión al esmalte, luego se pretendió extender el acondicionamiento ácido a la dentina pero sin obtener el éxito esperado, esto se debió a que al retirar la capa de barro dentinario aumenta el diámetro de los túbulos dentinarios, y el ácido produce en la superficie de la dentina un nivel de humedad incompatible con las características hidrófobas de los adhesivos utilizados.^{1, 2.}

Por tal motivo se dividió el adhesivo en dos componentes. El primero, llamado Imprimador o “Primer” (más fluido e hidrófilo), con la función de penetrar en las irregularidades húmedas de la dentina desmineralizada. El segundo, llamado adhesivo o “Bond” (que corresponde al adhesivo) que es una resina fluida hidrófoba que tiene por objeto recubrir al primero y unirlo con la resina compuesta. Ese fue el comienzo de la era de los adhesivos que emplean el acondicionamiento ácido total.^{4, 7.}

A finales de los años 90’s aparecieron los sistemas adhesivos autograbadores, éstos se basan en el uso de monómeros ácidos que acondicionan, imprimen y se adhieren al tejido dental.^{8.}

En lo que respecta a la técnica de utilización, la gran ventaja de los adhesivos autograbadores consiste en prescindir del acondicionamiento¹ con ácido fosfórico⁵. Con ello se elimina, así mismo, la fase de lavado del ácido, el cambio de barreras y el secado, manteniendo la dentina húmeda.^{2.}

Los sistemas adhesivos actuales se comportan muy bien en lo referente a su unión con el esmalte, ya que este, después de volverse poroso (por la aplicación previa de ácido) se lava y seca totalmente, lo cual hace viable la adecuada penetración del adhesivo hidrófobo. De esta manera es posible conseguir una perfecta adhesión de la resina compuesta a los márgenes de una cavidad totalmente circundada por esmalte; sin embargo, el problema persistía en cavidades de clase II o V, con margen gingival en cemento y dentina.^{1,7.}

El mecanismo de adhesión de los sistemas autograbadores, se basa en el fenómeno de hibridación dentinal al igual que los sistemas adhesivos con grabado ácido⁸, además de la modificación, transformación e inclusión del barro dentinario en la capa híbrida, con la diferencia de que los tags de resina que se logran obtener con el uso de los sistemas autograbadores, son más cortos y de menor diámetro que los obtenidos con los sistemas con grabado ácido, y que las fibras de colágeno no están totalmente desprovistas de la hidroxiapatita que las cubre.^{9.}

De acuerdo a Van Meerbeek y otros (2000)¹⁰, este mecanismo de adhesión es menos agresivo que aquellos que utilizan la técnica de grabado ácido convencional, al parecer permiten un sellado eficaz de los túbulos dentinarios y márgenes cavitarios durante más tiempo (in vitro), porque gracias a la interacción química entre la hidroxiapatita y el monómero, mejora significativamente la resistencia al proceso de degradación hidrolítica del adhesivo y asegura una posición estable del mismo.¹¹

Un aspecto importante a tomar en cuenta es el grosor de la capa del adhesivo, que se logra obtener después de aplicar un sistema autograbadador moderado, que es menor a la que se obtiene cuando se emplea un sistema adhesivo con grabado ácido. Según Blunck (2002)¹², el grosor de la capa adhesiva es un factor secundario en los sistemas autograbadadores, porque su mecanismo de adhesión principal se basa en la disolución, transformación e incorporación del barro dentinario como parte funcional de la zona de hibridización dentinal y en la interacción molecular entre la hidroxiapatita remanente y el monómero adhesivo.¹²

Así mismo, la técnica que se ha empleado para realizar pruebas in vitro de adhesión son de tensión y de microtensión.^{13, 14} La técnica de desalojo propuesta por Wakefield¹⁵ y modificada por Barceló,¹⁶ se ha utilizado en pocos estudios y en ninguno con sistema de autograbado.

1.2. Técnicas de laboratorio.

A través de los años, los clínicos se han basado en las pruebas de laboratorio para elegir los sistemas adhesivos a utilizar en su vida diaria. A pesar de que la validéz de las pruebas de rendimiento de resistencia de unión de los adhesivos dentales es cuestionable, datos recientes muestran que los resultados clínicos pueden hasta cierta medida, ser estimados con base en los resultados de laboratorio.^{17.}

Hasta mediados de los años noventa, pruebas de corte y fuerza de adherencia a la tracción se realizaron exclusivamente en muestras de gran área de unión, por lo general de 3 a 6 mm de diámetro aproximadamente. Sin embargo la necesidad de superar limitaciones condujeron a la utilización de muestras con la unión en pequeñas áreas, la denominada micro-tracción y pruebas de micro-corte.^{17.}

A pesar de la creciente popularidad de las micro pruebas de resistencia y la crítica de la que padece el método convencional de tracción, el número de artículos de "macro" pruebas publicadas en los últimos años sigue siendo alta, lo que significa que muchos de los datos disponibles acerca de los tratamientos de adhesión aún provienen de los ensayos mecánicos realizados en las muestras con grandes zonas de unión (Fig. 1).¹⁷

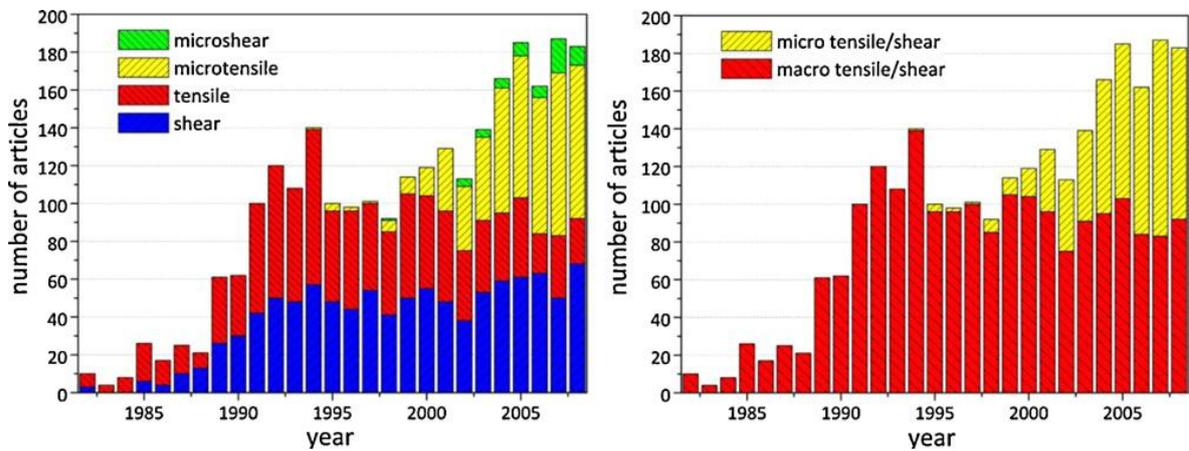


Imagen.1.Roberto R. Braga*, Josete B.C. Meira, Leticia C.C. Boaro, Tathy A. Xavier. Número de artículos publicados entre 1982-2008.

La preferencia de método convencional y ensayos de tracción se justifica, porque son fáciles de realizar, requieren un equipo mínimo y preparación de muestras. Sin embargo, una gran cantidad de información se puede encontrar, entre otras: variables de las pruebas "micro" como pruebas de fuerza de adhesión.¹⁸

Comentarios publicados en el pasado evidencian una preocupación por el sustrato, la vinculación y las condiciones de almacenamiento de muestras, sólo mínimamente para discutir las variables de la prueba mecánica.¹⁹

La Organización Internacional de Estandarización (ISO) en la especificación técnica ISO TS 11405²⁰, publicado en 1994 y revisado por última vez en 2003, refleja esta tendencia, describe con mayor detalle las características y preparación del sustrato (diente), el procedimiento de adhesión, como resultado, una amplia variedad de protocolos experimentales se encuentran entre los investigadores, con efecto evidente sobre los resultados.¹⁹

Una revisión sistemática con meta-análisis identificó un área de vinculación: modo de prueba (cortante, tracción o micro-tracción) y velocidad de cruceta como los factores que influyen significativamente en una fuerza de unión, junto con varios otros relacionados con el sustrato, la muestra, condiciones de almacenamiento y envejecimiento por temperatura (termociclado).¹⁹ El tipo de dispositivo utilizado para la aplicación de carga mostró también afectar los resultados.

En encuestas recientes de diferentes estudios podemos encontrar que la mayoría utilizaron zonas de unión entre 3 y 4 mm de diámetro (57%), mientras que el 4% no incluye esta información. Todos los estudios informaron de la velocidad de la cruceta, entre 0,5 y 1.0 mm/min, siendo estos, los valores más frecuentes (46 y 41%), respectivamente.¹⁹

CAPÍTULO II.

DISEÑO EXPERIMENTAL.

2.1. Planteamiento del problema.

La necesidad de conocer in Vitro el comportamiento de sistemas adhesivos para usarse con materiales a base de resinas compuestas, ha obligado al investigador a comprobar la efectividad de los mismos con pruebas de resistencia a la adhesión (en esmalte y dentina), pruebas de sellado marginal (microfiltración y medición de interfase diente/resina) y desprendimiento al desalojo por empuje. Estas pruebas comúnmente se realizan por separado y en diferentes órganos dentarios, resultando problemático relacionar los valores obtenidos en las diferentes pruebas. Por lo cual nos planteamos la siguiente pregunta de investigación.

¿Se podrá desarrollar una técnica donde se mida tensión por cizallamiento, microfiltración, medición de la interfase diente/resina y desprendimiento al desalojo por empuje en una sola muestra?

2.2. Justificación del estudio.

En este estudio se pretende aplicar una nueva metodología que simulando condiciones clínicas, que permitan medir tanto fuerza de tensión por cizallamiento, microfiltración, medición de la interfase diente/resina y desprendimiento al desalojo por empuje en un solo diente, siguiendo los procedimientos de la especificación ISO TS1140. Ya que se carece de ensayos clínicos comparativos, este estudio puede ser de gran ayuda en el control de calidad de los lotes y reducir el tiempo de experimentación en el laboratorio.

2.3. Objetivo general.

Implementar una metodología para valorar en una sola muestra, fuerza de tensión por cizallamiento, desprendimiento al desalojo por empuje, medición de la interfase diente/resina y microfiltración en esmalte y dentina de acuerdo a la especificación ISO11405.

