

Universidad Autónoma de Nayarit
Unidad Académica de Odontología
División de Estudios de Posgrado e Investigación
Especialidad en Ortodoncia



**"Análisis comparativo de la superficie de resina y su adhesión,
posterior a la aplicación de cuatro diferentes sustancias usando la
técnica del cementado indirecto de brackets"**

T e s i s

que para obtener el

Diploma de Especialidad en Ortodoncia

Presenta:

C.D. Damaris Delgado Sandoval

Director: Mstro. Jaime Fabián Gutiérrez Rojo

Codirector: Dra Gaby Esthela Tiznado Orozco

Asesor: Dr. Carlos Álvarez Gayosso

Tepic Nayarit, Diciembre 2012



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE NAYARIT

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
E INVESTIGACION

Tepic, Nayarit, 4 de diciembre de 2012.
Oficio No. 130/12.

C.D. Damaris Delgado Sandoval
Alumna de la Especialidad en Ortodoncia
Presente.

Por medio de la presente le notifico que, una vez hecha la revisión por el comité correspondiente de la tesis de Investigación titulada "Análisis comparativo de la superficie de Resina y su adhesión posterior a la aplicación de 4 diferentes sustancias usando la técnica del cementado indirecto" y avalada por el Director M.S.P. Jaime Fabian Gutiérrez Rojo y la Codirectora la Dra. Gaby Esthela Tiznado Drozco, se le autoriza la impresión (10 ejemplares) de la misma para que continúe con los trámites para la presentación del examen.

ATENTAMENTE
"POR LO NUESTRO A DIOS UNIVERSAL"

M.D. Rafael Rivas Gutiérrez
Coordinador de la Especialidad en Ortodoncia

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE NAYARIT



V. r. g. Arizumi

Agradecimientos:

A Dios por haberme dado la fuerza, salud y capacidad para lograr mis objetivos y culminar esta etapa tan importante en mi vida.

A mi padre porque siempre ha creído en mí, por todo su cariño y amor incondicional, por impulsarme a ser mejor día a día, por sus sabios consejos y por su apoyo ya que sin él este sueño no hubiera sido realidad.

A mi madre y hermana por su apoyo y confianza, y por ayudarme a crecer y levantarme en mis derrotas.

Al Mtro. Jaime Fabián Gutiérrez Rojo que despertó en mí este amor e inquietud por la investigación, por su confianza y paciencia y guiarme paso a paso en el área de la investigación. Le agradezco infinitamente el haber compartido conmigo sus conocimientos para enriquecer este y otros trabajos.

A la Dra. Gaby Esthela Tiznado Orozco por las valiosas aportaciones hechas en mi tesis, por su tiempo, esfuerzo y ayuda para la realización de mi trabajo, por compartir conmigo sus conocimientos y su amplia experiencia en el campo de la investigación.

Al Dr. Carlos Álvarez Gayosso por haberme facilitado los medios para llevar a cabo todas mis actividades para el desarrollo de esta tesis.

A mis maestros que han sido un pilar en mi formación académica y que gracias a sus conocimientos, paciencia y consejos hoy me hacen una mejor profesionalista.

Al laboratorio central de microscopía del instituto de física de la UNAM y al laboratorio de nuevos materiales del Dr. José Reyes Gasga.

A la casa comercial American Orthodontics por el apoyo del material proporcionado.

A mis compañeros del posgrado y amigos en general que han hecho este camino más ligero y agradable.