2.4. Objetivos específicos.

- Determinar la fuerza de tensión por cizallamiento, desprendimiento al desalojo por empuje, medición de la interfase diente/resina y microfiltración en esmalte y dentina en una sola muestra, con el sistema adhesivo autograbable Adper Easy One 3M dental ESPE, Filtek Z350. (EO/FZ)
- Determinar la fuerza de tensión por cizallamiento, desprendimiento al desalojo por empuje, medición de la interfase diente/resina y microfiltración en esmalte y dentina en una sola muestra, con el sistema adhesivo autograbable OptiBond all in one de kerr/Herculite Précis. (OB/HP)

- Determinar la fuerza de tensión por cizallamiento, desprendimiento al desalojo por empuje, medición de la interfase diente/resina y microfiltración en esmalte y dentina en una sola muestra, con el sistema adhesivo autograbable I Bond self Etch 6350 de Heraeus Kulzer, Germany/ Charisma Opal 63450. (IBS/Ch)
- Determinar la fuerza de tensión por cizallamiento, desprendimiento al desalojo por empuje, medición de la interfase diente/resina y microfiltración en esmalte y dentina en una sola muestra, con el sistema adhesivo autograbable One F Vivapen de Ivoclar Vivadent/Empress Direct. (OF/ED)
- Determinar la fuerza de tensión por cizallamiento, desprendimiento al desalojo por empuje, medición de la interfase diente/resina y microfiltración en esmalte y dentina en una sola muestra, con el sistema adhesivo Excite F de Ivoclar Vivadent/Empress Direct. (EF/ED)
- Comparar y correlacionar los resultados de todos los grupos.

2.5. Hipótesis de trabajo.

La valoración de la fuerza de tensión por cizallamiento, desprendimiento al desalojo por empuje, medición de la interfase diente/resina y microfiltración, se podrá realizar en un solo órgano dentario.

2.6. Hipótesis nula.

La valoración de la fuerza de tensión por cizallamiento, desprendimiento al desalojo por empuje, medición de la interfase diente/resina y microfiltración, no se podrá realizar en un solo órgano dentario.

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA.

3.1. Criterios de inclusión.

- Dientes molares superiores e inferiores extraídos por indicaciones quirúrgicas u ortodónticas.

- Dientes molares con esmalte sano libre de caries.

- Dientes molares con dentina sana libre de caries.

- Dientes molares con no más de 3 meses de extraídos.

- Dientes molares hidratados y en refrigeración.

- Sistemas de adhesión:
 - Adper Easy One.
 - OptiBond all in one
 - I Bond self-Etch
 - One F Vivapen
 - Excite F

- Resinas compuestas:
 - IPS Empress Direct
 - Charisma Opal 63450
 - Herculite Précis
 - Filtek Z350

3.2. Criterios de exclusión.

- Dientes incisivos centrales, laterales, caninos y premolares.
- Dientes con caries en esmalte.
- Dientes con caries en dentina.
- Dientes fracturados.
- Dientes molares con más de 3 meses de extracción.
- Dientes molares no hidratados.
- Todos los sistemas de adhesión no incluidos en los criterios de inclusión.
- Todas las resinas no incluidas en los criterios de inclusión.

3.3. Variables dependientes.

- Microfiltración.
- Tensión por cizallamiento.
- Interfase diente/resina.
- Desprendimiento al desalajo por empuje.

3.4. Variables independientes.

- Sistemas adhesivos.
- Resinas compuestas.

3.5. Material y Equipo.

- 100 dientes humanos.
- Acrílico autopolimerizable Nic-tone. Manufacturera Dental Continental. Guadalajara Jalisco, México.
- Moldes de aluminio de 1 pulgada de diámetro interno para montar muestras.
- Moldes de acero inoxidable con diámetro interno de 14.5 mm para montar muestras.
- Vaselina.
- Losetas de vidrio de 7.5 x 15.0 cm x 3 mm.
- Plastilina.
- Agua bidestilada.
- Papel abrasivo de carburo de silicio 600 y 2000. Fandelli, México.
- Moldes de teflón con orificio central de 3 mm de diámetro.
- Pulidor metalográfico modelo Buehler LTD st; N° serie 143-N-18221. Evanston Illinois, U.S.A.
- Lámpara de fotopolimerización. Translux Power Blue, Heraeus Kulzer GmbH, N° serie 060JL577. Italia.
- Radiómetro de intensidad de curado, Demetron, modelo 200. Danbury, U.S.A.
- Cronómetro Cole Parmer. U.S.A.
- Vernier digital con aproximación de 150 mm, Mitutoyo, modelo CD-4CSX, N° serie 06609197. Kawasaki, Japón.
- Espátula de teflón para manipular resinas.
- Fresas de diamante de barril de 5 mm, SS White. USA.
- Pieza de mano de alta velocidad, Midwest Quiet-air, N° serie A626987. U.S.A.

- Motor de baja velocidad, Dremel multipro 3956-02, modelo 325 de 35000 rpm, N° serie f013030bj. U.S.A.
- Fresón de baja velocidad de carburo.
- Máquina de corte fino marca Gilling Hamlo. Rochester N.Y., U.S.A.
- Máquina Universal de Pruebas Mecánicas INSTRON, modelo 5567, N° serie 55677P7728. Masachuset, U.S.A.
- Aditamentos de teflón, Ultradent. Utah, U.S.A.
- Termociclador desarrollado en el laboratorio de materiales dentales de la división de estudios de posgrado, patente pendiente. México.
- Microscopio óptico Lehz Wetzlar, N° serie 663954. Germany.
- Transformador Ernst Lehz GmbH Wetzlar, de 50/60 Hz, Serie 179202. Germany.
- Microscopio estereoscópico, marca Carl Zeiss 2x, N° serie 42600 con gradilla de medición Carl Zeiss W-PI10x/23, N° serie 1217132. Germany.
- Microscopio estereoscópico MSC-10 marca Lomo, N° serie N9117390. Rusia.
- Sistema de cilindro y pistón para colocar muestras para su desalajo. México.
- Equipo de precisión para realizar cavidades, patente pendiente. México.
- Frascos contenedores.
- Solución de Fucsina básica al .5% de farmacia París, México.
- Esmalte para de uñas. Renova. México.
- Adhesivo Adper Easy One. 3M dental ESPE, N° Lote 389793. U.S.A.(EO/FZ)
- 1 Jeringa de resina compuesta Filtek Z350, de 3M dental ESPE A2, N° Lote 169218 St. Paul. U.S.A. (EO/FZ).
- Adhesivo autograble OptiBond all in one, de kerr, N° lote 33382. U.S.A. (OB/HP)
- 1 Jeringa de resina compuesta Herculite Précis de Kerr A2, con N° Lote 3277940. U.S.A. (OB/HP)

- Adhesivo autograbable I Bond self-Etch 6350, de Heraeus Kulzer, con N° Lote 10103. Germany. (IBS/Ch)
- 1 Jeringa de resina compuesta Charisma Opal 63450 de Heraeus Kulzer, con N° Lote 010026. Germany. (IBS/Ch)
- Adhesivo autograbable One F Vivapen de Ivoclar Vivadent, con N° de Lote P15101. Liechtenstein. (OF/ED)
- 3 Jeringas de resina compuesta IPS Empress Direct A2 de Ivoclar Vivadent, con N° de Lote P13312. Liechtenstein.
- Adhesivo Excite F de Ivoclar Vivadent, con N° de lote P17503. Liechtenstein. (EF/ED)
- 1 Jeringa de ácido fosfórico al 37%, Pro Densa, con N° de Lote 2101101, hecho en México.
- Software de diseño de imagen de Microsoft para Windows, AutoCAD 2012 de AutoDesk. U.S.A.
- Software de medición. Transformer 2003 para Windows. México.

3.6. Muestreo.

Se emplearon 100 terceros molares divididos en 5 grupos de 20 molares cada uno realizando 4 pruebas en cada diente:

Fuerza de adhesión a esmalte por cizalla.	EO/FZ 20 muestras	OB/HP 20 muestras	IBS/Ch 20 muestras	OF/ED 20 muestras	EF/ED 20 muestras	Total 100 muestras
Fuerza de adhesión a esmalte y dentina por desalojo.	EO/FZ 20 muestras	OB/HP 20 muestras	IBS/Ch 20 muestras	OF/ED 20 muestras	EF/ED 20 muestras	100 muestras
Microfiltración.	EO/FZ 20 muestras	OB/HP 20 muestras	IBS/Ch 20 muestras	OF/ED 20 muestras	EF/ED 20 muestras	100 muestras
Interfase diente/resina.	EO/FZ 20 muestras	OB/HP 20 muestras	IBS/Ch 20 muestras	OF/ED 20 muestras	EF/ED 20 muestras	100 muestras

Tabla 1. Grupos para prueba de tensión por cizallamiento en esmalte, desprendimiento al desalojo por empuje en esmalte y dentina, medición interfase diente/resina y microfiltración.

3.7. Método.

3.7.1. Condición y almacenamiento de los dientes.

Se utilizaron 100 terceros molares permanentes de personas de 16 a 40 años de edad, extraídos entre uno y seis meses para que no sufrieran cambios degenerativos en la proteína dentinaria.

Inmediatamente después de la extracción, los dientes se lavaron en agua corriente, toda la sangre y tejidos adheridos fueron eliminados.

Los dientes se colocaron en agua destilada de acuerdo a ISO 3696. Posteriormente se almacenaron a 4 ° C. Para minimizar el deterioro, el agua se reemplazó periódicamente.

3.7.2. Preparación de la superficie dentaria en esmalte.

Se montaron 20 dientes para cada uno de los 5 grupos para prueba de cizalla en moldes de aluminio de 1 pulgada de diámetro interno, para controlar el plano y el ángulo de la superficie durante la preparación. (Imagen 1.1).



Imagen 1.1. Moldes de aluminio de 1 pulgada.

Se colocó vaselina en toda la superficie interna de los moldes de aluminio y en la superficie de la loseta de vidrio, para tener un control de desalajo de las muestras después de la polimerización del PMM (Poli Metil Metacrilato).

Se colocó plastilina en la corona clínica de cada uno de los dientes antes de ser montados, para evitar el contacto con el PMM con la superficie del diente. (Imagen 1.2) El PMM fue preparado en proporción 3:1 y agregado en porciones pequeñas al diente para que el calor de la polimerización no afectara negativamente al diente.

La parte vestibular del diente se colocó por encima de la superficie superior del material de montaje aproximadamente 3 mm para que el pulido pudiera realizarse sin contaminar la superficie del diente con restos de material de montaje. (Imagen 1.3) Se colocó el diente ya montado, en agua a 23 ± 2 °C inmediatamente después del montaje.