ÍNDICE

	Página
I.- Resumen	1
II.- Introducción	2
III.- Justificación	23
IV.- Planteamiento del problema	25
V.- Pregunta problematizadora	26
VI.- Hipótesis	26
VII.- Objetivo general	26
VIII.- Objetivos específicos	26
IX.- Materiales y Métodos	27
X.- Resultados	40
XI.- Discusión	59
XII.- Conclusiones	64
XIII.- Referencias bibliográficas	65
XIV.- Anexos	74

I.- RESUMEN

El cementado de brackets indirecto es una técnica de cementado que nos permite colocar el bracket en la mejor posición posible, como se trabaja en modelos de yeso es fácil visualizar desde todos los ángulos la posición del bracket. Para la limpieza de la superficie de la resina en la base del bracket se recurre a sustancias químicas como acetona, alcohol y ácido fosfórico. La formación de una interfase entre la resina previamente fotocurada y el adhesivo en la base del bracket es común en ésta técnica, esta interfase hace que sea más fácil la limpieza del diente a la hora del desprendimiento de brackets.

En el presente trabajo de tesis se analizó las características físicas y químicas que sufre la superficie de la resina de la base del bracket al ser decementado del modelo de yeso en la técnica indirecta y aplicándole en la superficie de la resina acetona pura, metil metacrilato, etanol al 96% y ácido fosfórico al 35%. También se estudió la fuerza de decementado de brackets al cementarlos con la técnica de cementado indirecto posterior a la aplicación de las sustancias antes mencionadas. Las muestras estudiadas fueron premolares humanos, brackets de incisivos inferiores y de premolares Standart .022" metálicos con resina en la base.

Para el análisis de los cambios físicos de la superficie de la resina se utilizó la Microscopía Óptica (MO) y la Microscopía Electrónica de Barrido (SEM), y para el análisis químico se utilizó la técnica de Espectroscopia de Energía Dispersa de Rayos X Característicos (EDS). A los resultados de la prueba de decementado alojados por la máquina Instron se les aplicó la prueba de ANOVA y la prueba de t de student, y al Índice de remanente de Adhesivo (ARI modificado) se le aplicó una prueba de ANOVA.

Los resultados de las pruebas de decementado indican que existe diferencia estadísticamente significativa en la fuerza de decementado entre los cuatro grupos, mostrando mayor resistencia al decementado el grupo del monómero. Los análisis de microscopía muestran que existen cambios en la superficie de la resina al aplicar acetona pura, metil metacrilato, ácido fosfórico al 35% o etanol, viendo una superficie de cristales más definidos en el grupo del monómero.

II.- INTRODUCCIÓN

Técnicas de cementado de brackets

Existen tres técnicas para el cementado de brackets: técnica directa, técnica indirecta introducida en 1972 donde los brackets son posicionados en el modelo de estudio con un adhesivo soluble en agua y se transfiere a la boca con una cucharilla de traspaso y por último técnica indirecta-2 donde el bracket es posicionado en el modelo de yeso con resina de relleno, y puesto en boca a través de una cucharilla de traspaso y cementado con sellador de relleno líquido, la resina de relleno previamente curada y el diente previamente preparado.¹

La técnica indirecta te permite la precisa posición del bracket, expresa en su totalidad la potencia del arco recto y conduce a un tratamiento con mejores resultados y corto tiempo de tratamiento.² Inicialmente las fallas en el cementado indirecto eran más altas hasta en un 13.9% comparadas con un 2.5% de fallas en el cementado directo, pero con las modificaciones que han mejorado esta técnica actualmente los 2 sistemas tienen tanto las mismas fallas como una fuerza de cementado similar.³

El método indirecto está constituido por 2 etapas: una de laboratorio y otra clínica, en la primera etapa los brackets son posicionados en el modelo, donde la cucharilla de transferencia también será confeccionada, en la segunda los brackets son posicionados en los dientes con ayuda de la cucharilla, la remoción de la resina y el bracket es facilitada al final del tratamiento ortodóncico. Debido a la interfase creada entre una resina polimerizada y un adhesivo se convierte en una línea de fractura en el momento de remoción de brackets. Una línea de fractura entre el esmalte y la resina ocurre en un 72% cuando se cementa con técnica indirecta y 56% con la técnica directa.⁴

Ventajas del cementado indirecto:

- El bracket se coloca en una posición más exacta.⁵
- El tiempo en sillón es más corto.⁶
- Mejoras en la habilidad para un cementado posterior.⁶
- Más comodidad para el paciente.⁶

- Mejor posición ya que se puede ver de distintos ángulos lo que permite mejor eficiencia en el tratamiento.⁷
- Disponemos de tiempo para verificar desde cualquier ángulo la correcta posición.⁸
- Es posible verificar al ocluir si existe alguna interferencia.⁸
- Menor tiempo de autocurado.⁸
- Menor riesgo de contaminación.⁸

Desventajas del cementado indirecto:

- Se necesitan impresiones.⁶
- Es más fácil el decementado posterior si el paciente mastica alimentos duros.⁶
- Si hay cualquier contaminación del adhesivo, especialmente si se toca con la mano debe limpiarse con detergente.⁶
- La aplicación de acetona a bases adhesivas no se recomienda debido a que las investigaciones recientes indican que puede tener un efecto degradante en la resina.⁶
- Se incrementa el costo.⁸
- Técnica mas laboriosa y en tiempo total es mas tardado.⁸

Existen tres o más técnicas para el cementado indirecto y éstas son:

Técnica indirecta de Newman

Cuando los modelos de estudio son tomados, la impresión se llena 2 veces, un set es usado para modelos de estudio y el otro para modelos de trabajo. Los modelos de estudio son marcados para la posición del bracket, el bracket es adaptado y cementado a la superficie de yeso con cemento Duco[®]. Los modelos y los brackets son entonces recubiertas con un agente de liberación. El modelo es puesto en un soporte de modelo y una pieza de plástico de poliethileno de 1 1/2" o 2 1/2" es puesto sobre los bordes incisales el modelo de trabajo. La llama del mechero de Bunsen es puesto sobre el plástico hasta suavizar y dejar que fluya. Un papel mojado es usado para hacer presión con los dedos para adaptar el plástico alrededor de la cara labial, incisal y

lingual del diente. El modelo con los brackets posicionados y el plástico se pone bajo el chorro de agua fría.⁹

El plástico es removido del modelo y cortado con tijeras cerca del borde incisal de los dientes antero superiores. El bracket debe verse embebido en el plástico donde se incluyeron los brackets. El borde del plástico debe ser suavizado con un motor de laboratorio. Si se usa un bracket metálico es limpiado en acetona en una máquina de ultrasonido. Si el bracket usado es de plástico la superficie a cementar es limpiada y se le hace rugosidades con una fresa de fisura de carburo #557.⁹

El posicionador plástico confeccionado está listo para cementarse. La preparación del diente es la misma que en el cementado directo; el posicionador plástico de bracket es presionado donde se van a posicionar los brackets. Se aplica aire tibio y seco, el calor transferido del que es el plástico al adhesivo acelera el curado, después de 10 minutos, el plástico es retirado de la boca. El paciente debe enjuagarse con agua tibia y el arco es insertado.⁹

Técnica de laboratorio del Dr Silverman y Cohen

Para esta técnica se necesita una buena impresión de alginate, si sale alguna burbuja se llena tratando de no dañar la anatomía del diente, el modelo se deja secar toda la noche. Se pinta el modelo con Modern Foil[®] diluido 1:1 con agua fría y se deja secar (para un mejor resultado trabajar en un modelo seco de otra manera se dedizaran los brackets). Seleccionar la combinación bracket/base para cada diente y el contorno lo más cercano a la anatomía del diente. Poner pequeñas gotas de bond, pasta de resina catalizadora (B) y el universal (A) sobre un papel mezclador. Determinar la posición del bracket en el modelo usando un posicionador.¹⁰