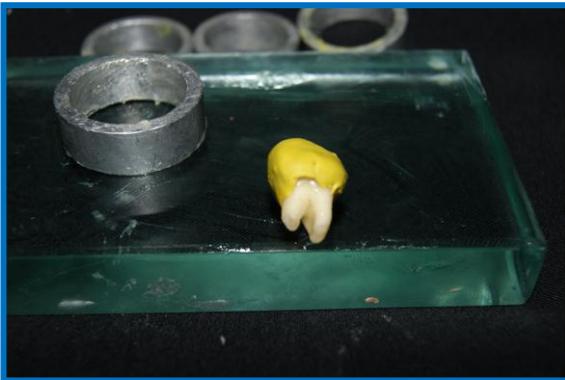


Imagen 1.2. Corona clínica recubierta con plastilina.



Imagen 1.3. Montaje de la muestra con PMM.

Se preparó la superficie de esmalte del diente abracionándolo con papel abrasivo de carburo de silicio de grano 600 de acuerdo con la ISO 6344-1:1998, tamaño de grano medio $25,8 \pm 1$ micras, bajo chorro de agua, mediante pulidor metalográfico. (Imagen 1.4) Se desgastó hasta conseguir una superficie paralela con el borde del molde de aluminio, cuidando de no llegar a dentina.



Imagen 1.4. Preparación del esmalte mediante abrasión con papel abrasivo grano 600.

Inmediatamente después de haber preparado la superficie de esmalte abrasionado, se colocó la muestra en agua para evitar su deshidratación.

3.7.3. Aplicación de adhesivo y resina.

Mediante aditamentos de teflón, se montaron las muestras para la prueba de cizalla (Imagen 1.5), ya colocadas cada una de las 20 muestras de los 5 grupos, se aplicó el sistema adhesivo y resina correspondiente. La superficie del diente preparada para la aplicación del adhesivo fue pre acondicionada de acuerdo a las instrucciones del fabricante para EF/ED y EO/FZ utilizados en este estudio, con grabado ácido fosfórico al 37% durante 15 segundos, aunque EO/FZ es un sistema autograbable, el fabricante recomienda un previo grabado ácido para mayor adhesión a esmalte, por lo que en nuestro estudio se optó por realizar el grabado en este sistema.

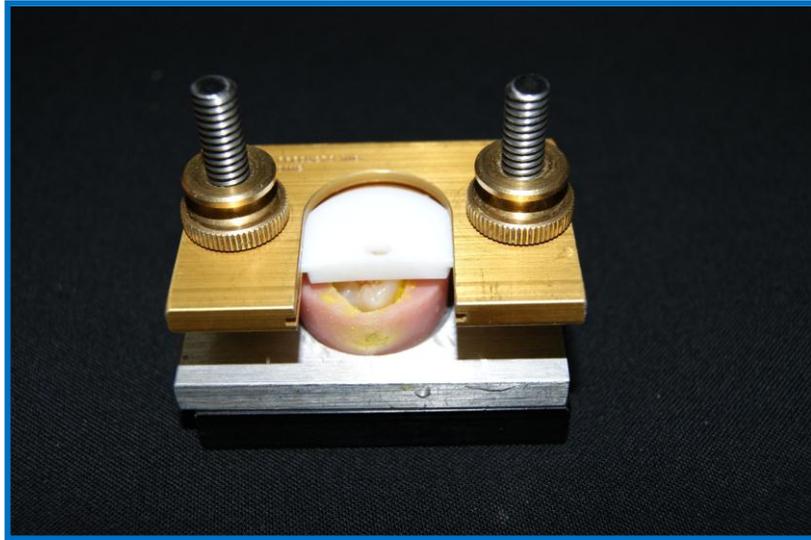


Imagen 1.5. Aditamento de teflón para pruebas de cizalla.

Posteriormente se colocó la resina apoyándose en moldes de montaje fabricados de teflón y espátulas para colocar resina (Imagen 1.6). El procedimiento se realizó a $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ y $50\pm 5\%$ de humedad relativa como lo indica la especificación ISO TS11405.

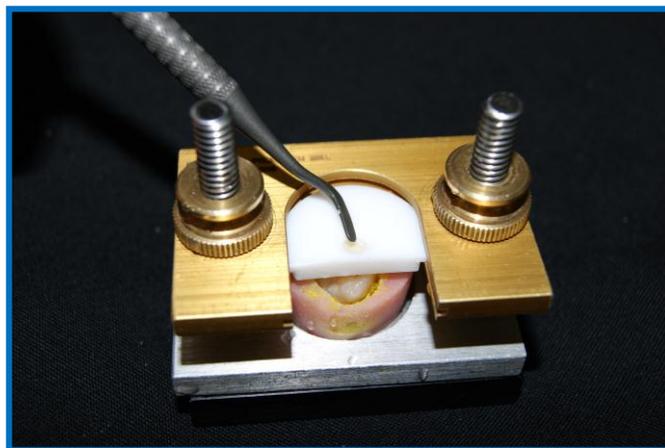


Imagen 1.6. Colocación de la resina en molde de teflón.

Se fotopolimerizó tanto sistema adhesivo como resina compuesta como lo indica el fabricante con la lámpara de fotopolimerización con intensidad lumínica de 600 mW/cm^2 en cada uno de los 5 grupos de tensión por cizallamiento. (Imagen 1.7).

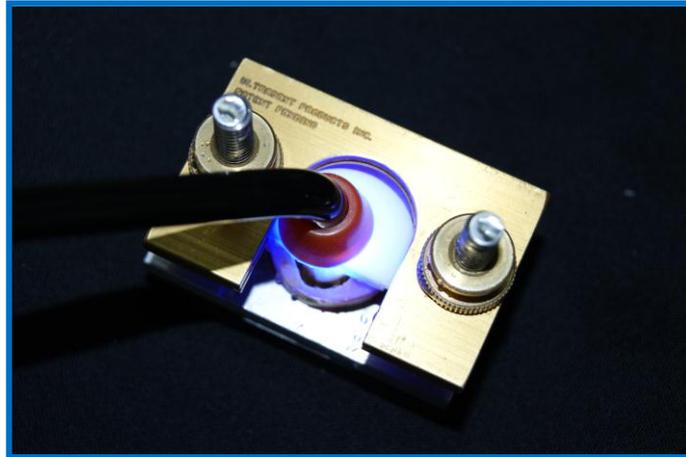


Imagen 1.7. Fotocurado con lámpara Translux Power Blue.

Se retiró el aditamento de teflón para obtener las muestras con resina (Imagen 1.8) y se almacenaron en agua a $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ por 24 horas después de su colocación.

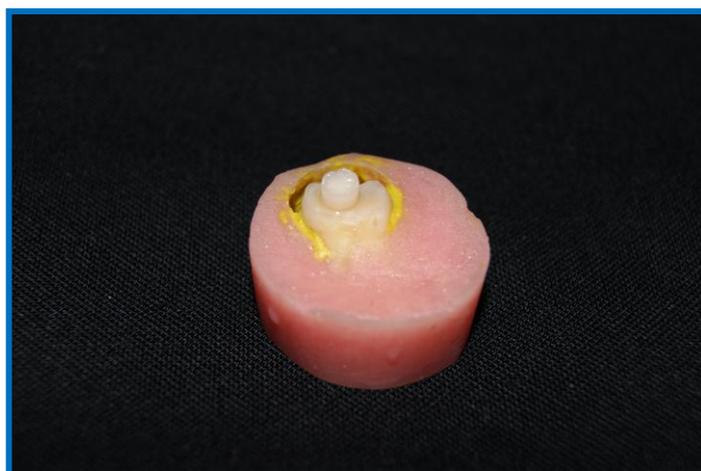


Imagen 1.8. Muestra de resina para prueba de cizalla.

3.7.4. Prueba de fuerza de tensión por cizallamiento en esmalte.

Después del almacenamiento a 23 ± 2 °C durante 24 horas se realizó la prueba de tensión por cizallamiento, para lo cual se calculó el área de la muestra midiendo el diámetro mediante un vernier digital para c/u de las muestras con la fórmula:

$$A = \pi \cdot r^2$$

Dónde: $\pi = 3.141615$

$r^2 =$ radio al cuadrado

Se montó cada una de las 20 muestras de los 5 grupos en el aditamento para la prueba de tensión por cizallamiento y se colocó en la máquina universal de pruebas mecánicas INSTRON y se cargó, a una velocidad de cruceta de $0,75 \pm 0,30$ mm como lo indica la especificación ISO TS11405. (Imagen 1.9).

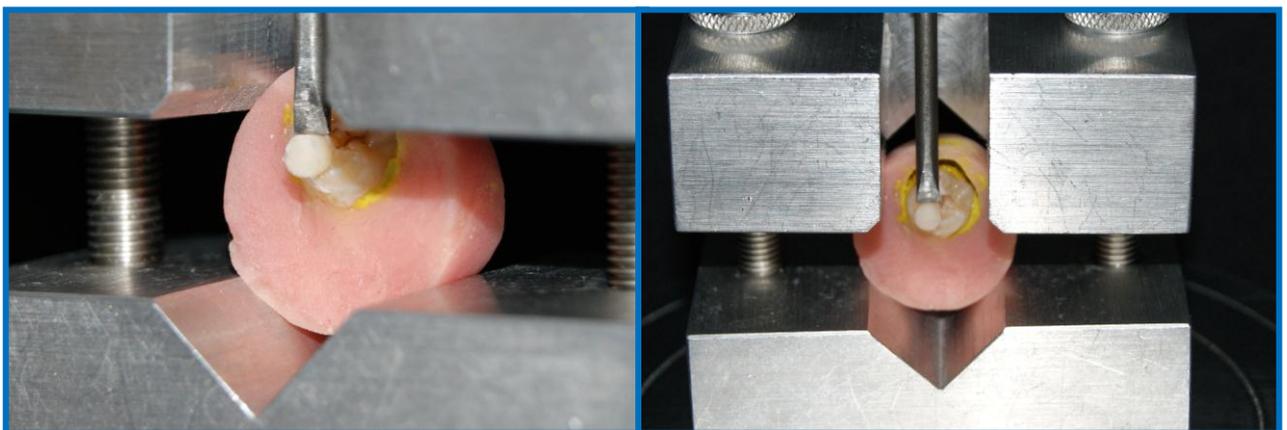


Imagen 1.9. Prueba de tensión en cizalla en máquina universal de pruebas mecánicas.

Posteriormente se determinó el tipo de falla con ayuda de un microscopio estereoscópico a 20 X.

3.7.5. Preparación de muestras para prueba de microfiltración, medición de la interfase diente/resina y desprendimiento al desalajo por empuje en esmalte y dentina.

24 horas después de realizadas las pruebas de tensión por cizallamiento, se desmontaron las 20 muestras con un motor de baja velocidad Dremel y fresón de carburo en forma de pera. Los dientes recuperados fueron almacenados en agua y en refrigeración.

Inmediatamente se montaron los 20 dientes para cada uno de los siguientes 5 grupos en moldes de acero inoxidable con diámetro interno de 14.5 mm con PMM controlando el plano y el ángulo de la superficie. (Imagen 2.1).



Imagen 2.1. Moldes de acero inoxidable.

Se colocó vaselina en toda la superficie interna de los moldes de acero inoxidable y en la loseta de vidrio para tener un control de desalajo de las muestras después de la polimerización del PMM.

El diente centrado se colocó perpendicular y por encima de la superficie superior del PMM (3 mm aproximadamente), para que el desgaste de la cara oclusal se realizara sin contaminar la superficie del diente con restos de PMM, (Imagen 2.2), este se agregó en porciones pequeñas para que el calor de la polimerización no afectara negativamente al diente como lo indica la especificación ISO TS11405.



Imagen 2.2.Montaje de diente en moldes de acero inoxidable.

Una vez montados los dientes, se desgastó la superficie oclusal con papel abrasivo de carburo de silicio de grano 600, bajo chorro de agua en un pulidor metalográfico, (imagen2.3) desgastando hasta que la superficie fuera paralela con el eje longitudinal del diente.



Imagen 2.3. Desgaste del esmalte con papel abrasivo de grano 600.

Inmediatamente después de haber desgastado la superficie, se colocó la muestra en agua para evitar su deshidratación.

3.7.6. Preparación de la cavidad en esmalte y dentina.

24 horas después se preparó una cavidad en esmalte y dentina del diente, con un ángulo cavo superficial de 90° , usando una fresa de diamante de barril de 5 mm, montada a una pieza de mano de alta velocidad a 4000 rpm, con sistema de refrigeración. (Imagen 2,4).

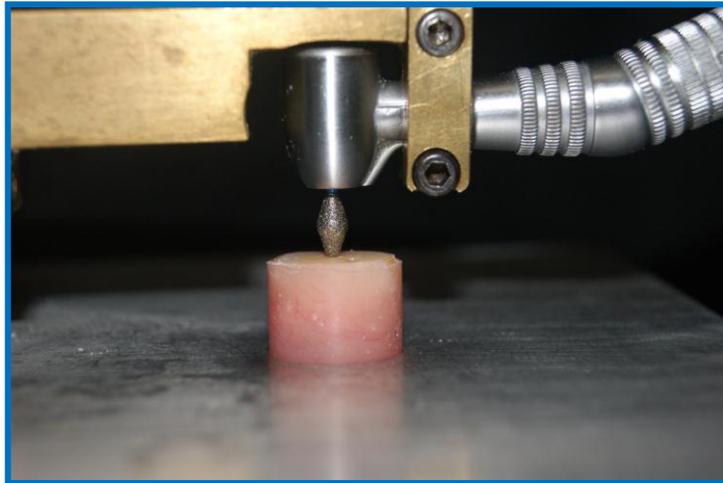


Imagen 2.4. Preparación de la cavidad.

Mediante equipo de precisión para realizar cavidades, se adaptó un sistema para colocar centrada la cavidad, cambiando de fresa cada 5 cavidades.

(Imagen 2.5).

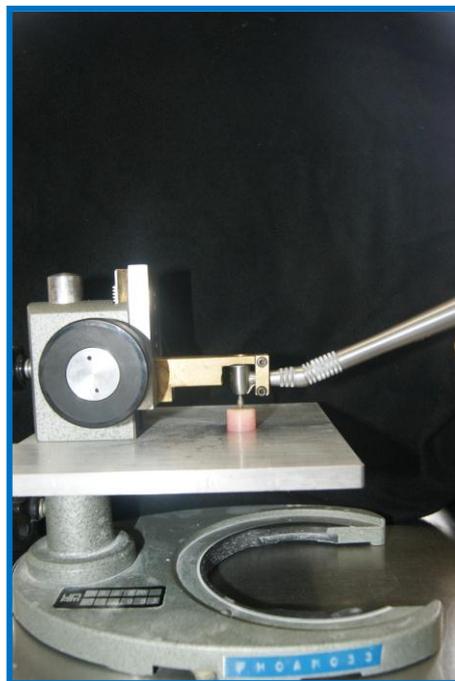


Imagen 2.5. Equipo de precisión para centrar cavidad.

Este procedimiento se repitió en cada una de las 20 muestras de los 5 grupos destinados para la prueba de microfiltración, medición de interfase diente/resina y desprendimiento al desalojo por empuje.

3.7.7. Aplicación de adhesivo y resina.

La cavidad del diente preparada para la aplicación del adhesivo fue pre acondicionada de acuerdo a las instrucciones del fabricante para los sistemas adhesivos EF/ED y EO/FZ a utilizar en este estudio, utilizando ácido fosfórico al 37% durante 15 segundos. (Imagen 2.6).



Imagen 2.6. Colocación de resina compuesta.

Este procedimiento se realizó a 23 ± 2 °C y 50 ± 5 % de humedad relativa como lo indica la especificación ISO TS11405.

Se fotopolimerizó tanto sistema adhesivo como resina compuesta como lo indica el fabricante a una intensidad lumínica de 600 mW/cm^2 con la lámpara de fotopolimerización. (Imagen 2.7).

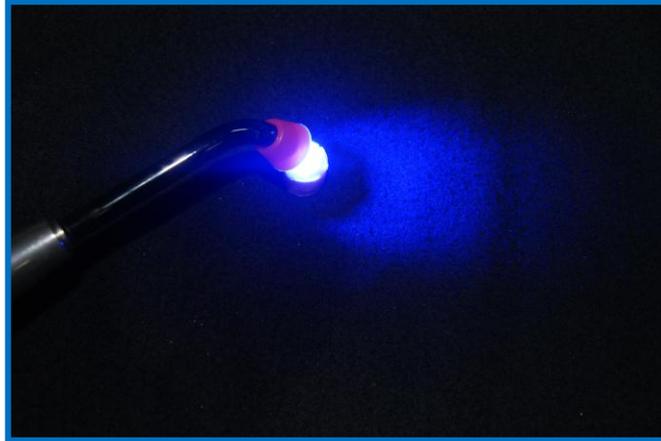


Imagen 2.7. Fotocurado con lámpara Translux Power Blue.

Ya realizado este procedimiento, se almacenaron las muestras en agua por 24 horas. Posterior a las 24 horas de almacenamiento se realizó el proceso de envejecimiento por temperatura en termociclador desarrollado en el laboratorio de materiales dentales, durante 8 horas para completar 500 ciclos de 1 minuto cada uno, de $55 \pm 5^\circ\text{C}$ a $5 \pm 5^\circ\text{C}$ con un tiempo de permanencia de 20 segundos en cada temperatura y 10 segundos a temperatura ambiente en cada cambio de tina, colocando las muestras en recipientes de plástico perforados. (Imagen 2.8).



Imagen 2.8. Termociclador desarrollado en el laboratorio de materiales dentales.

Una vez concluido el termociclado, se desgastó con papel de carburo de silicio grano 2000, con un tamaño de partícula de 8 micras aproximadamente, con constante irrigación, 0.1 mm de la superficie oclusal, en el pulidor metalográfico.

Se eliminaron los residuos de los márgenes con aire y agua con la jeringa triple, 24 horas después se observó la interfase diente/resina a lo largo de la circunferencia de la muestra, con un microscopio óptico a 500X se tomaron fotografías en la superficie mesial, distal, vestibular y palatino de cada una de las muestras. (Imagen 2.9) La medición de la interfase se realizó cuidando que las muestras no se deshidrataran.

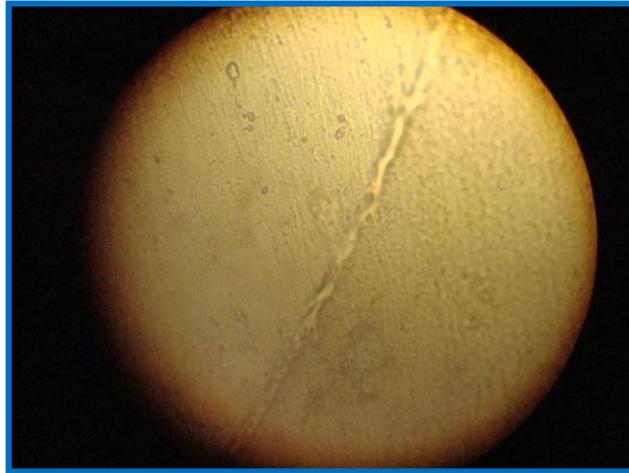


Imagen 2.9. Interfase diente/resina a 500x.

Con las fotografías de interfase tomadas, y el software de medición “Transformer” 2003 para Windows, se midió la interface existente entre el diente y el sistema adhesivo/resina, tomando como referencia una longitud de 1 micra. (Imagen2.10).

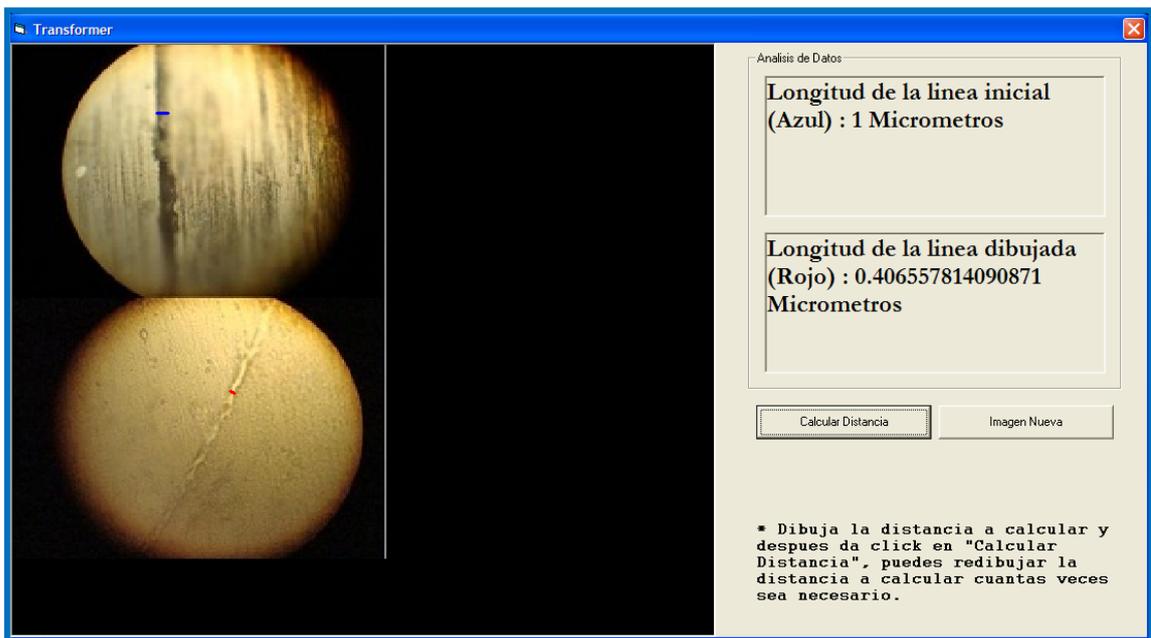


Imagen 2.10. Medición de la interfase diente/resina en Transformer 2003.