Se mezclan las gotas del bond de la resina y se aplican en la parte trasera del bracket (mezclar solo una vez por cada bracket). Poner el bracket en la posición deseada verificando altura, angulación para mejor precisión, remover los excesos de la periferia de la base. Finalmente verificar si la posición es la deseada, si no es la correcta remover y repetir el proceso. Dejar el material en el modelo por 10 minutos antes de

hacer la cucharilla de traspaso. Las hojas cuadradas de 5" son cortadas, cada corte es rodeado en un lado, el lado opuesto se divide para permitir el arco vacío para moldearse en arco después de que se calienta.¹⁰

El modelo es sumergido en agua 3-5 segundos y colocado bajo una fuente de calor seco con el arco en blanco en la parte superior, el arco en blanco se calienta hasta que cae hacia abajo sobre el modelo, el vacío de D-P (vanguard) está enganchado al vacío y se utiliza como una fuente de vacío. Este aparato se utiliza para formar la bandeja de colocación de vacío. Rocíe el fondo del vacío y la arcada con el lubricante en aerosol de silicona para evitar que se peguen.¹⁰

El modelo se coloca en el vacío y se aplica vacío. Después de que se ha logrado una buena adaptación, se vierte agua fría en la parte superior del vacío para acelerar el enfriamiento del material de la bandeja. Se remueve el material del vacío y es puesto dentro de una bandeja con agua hasta que es saturado, esto permite al agente cementante ser removido del yeso, después la bandeja es removida del modelo. Antes de removerlo puede recortarse con una espátula eléctrica. La cucharilla de traspaso es removida y recortada 1-2 mm de la corona clínica del diente. La cucharilla es limpiada bajo el chorro de agua con un cepillo, no usar jabón o algún otro agente porque puede ocurrir la contaminación de la superficie e inhibir las propiedades de unión química del sellador.¹⁰

Marcar la mitad de la cucharilla con un lápiz rojo para ayudarse a identificar la mitad durante el cementado. Raspar ligeramente la base con una piedra y retirar con aire los residuos. Poner las cucharillas sobre los modelos. (se sugiere que las cucharillas no se sienten completamente en el modelo de yeso). El modelo está listo para el procedimiento clínico.¹⁰

Técnica indirecta clínica modificada por Thomas

Tomar 30 minutos antes de que el paciente llegue a la cita 100mg de Banthine®, los adultos pueden tomar 150 mg. Se revisa la base del bracket que hayan sido limpiadas y ligeramente fresadas. Se pinta con resina catalizador sellador líquido, 6 gotas por arco

Se pulen los dientes con tierra pómex. Los eyectores se ponen sobre los ductos de la glándula parótida, usando una pequeña esponja se acondicionan los dientes con acondicionamiento líquido (ácido fosfórico al 37%). Se le aplica a cada diente por 60 segundos. El esmalte moteado causado por fluorosis y dientes con manchas de tetraciclina requieren 2 minutos para obtener un acondicionamiento adecuado. Se enjuaga y se seca el diente, cuando este adecuadamente seco aparecerá una mancha blanca, el diente debe permanecer seco desde este punto hasta el final.¹⁰

Los dientes están pintados con sellador líquido resina Universal (parte A), 6 gotas por arco (Sellador concisa o Dyna-Bond). La cucharilla de traspaso se inserta en la boca y se deja por 1 minuto y medio. Luego se retira la bandeja de lingual a vestibular, el exceso de bond se extrae de gingival e interproximal, se pasa hilo dental. La cucharilla se utiliza ahora para aplicar flúor. La polimerización se producirá hasta que las dos resinas sean colocadas juntas (cuando la bandeja está sentada). La limpieza final consiste en pulir los dientes a un brillo suave.¹⁰

Propiedades físicas y químicas del metil metacrilato de metilo (monómero), acetona, alcohol y ácido fosfórico

Metil metacrilato de metilo

El monómero es una molécula de bajo peso molecular,¹¹ también se les puede llamar prepolimero.¹² Otros sinónimos para este químico en específico es metil metacrilato de metilo (MMA) y éter de ácido metacrílico. Su fórmula es $\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOCH}_3$, este compuesto aproximadamente en un 99.5% de metimetacrilato. Este monómero tiene muchos usos entre ellos para resinas de polimetacrilato, lámparas, cosméticos, usos dentales, etc. El monómero es inflamable, soluble en la mayoría de componentes orgánicos, es un líquido transparente y claro a temperatura ambiente.¹³