Posteriormente se colocó esmalte para uñas alrededor de la restauración con un margen de 1 mm antes de la interfase. Las 20 muestras de los 5 grupos correspondientes se colocaron en solución de fucsina básica al 0.5% durante 24 horas a una temperatura de 23 ± 2 ° C. (Imagen 2.11).



Imagen 2.11. Colocación de esmalte de uñas y aplicación de la fucsina al 0.5%.

24 horas después se retiraron las 20 muestras de la solución de fucsina básica al .5% con agua abundante se retiró el colorante y posteriormente se retiró el esmalte para uñas.

3.7.8. Prueba de desprendimiento al desalojo por empuje en esmalte y dentina.

Se montaron las muestras en reglas de 30 centímetros para realizar un corte longitudinal por la línea media de la cavidad, en una máquina de corte fino con un disco de diamante y refrigeración por irrigación de agua, obteniendo muestras de 5 mm de espesor. (Imagen 3.1).



Imagen 3.1. Máquina de corte fino Gilling Hamlo.

A cada una de las muestras obtenidas, se le calculó el área de contacto entre diente y restauración con la siguiente fórmula.

$$A_L = \pi \cdot (R + r) \cdot g$$

Dónde: g = altura de la muestra.

R = radio 1

r = radio 2

Con un vernier digital se midió la altura de cada muestra, mientras que los radios 1 y 2 fueron determinados con microscopio estereoscópico con lente de medición.

La prueba de desprendimiento al desalojo por empuje se realizó a las 72 horas después de haber colocado el sistema adhesivo/resina en la muestra, con la máquina universal de pruebas mecánicas INSTRON a una velocidad de desplazamiento lineal de 1 mm por minuto, se obtuvo la fuerza necesaria para desplazar la resina compuesta de la preparación con aditamentos especializados para esta prueba, basados en un cilindro y un pistón colocado en el centro de la muestra. (Imagen 3.2 y 3.3).



Imagen 3.2.Sistema de cilindro y pistón para desalojo.

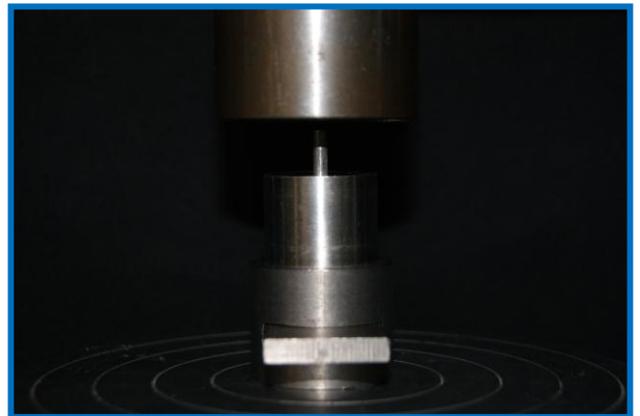


Imagen 3.3.Momento de aplicación de la carga para el desalojo de la muestra.

3.7.9. Prueba de microfiltración.

Para obtener resultados de microfiltración, se realizó una medición a cada uno de los 5 grupos en tinción con fucsina básica al .5%, un mes después de haber sido sometidas a la prueba de desprendimiento al desalojo por empuje. En un microscopio estereoscópico se obtuvieron imágenes a 2x de las muestras desalojadas de resina (imagen 3.4), posteriormente mediante software de diseño de imagen de Microsoft para Windows "AutoCAD 2012", se realizaron mediciones de cada una de las muestras en mm^2 , escala que nos ofrece el software. (Imagen 3.6).

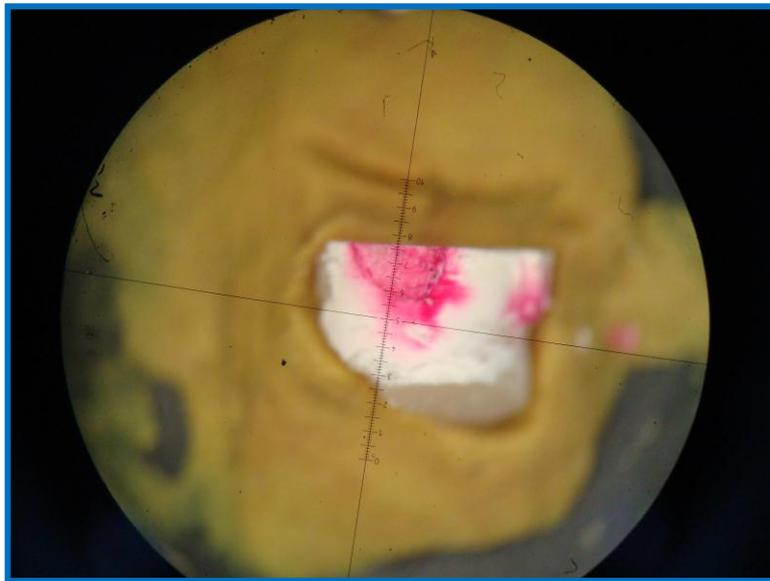


Imagen 3.4. Microfiltración a 2x.

En el caso de las muestras que no fueron recuperadas, se realizó un corte en la muestra (Imagen 3.5) con máquina de corte fino y disco de diamante y se obtuvieron imágenes de la zona pigmentada, de la manera antes mencionada. (Imagen 3.6).



Imagen 3.5. Sección de muestra.

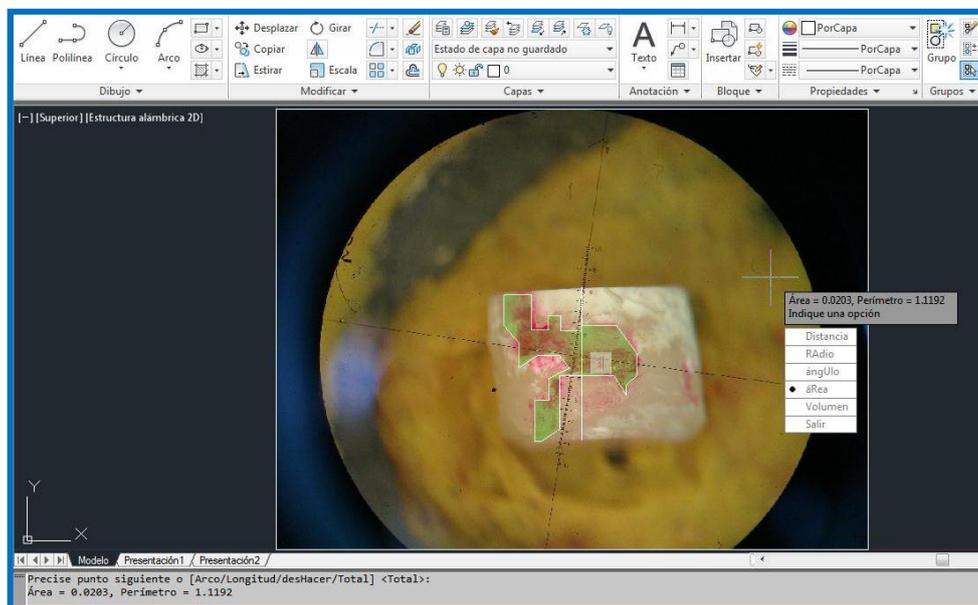


Imagen 3.6. Medición de la microfiltración.

CAPÍTULO IV.**RESULTADOS.**

Los valores de cada prueba de fuerza de tensión por cizallamiento se muestran en la tabla 4.1.

Tabla. 4.1. Fuerza de tensión por cizallamiento en esmalte.

GRUPOS	GRUPO1	GRUPO2	GRUPO3	GRUPO4	GRUPO5
N° DE MUESTRA	EO/ FZ	OB/HP	IBS/Ch	OF/ED	EF/ED
	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
1	12.5	3.8	5.3	4.7	15.6
2	10.8	7.4	9.1	13.6	15.9
3	9.1	6.1	13.3	6.1	13.9
4	11.1	6.1	0.1	3.4	14.1
5	12.2	11.5	8.2	8.2	9.5
6	11.2	9.8	9.7	5.2	8.4
7	13.1	13.2	7.3	5.1	4.5
8	9.6	9.5	6.6	7.0	19.1
9	9.9	5.2	11.9	11.7	16.1
10	10.9	4.3	5.2	6.3	5.9
11	11.3	12.6	7.0	7.8	10.4
12	9.8	10.9	4.2	7.3	6.7
13	10.3	5.8	5.6	6.3	5.4
14	8.4	8.0	6.7	6.1	19.8
15	13.1	7.2	5.9	6.9	15.9
16	16.6	10.7	3.7	8.1	7.1
17	12.8	7.9	1.9	7.9	19.2
18	8.5	5.0	7.9	4.5	8.9
19	11.2	8.4	4.0	1.8	5.7
20	8.8	11.3	7.4	6.8	8.5
PROMEDIO	11.1	8.2	6.5	6.7	11.5

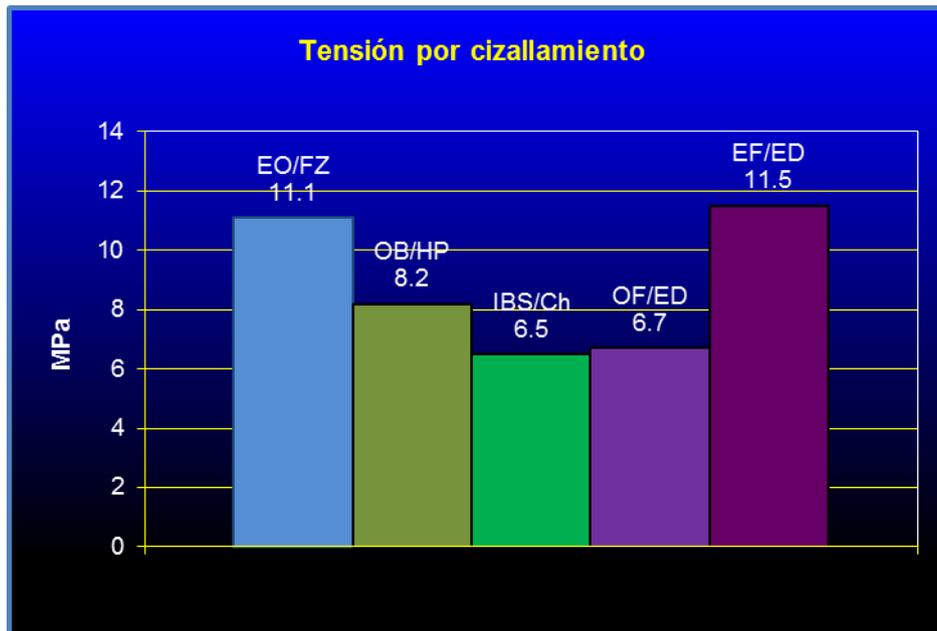
Los promedios, la desviación estándar y el coeficiente de variación de la prueba de fuerza de tensión por cizallamiento se muestran en la tabla 4.2

Tabla 4.2. Análisis estadístico en esmalte.