Propiedades físicas

- Punto de ebullición de 100.3°C.¹³
- Punto de fusión -48°C.¹³
- Densidad de 0.945g/ml a 20°C.¹³

- Inflamación de 10°C.¹³
- Calor de polimerización de 12.9 Kcal/mol.¹⁴

Acetona

La fórmula de la acetona es $\text{CH}_3\text{H}_6\text{O}^{15}$ o $\text{CH}_3\text{CO-CH}_3^{16}$ esta compuesta por C: 62.04%, H: 10.41% y O: 27.55% sus vapores son más pesados que el aire, es utilizado como disolvente de aceites, hules, lacas, barnices, etc.¹⁷

Propiedades químicas

- En estado puro inerte a la oxidación.¹⁸
- En presencia de agua su estabilidad disminuye.¹⁸
- Presenta reacciones de las cetonas saturadas.¹⁸
- Incluye adición óxido-reducción y condensación, generando alcoholes.¹⁸
- Liquida a temperatura ambiente.¹⁵
- Soluble en agua.¹⁵
- Altamente polar.¹⁵

Propiedades físicas

- Punto de ebullición 56°C.¹⁶
- Punto de fusión de -95°C.¹⁶
- Densidad de 788g/ml.¹⁶
- Peso molecular de 58.08g/mol.¹⁷
- Ph de 2.5 presión de vapor (mmhg) a 20°C de 181.72 y a 25 C 231.06.¹⁸
- Temperatura de Auto ignición 465°C.¹⁸

Alcohol etílico

Los alcoholes son compuesto de fórmula general ROH y un grupo hidroxilo (-OH), puede ser primario, secundario o terciario. El alcohol etílico se encuentra al 95% de alcohol y 5% agua, La fórmula del alcohol etílico (etanol) es $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$. Permite la formación de puentes de hidrógeno. El alcohol puro se obtiene aprovechando la

existencia de un azeótropo con un punto de ebullición de 64.9°C, 7.5% de agua, 18% de alcohol etílico y 74% de benceno.¹⁹

De acuerdo a sus propiedades químicas:

- Tiene reacciones vigorosas con nitrato de plata, pentafluoruro de bromo, cloruro de cromilo entre otras.²⁰
- Es incompatible con ácidos, cloruros de ácido, agentes oxidantes y reductores y metales alcalinos.²⁰
- Se encuentra en un estado líquido, incoloro, con olor característico.²¹
- Solubilidad miscible.²¹

Propiedades físicas:

- Punto de ebullición de 78.3°C.²¹
- Punto de fusión de -115°C.¹⁹
- Densidad de .789°C a 20°C.¹⁹
- Una solubilidad inhanta al agua.¹⁹
- Temperatura de inflamación 13°C.²¹
- Temperatura de autoignición 363°C.²¹
- Peso molecular de 46.07 g/mol.²⁰

Ácido ortofosfórico

También se le conoce como ácido fosfórico o ácido de fósforo blanco, de acuerdo a sus propiedades físico-químicas se encuentra en forma cristalina, es puro, inodoro y de color blanco, también se le puede encontrar en forma líquida sólo que en esta forma es viscoso. A temperatura ambiente, se encuentra como aerosol, su fórmula molecular es: H_3PO_4 y su masa molecular es de 98 g/mol.²² En algunas presentaciones para uso dental el ácido fosfórico se encuentra en una concentración del 35% en una dilución de alcohol polivinílico y azul de metileno en 55 mil partes por millón, con un pH de 6. Sus aplicaciones dentales son para desmineralizar las superficies de la dentina y el esmalte o como descontaminante sobre superficies metálicas y de porcelana y para quitar residuos de grasa de la superficie de estos materiales.²³