GRUPO	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	COFICIENTE DE VARIACIÓN
EO/FZ	11.1	1.9	0.44
OB/HP	8.2	2.8	0.62
IBS/Ch	6.5	3.1	0.69
OF/ED	6.7	2.5	0.58
EF/ED	11.5	5.1	1.14

Los resultados que se obtuvieron en la prueba de fuerza de tensión por cizallamiento fueron analizados estadísticamente con ANOVA de una vía con una $P < 0.001$ y un post ho de TUKEY con una $P < 0.05$.

Como se observa en la gráfica 1.1, el grupo que mayor fuerza de tensión por cizallamiento presentó, fue el sistema EF/ED sin diferencias estadísticas en el post ho de TUKEY con el sistema EO/FZ siendo este el segundo sistema que mayor resistencia presentó.



Gráfica 1.1. Promedio de fuerza de tensión por cizallamiento.

De esta manera ambos sistemas EF/ED y EO/FZ, presentaron diferencias estadísticamente significativas con los demás sistemas de nuestro estudio.

Los valores de cada prueba de desprendimiento al desalojo por empuje, en esmalte y dentina se muestran en la tabla 4.3.

Tabla 4.3. Resistencia al desprendimiento al desalojo por empuje, en esmalte y dentina.

GRUPOS	GRUPO1	GRUPO2	GRUPO3	GRUPO4	GRUPO5
N° DE MUESTRA	EO/FZ	OB/HP	IBS/Ch	OF/ED	EF/ED
	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
1	37.6	2.8	23	24.6	34.9
2	40.4	2.7	19.8	5.8	24.0
3	19	11.9	22.4	11.0	11.8
4	19.3	3.5	9.8	5.2	3.5
5	20.2	4.5	7.2	2.5	12.0
6	31.9	11.8	13.9	2.0	13.3
7	16.6	26.6	4.1	6.8	23.4
8	14.4	21.1	29.2	1.4	9.2
9	11.5	10.5	3.6	6.9	4.6
10	12.2	8	20.2	9.8	15.6
11	34.6	7.6	10.2	1	12.5
12	5.7	2.5	5	10.2	19.4
13	14.4	8.7	4.9	6.7	11.2
14	24.6	6.2	18.3	3.8	3.6
15	21.6	35.6	13.4	3.2	6.3
16	32.7	4.2	4.9	6.1	4.2
17	4.7	6.9	6.2	13	14.7
18	25.9	16.8	4.1	13.6	28.1
19	40.6	9	26	9.4	7.5
20	21.9	4.4	8.1	1.9	9.4
PROMEDIO	22.5	10.6	12.7	7.2	13.4

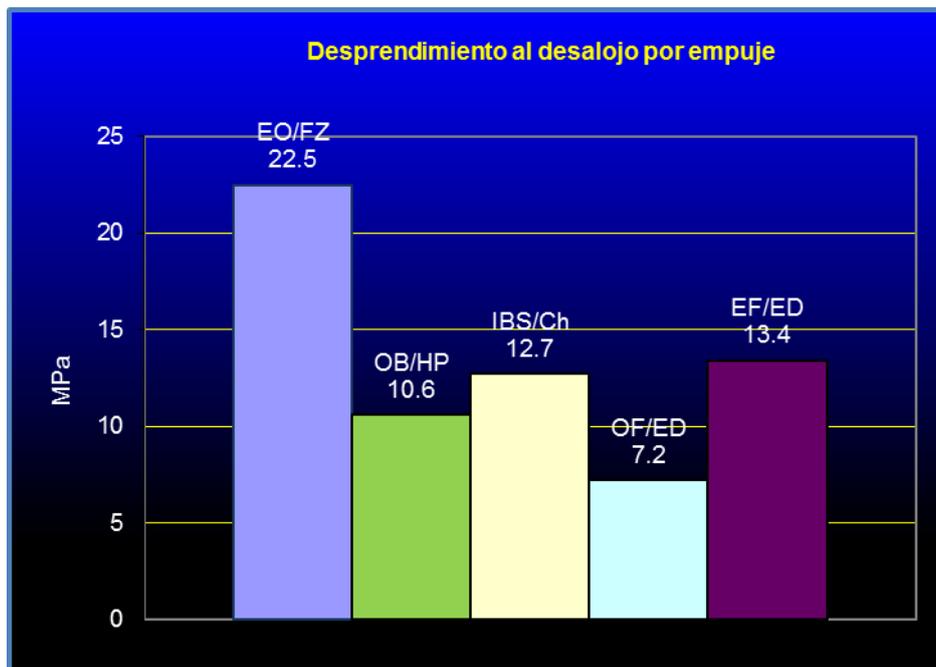
Los promedios, la desviación estándar y el coeficiente de variación de la prueba de desprendimiento al desalajo por empuje en esmalte y dentina se muestran en la tabla 4.4.

Tabla 4.4. Análisis estadístico en esmalte y dentina.

GRUPO	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	COFICIENTE DE VARIACIÓN
EO/FZ	22.5	10.8	2.43
OB/HP	10.6	8.5	1.92
IBS/Ch.	12.7	8.2	1.85
OF/ED	7.2	5.5	1.25
EF/ED	13.4	8.6	1.93

En la prueba de desprendimiento al desalajo por empuje de esmalte y dentina los resultados que se obtuvieron fueron analizados estadísticamente con ANOVA de una vía a una $P=<0.001$ y un post ho de TUKEY con una $P=<0.05$ como se muestra en la tabla 4.4.

En la gráfica 1.2, se muestra que el sistema EO/FZ presentó una fuerza al desprendimiento por desalojo significativamente mayor, por lo mismo este sistema adhesivo/resina presenta diferencias estadísticas en el post ho de TUKEY con todos los sistemas utilizados en nuestro estudio.



Grafica 1.2 Promedio del desprendimiento al desalojo.

Los valores de cada prueba de microfiltración se muestran en la tabla 4.5.

Tabla 4.5. Área de microfiltración en mm² medidas en AutoCAD 2012.

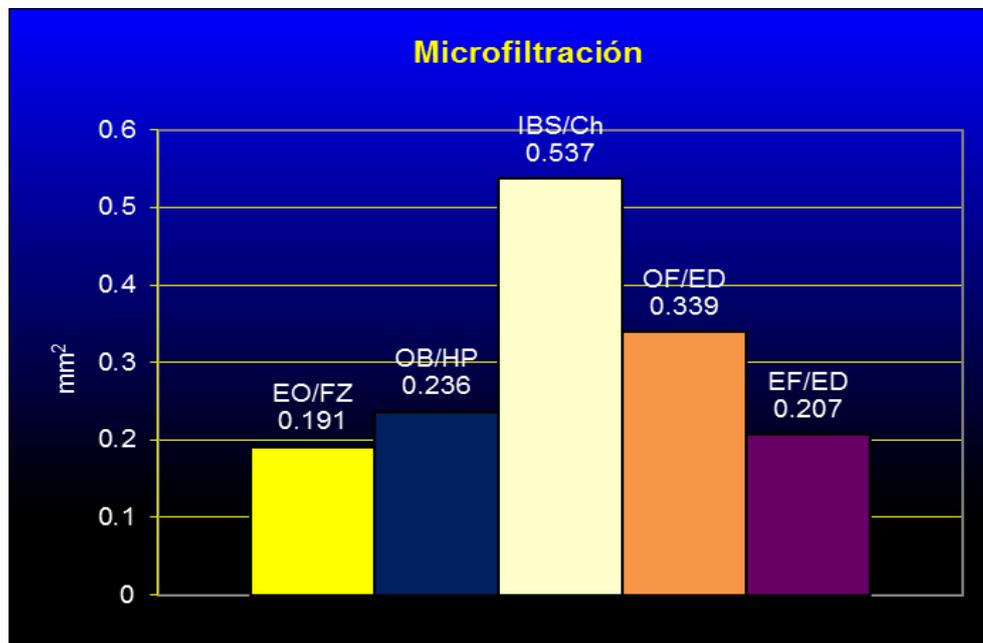
N° DE MUESTRA	EO/FZ	OB/HP	IBS/Ch	OF/ED	EF/ED
1	0 mm ²	0.133 mm ²	0.393 mm ²	0.546 mm ²	0.321 mm ²
2	0 mm ²	0.098 mm ²	0.394 mm ²	0.275 mm ²	0.212 mm ²
3	0.821 mm ²	0.152 mm ²	0.423 mm ²	0.132 mm ²	0.244 mm ²
4	0.133 mm ²	0 mm ²	0.651 mm ²	0.239 mm ²	0 mm ²
5	0.151 mm ²	0.341 mm ²	0.406 mm ²	0.451 mm ²	0.097 mm ²
6	0.255 mm ²	0.564 mm ²	0.43 mm ²	0.419 mm ²	0.155 mm ²
7	0.077 mm ²	0.305 mm ²	0.765 mm ²	0.301 mm ²	0.358 mm ²
8	0.164 mm ²	0.546 mm ²	0.654 mm ²	0.534 mm ²	0.572 mm ²
9	0.236 mm ²	0.235 mm ²	0.567 mm ²	0.345 mm ²	0.082 mm ²
10	0.434 mm ²	0.282 mm ²	0.765 mm ²	0.234 mm ²	0.133 mm ²
11	0.123 mm ²	0.172 mm ²	0.867 mm ²	0.123 mm ²	0.208 mm ²
12	0.211 mm ²	0.324 mm ²	0.56 mm ²	0.435 mm ²	0.087 mm ²
13	0.116 mm ²	0 mm ²	0.434 mm ²	0.267 mm ²	0.124 mm ²
14	0.345 mm ²	0.128 mm ²	0.345 mm ²	0.256 mm ²	0.234 mm ²
15	0.178 mm ²	0.199 mm ²	0.567 mm ²	0.567 mm ²	0.456 mm ²
16	0 mm ²	0.2 mm ²	0.478 mm ²	0.478 mm ²	0.234 mm ²
17	0.089 mm ²	0.234 mm ²	0.789 mm ²	0.236 mm ²	0.167 mm ²
18	0.104 mm ²	0.123 mm ²	0.424 mm ²	0.145 mm ²	0.012 mm ²
19	0.234 mm ²	0.456 mm ²	0.437 mm ²	0.348 mm ²	0.149 mm ²
20	0.156 mm ²	0.234 mm ²	0.389 mm ²	0.456 mm ²	0.289 mm ²
PROMEDIO	0.191 mm²	0.236 mm²	0.537 mm²	0.339 mm²	0.207 mm²

Los promedios, la desviación estándar y el coeficiente de variación de la prueba de microfiltración se muestran en la tabla 4.6.

Tabla 4.6. Análisis estadístico de microfiltración.

GRUPO	PROMEDIO mm²	DESVIACIÓN ESTANDAR	COFICIENTE DE VARIACIÓN
EO/FZ	0.191	0.18	0.041
OB/HP	0.236	0.15	0.034
IBS/Ch	0.537	0.16	0.035
OF/ED	0.339	0.14	0.031
EF/ED	0.207	0.14	0.031

El grupo que obtuvo la menor área de microfiltración fue el grupo con el sistema adhesivo/resina EO/FZ con diferencias estadísticas en el post ho de TUKEY con IBS/Ch y OF/ED, sin embargo no existen diferencias estadísticas significativas con OB/HP y EF/ED como se muestra en la gráfica 1.3.



Grafica 1.3. Promedio del área de microfiltración.

El sistema adhesivo/resina que presenta la mayor área de microfiltración como se muestra en la gráfica 1.3 fue el sistema IBS/Ch con diferencias estadísticas en el post ho de TUKEY con todos los sistemas utilizados en nuestro estudio.

Los valores de cada medida de interfase diente/resina se muestran en la tabla

4.7.

Tabla 4.7. Distancia de interfase Diente/Resina medidas en Transformer 2003.

N° DE MUESTRA	EO/FZ	OB/HP	IBS/Ch	OF/ED	EF/ED
1	0.406 µm	0.589 µm	0.634 µm	0.453 µm	0.567 µm
2	0.729 µm	0.624 µm	0.795 µm	0.682 µm	0.537 µm
3	0.282 µm	0.721 µm	0.735 µm	0.614 µm	0.453 µm
4	0.250 µm	0.653 µm	0.999 µm	0.583 µm	0.675 µm
5	0.461 µm	0.583 µm	0.834 µm	0.646 µm	0.723 µm
6	0.655 µm	0.462 µm	0.712 µm	0.713 µm	0.580 µm
7	0.490 µm	0.597 µm	0.693 µm	0.590 µm	0.506 µm
8	0.589 µm	0.599 µm	0.685 µm	0.634 µm	0.623 µm
9	0.745 µm	0.602 µm	0.7 µm	0.641 µm	0.738 µm
10	0.670 µm	0.608 µm	0.734 µm	0.893 µm	0.965 µm
11	0.477 µm	0.756 µm	0.912 µm	0.570 µm	0.499 µm
12	0.416 µm	0.720 µm	0.882 µm	0.739 µm	0.468 µm
13	0.497 µm	0.590 µm	0.716 µm	0.923 µm	0.589 µm
14	0.993 µm	0.575 µm	0.703 µm	0.832 µm	0.550 µm
15	0.785 µm	0.461 µm	0.723 µm	0.643 µm	0.457 µm
16	0.416 µm	0.731 µm	0.685 µm	0.615 µm	0.345 µm
17	0.447 µm	0.550 µm	0.678 µm	0.732 µm	0.575 µm
18	0.555 µm	0.945 µm	0.7µm	... 0.6 µm	0.764 µm
19	0.444 µm	0.584 µm	0.725 µm	0.478 µm	0.532 µm
20	0.316 µm	0.638 µm	0.683 µm	0.578 µm	0.573 µm
PROMEDIO	0.532 µm	0.629 µm	0.747 µm	0.658 µm	0.586 µm

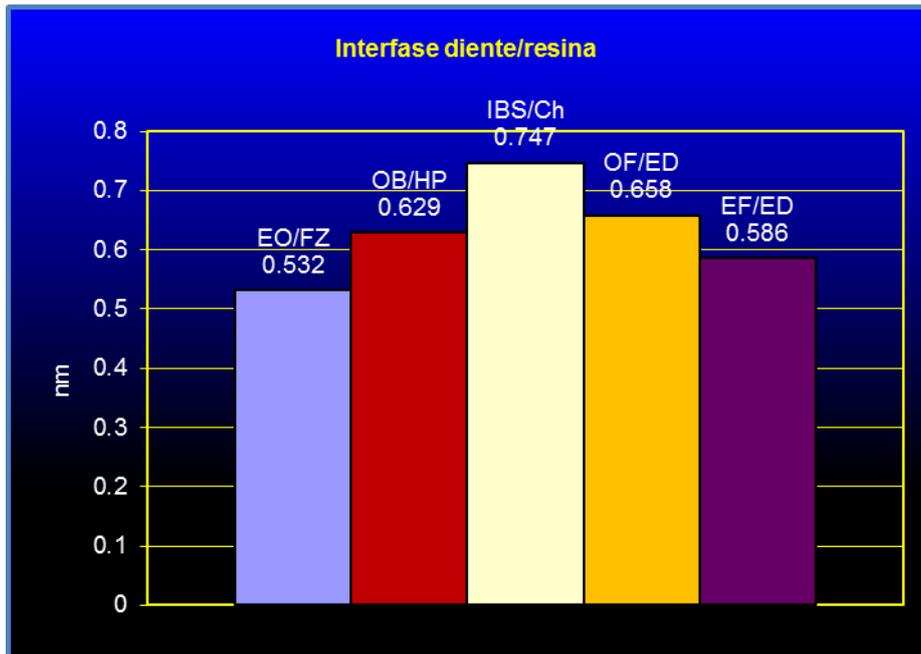
Los promedios, la desviación estándar y el coeficiente de variación de la prueba de medición interfase diente/resina se muestran en la tabla 4.8.

Tabla 4.8. Análisis estadístico de Interfase diente/resina.

GRUPO	PROMEDIO μm	DESVIACIÓN ESTANDAR	COFICIENTE DE VARIACIÓN
EO/FZ.	0.532	0.186	0.041
OB/HP	0.629	0.108	0.024
IBS/Ch	0.747	0.092	0.020
OF/ED	0.658	0.121	0.027
EF/ED	0.586	0.137	0.030

Los resultados arrojados estadísticamente mediante ANOVA de una vía con una $P < 0.001$ y un post ho de TUKEY con una $P < 0.05$, como se observa en la tabla 4.8 y en la gráfica 1.4.

En la gráfica 1.4 podemos observar las diferencias estadísticas en el post ho de TUKEY que se presentó entre el sistema IBS/Ch con todos los demás sistemas excepto con OF/ED, siendo aquel el que mayor medida de interfase presento.



Grafica 1.4. Promedio de la Interfase diente/resina.

CAPÍTULO V.

DISCUSIÓN.

Desde su aparición los sistemas adhesivos han tenido un avance significativamente evidente aportando cada vez más información científica que conlleva a integrar nuevos estudios por parte de los investigadores, quienes han buscado constantemente mejorar las características de estos materiales.

Hasta el momento se han empleado diferentes técnicas para medir fuerza de tensión por cizallamiento, desprendimiento al desalojo por empuje, medición de la interfase diente/resina y microfiltración, sin embargo, la metodología que se utiliza para lograr este objetivo es: un diente para cada ensayo y técnica, como la descrita por Rueggberg y Söderholm^{21, 22} para la prueba de cizalla.

Al realizar pruebas como tensión por cizallamiento, desprendimiento al desalojo por empuje, medición interfase diente/resina y microfiltración en diferentes dientes, se espera que existieran diferencias en los resultados de cada muestra debido a las diferentes características tanto de esmalte y dentina, el tiempo de extracción de los mismos, la hidratación y en general a las condiciones de cada uno de los dientes que varía en cada prueba; por lo tanto el utilizar una técnica en la cual podremos usar un diente para cada una de las tres pruebas propuestas reduce variación de los resultados.

Por tal motivo en nuestro estudio el realizar estos ensayos en una sola muestra da una pauta de comparación entre los resultados que se puedan obtener entre diferentes muestras y los de una sola muestra.

La metodología empleada para la resistencia al desalojo por empuje con diferentes sistemas adhesivos mencionada en el 2001 por Sáenz y colaboradores¹⁶ y en el 2003 por Barceló F, Muñoz C, Guerrero J, Sáenz G, Latorre M, Angeletakiz C.²³, sus resultados en resistencia al desalojo son diferentes con sistemas de grabado ácido, a los obtenidos en nuestro estudio, ya que en nuestro estudio, se valoraron resinas con sistemas adhesivos sin grabado ácido, siendo, EF/ED el mismo que con grabado ácido y así mismo con EO/FZ que en autograbado, por sugerencias del fabricante se grabó esmalte, confirmando lo que diferentes autores han reportado. Valores menores de adhesión al esmalte. Sáenz et al¹⁶ menciona que el agua influye en la resistencia al desalojo ya que los grupos que presentaron menor sorción acuosa, tuvieron mayor resistencia al desalojo por empuje, en nuestro estudio sucedió algo semejante ya que los grupos que presentaron mayor resistencia al desalojo por empuje, fueron los grupos que presentaron menor porcentaje de microfiltración, aunque se presume que por el tiempo que los dientes estuvieron sumergidos en el agua, esta solubilizó la parte inorgánica del sistema adhesivo provocando la existencia de microfiltración y por lo tanto una disminución en la fuerza de retención del material.

También se puede pensar que la contracción que sufren los sistemas adhesivos y el material de obturación al polimerizarlos aumenta el tamaño de la interfase provocando una mayor microfiltración.

Tagami y colaboradores²⁴ en el 2000, en una prueba de fuerza de tensión por cizallamiento reportan valores de 15.2 MPa en esmalte y 11.8 MPa en dentina con el sistema adhesivo Etch & Prime 3.0 de autograbado, de igual manera Barajas L y Barceló en el 2007²⁵ en pruebas de desprendimiento al desalojo por empuje reportan valores de 25.5 MPa con el sistema de grabado ácido Single Bond, en nuestro estudio se realizaron estas dos pruebas en un solo diente con sistemas adhesivos de autograbado y de grabado ácido. Aunque se emplearon diferentes marcas de adhesivos, se obtuvieron valores muy semejantes a los obtenidos por ellos, lo que nos hace pensar que la técnica empleada por nosotros es confiable y reproducible.

Hoy en día, los sistemas adhesivos existentes en su mayoría son de un solo paso o de autograbado por lo que no se lleva a cabo el proceso de eliminación del barro dentinario reduciendo la fuerza de retención ya que se infiere que el barro dentinario es un obstáculo y no se integra al sistema adhesivo con la rapidez que se necesita para crear una traba fuerte.²⁶

La diferencia de valores entre los sistemas de autograbado reportados en este estudio puede deberse a la presentación, pasos y tiempo de aplicación.

Los sistemas adhesivos de quinta generación los cuales requieren de un previo grabado ácido, presentan una mayor fuerza de adhesión, por lo tanto aún sigue siendo más confiable un previo grabado para eliminar lodo dentinario y exista una adecuada adhesión a dentina y esmalte; sin embargo los adhesivos actuales de séptima generación en los cuales se omite el grabado-ácido, permite simultáneamente el ahorro de tiempo disminuyendo, el número de pasos en la aplicación de estos materiales pero con resultados de adherencia bajos.

Otro factor que podría influir en la adhesión es la cantidad de barro que se genera por el fresado dependiendo del tamaño de grano de la fresa con la que se prepara la cavidad teniendo relación con los reportes de Ogata²⁷, quien demostró que el tipo de fresa empleada para la preparación de una cavidad tiene relación con la adhesión de sistemas adhesivos por el tipo de superficie que ofrecen y la cantidad de barrillo dentinario que producen, por tal motivo en nuestro estudio se tomó en cuenta este factor y se empleó un solo tipo de grano en la fresa utilizada.

Con la metodología utilizada en este estudio, se reproducen condiciones clínicas, como son: forma de cavidad, forma de aplicación de los sistemas adhesivos y manera de obturar, teniendo como ventaja la realización de pruebas de resistencia de adhesión de resinas.

Barceló en el 2005²⁸ menciona que con la metodología de desalojo por empuje se obtienen valores menores a los obtenidos con técnicas tradicionales como la de tensión por cizallamiento, debido a que con estas técnicas las pruebas se realizan sobre una superficie teniendo así un coeficiente de contracción en una pared, (Factor de C-1) en tanto que en la prueba al desprendimiento por desalojo el factor de contracción está ligado a cuatro paredes (factor de C-4)²⁹ por lo tanto mayor fuerza de adhesión. Esta misma diferencia se observa con resultados obtenidos en este estudio y Barceló en el 2011³⁰ con la técnica de desalojo por empuje.

En nuestro estudio existe una diferencia estadísticamente significativa entre el sistema EO/FZ y EF/ED en la prueba de desprendimiento al desalojo por empuje, esto se puede deber a la diferencia de material de relleno que contienen ambos, por ejemplo en sistema EO/FZ contiene partícula nanométrica³¹ y en el sistema EF/ED la partícula es micrométrica³²; con esta diferencia de partícula, se infiere que influye en la fuerza de adhesión, ya que dependiendo de la superficie del diente la partícula de tamaño nanométrico contactará en mayor proporción en la superficie y la contracción será menor, aumentando así la fuerza de adhesión.

Con respecto a la hipótesis propuesta en nuestro estudio, esta fue comprobada, ya que las cuatro pruebas propuestas, tensión por cizallamiento, desprendimiento al desalajo por empuje, medición de la interface diente resina y microfiltración se pueden realizar en un solo diente sin alterar los resultados.

El realizar esta metodología en una sola muestra para las cuatro pruebas implica un mayor control de variables y se disminuye el tiempo de experimentación al valorar materiales con esta técnica.

Por lo anterior se propone que se realicen pruebas con diferentes materiales como amalgamas, ionómero de vidrio y cementos en general con la metodología propuesta en nuestro estudio. Así como también implementar una prueba de detención de porcentaje de falla adhesiva en la misma metodología.

Para poder mejorar nuestra metodología se propone se modifiquen los aditamentos de montaje de muestras en acrílico así como la técnica para determinar el porcentaje de microfiltración.

CAPÍTULO VI.

CONCLUSIONES.

- Bajo la metodología empleada en este estudio, se comprueba nuestra hipótesis de poder realizar pruebas tanto de fuerza de tensión por cizallamiento, como desprendimiento al desalojo por empuje, medición de la interfase diente/resina y microfiltración en una sola muestra.
- Con la metodología implementada se puede afirmar que es confiable ya que tiene mayor representatividad clínica, se obtiene un mayor control de variables así como también se disminuye el tiempo de experimentación y con esto se facilita el manejo del control de calidad.
- Los sistema EO/FZ y EF/ED presentaron la mayor fuerza de adhesión tanto en esmalte como en dentina al desalojo y tensión por cizallamiento, de igual forma el espacio o interfase entre el diente y resina fue menor favoreciendo que la cantidad de microfiltración fuera mínima.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Henostroza, G. Adhesión en odontología restauradora. MAIO.2003. pp.13-23, 40-44.
2. Duke E.S, Ginsgber Halpern B, Claudia Cervera Pineda. Adhesivos y su aplicación con los materiales de restauración. México, Interamericana McGraw-Hill, 1993. Vol. 3. Pp. 315-321.
3. Quintero MA, Barceló F, Barrón A. Actualización de adhesivos para esmalte y dentina y otros sustratos. Primera parte. Práctica Odontológica 1995; pp. 18-23.
4. Schwartz R. Un logro contemporáneo. Fundamentos en odontología operatoria. México. Actualidades medico odontológicas latinoamericanas. 1999. pp. 141-149.
5. Finger W, Balkenhol M. Practitioner variability effects on dentin bonding with an acetone based one bottle adhesive. Journal of Adhesive Dentistry 1999; pp. 311-314.
6. Perdigao J, Lopez M. Dentin bonding. Question for the new millennium. Journal of Adhesive Dentistry 1999; pp. 191-209.
7. Latta, M. A., Barkmeier W. W. Adhesivos dentales en odontología restauradora contemporánea. En: Clínicas Odontológicas de Norteamérica. McGraw-Hill Interamericana.1998, Vol.4.pp.587-597.
8. Ogata M, Harada N, Yamaguchi S, Nakajima M, Tagami J, Effect of self-etching primer vs. phosphoric acid etchant on bonding to bur- prepared dentin. Operative Dentistry 2002; pp. 447-454.

9. Inoue S, Vargas M, Van Meerbeek B, Yoshida Y. Adhesion mechanism of self-etching adhesives. *Advanced Adhesive Dentistry*. 3^o International Kuraray Symposium. 2000, pp. 131-148.
10. Van Meerbeek B, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vanherle G. Bonding mechanism and microtensile bond strength of 4 –Met based self-etching adhesive. *Journal of Dental Research* 2000; 79: 249. Abstract 845.
11. Yoshiyama M, Matsuo T, Ebisu S, Pashley D. Regional bond strengths of self-etching/self-priming adhesive systems. *Journal of Dentistry* 1998; pp. 609-616.
12. Blunk U. Adhesives: Principles and state of art. In: *The silent revolution in dentistry*. Quintessence Publishing. 2002, pp. 29-44.
13. Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, Pashley DH. Relationship between surface area for adhesion and tensil bond strength – evaluation of a micro-tensil bond test. *Dent Mater* 1994; pp. 236-240.
14. Barceló F, Guerrero J, Barrón B. Estudio comparativo de seis sistemas de un paso para adhesión a esmalte y dentina. *Práctica Odontológica* 2000; pp. 11-14.
15. Wakefield C, Draughn R, Sneed W, Davis T. Shear bond strength of six bonding systems using the push out method fin vitro testing. *Operative Dent* 1998; pp. 69-76.
16. Sáenz G, Barceló F, Alvarez C, Guerrero J y Morales C. Resin on dentin direct repair pull resistance. A new measuring proposal. *J Dent Res* 2001; 80 Abstracts IADR: 0243.

17. Roberto R. Braga*, Josete B.C. Meira, Leticia C.C. Boaro, Tathy A. Xavier, Adhesion to tooth structure: A critical review of “macro” test methods, *Dental Materials*, 2010. Pp.38–49.
18. Poitevin A, De Munck J, Van Landuyt K, Coutinho E, Peumans M, Lambrechts P, et al. Critical analysis of the influence of different parameters on the microtensile bond strength of adhesives to dentin. *Dent Materials* 2008; pp. 7–16.
19. Retief DH. Standardizing laboratory adhesion tests. *Dent Materials* 1991; pp. 231–236.
20. Technical specification ISOTS11405. Dental materials –testing of adhesion to tooth structure. Switzerland; 2003.
21. Rueggberg F. Substrate for adhesion testing to tooth structure-Review of the literature. *Dent Mater* 1991; pp. 2-10.
22. Söderholm K. Correlation of in vivo and in vitro performance of adhesive restorative materials: A report of the ASN MD 156 Task Group on Test Methods for the Adhesion of restorative materials. *Dent Mater* 1991; pp. 74-83.
23. Barceló F, Muñoz C, Guerrero J, Saenz G, Latorre M, Angeletakiz C. Effect of water sorption on the push resistance of two composites resins. *Journal of Dental Research* 2003; 32 Abstract AADR: 2236.
24. Tagami, Miyazaki M, Tsubota K, Onose H, Hinoura. Influence of adhesive application duration on dentin bond strength of single-application bonding systems. *Operative Dent* 2002; pp. 278-283.

25. Lizbeth Barajas de la Vega,* Federico Barceló. Estudio comparativo de adhesión a dentina por medio de resistencia al desalojo por empuje entre sistemas con y sin grabado ácido, Revista Odontológica Mexicana, Diciembre 2007. Pp. 181-184
26. Sofia S.A. Oliverira, Megan K. Pugach, Joan F. Hilton and col. The influence of the dentin smear layer on adhesion: a self-etching primer vs. a total-etch system. Dental Materials. 2003; pp. 758-767.
27. Ogata M, Harada N, Yamaguchi S, Nakajima M, Pereira A, Tagami J. Effects of different burs on dentin bond strengths of self-etching primer bonding systems. Operative Dentistry 2000; pp. 375-382.
28. Barceló F, Velásquez N, Guerrero J. Resistencia al desalojo por empuje de materiales restaurativos directos. Revista Odontológica Mexicana 2005; pp. 178-184.
29. Roberto R. Bragaa, Leticia C.C. Boarao, Toshifumi Kuroeb, Caio L.N. Azevedoc, Julio M. Singerc. Influence of cavity dimensions and (volume and 'C' factor) on shrinkage stress development and microleakage of composite restorations, Dental Materials, September 2006, Pp. 818-823.
30. Barceló F, Álvarez C, Guerrero J, Muñoz C. Contracción de polimerización y resistencia al desalojo por empuje de resinas híbridas y fluidas. Revista Dentista y Paciente. 2011, pp. 8-18
31. Ficha técnica de sistema adhesivo Adper Easy One. 3M dental ESPE.
32. Ficha técnica del sistema adhesivo Excite F de Ivoclar Vivadent.