Propiedades físicas:

- La presión de vapor es de 0.004kPa a 20°C.²²
- Peso molecular es de 98.²²
- Muy soluble en agua.²²
- Punto de ebullición de 261°C.²²
- Punto de fusión de 42.3°C.²²
- Densidad de vapor 1.864 g/m.²²

Grabado de la superficie del esmalte

El ácido fosfórico causa la disolución del material interprismático en el esmalte, produciendo una superficie rugosa y porosa. El rango de profundidad va de 5 a 50 μm ,²⁴ otros autores dicen que es de 10 a 30 μm y existe una reducción de esmalte de 55.6 μm al remover el remanente del adhesivo en la superficie del esmalte después del decementado.²⁵ Las microporosidades creadas por el ácido grabador permiten la incorporación de pequeñas partículas de resina dentro de la superficie del esmalte (tags).²⁶

Características del ácido:

- 1) Descalcificación selectiva²⁷
- 2) Provocar destrucción en la profundidad de máximo 4-5 micras y en corto tiempo²⁷
- 3) No destruir el esmalte en caso de excederse en tiempo (autolimitante)²⁷
- 4) Presentación en gel o líquido viscoso para evitar que se escurra.²⁷
- 5) Tener color para mejor visualización y colocarlo sólo en la zona deseada.²⁷

Adhesión y fuerza de cementado

Teorías mecánicas sugieren que la adhesión ocurre principalmente a través de enclavamientos microscópicos entre el adherente y el adhesivo. El incremento en la superficie de contacto entre los 2 resulta en un mayor número de "enclavamiento" y por ende mayor adhesión.²⁶

Las ventajas de un sistema adhesivo son:

- 1) Mejora la estética.²⁸
- 2) Decece la descalcificación.²⁵
- 3) Disminución de costos.²⁸

Características de un buen adhesivo:

- No debe tener efectos tóxicos.²⁹
- Fácil manejo.²⁹
- Suficiente tiempo para el bondeado.²⁹
- Resistencia a las fuerzas de la masticación.²⁹
- Se debe de poder usar directa o indirectamente para su manejo y no debe necesitar aparatos adicionales.²⁹
- Que no se pigmente.²⁹
- Ser autocurable con suficiente tiempo de manejo o fotocurable.²⁹

La adhesión se da entre dos superficies de diferente naturaleza química, es la unión íntima y se da gracias a fuerzas interfaciales de 2 tipos.³⁰

- Químicas: ocurren por enlaces covalentes, particulares de la química del carbono y son característicos los polímeros.³⁰
- Mecánica: puede ser de efecto geométrico o reológico y se consideran de traba mecánica.³⁰

Factores que intervienen en una buena adhesión son:

- Físicos: la superficie del esmalte debe estar libre de placa.²⁹
- Químicos: los átomos de calcio que se encuentran en los cristales de hidroxiapatita en donde es posible actuar mediante fenómenos de quelación, sin llegar a la unión química real.²⁹
- De superficie: tensión superficial de 30-40 dinas/cm³ en el esmalte.²⁹

La adaptación de dos superficies es necesaria para que la adhesión se produzca y la superficie sólida tenga elevada energía superficial, no debe tener contaminantes o

humedad, especialmente si se busca por medios químicos. La superficie también toma un papel importante, una superficie lisa facilita que el adhesivo corra en forma continua, y le sea más fácil desplazar el aire que se encuentra en las rugosidades, pero si se busca adhesión mecánica las rugosidades son deseables.³¹

Se dice que se da una tercera fuerza, la física, la cual depende de la energía superficial del sustrato y la tensión superficial del adhesivo, intervienen las fuerzas de Van der Waals, las cuales son débiles y su duración a largo plazo es incierta, ésta fuerza se da entre moléculas dipolos o fluctuantes y son relativamente débiles.³²

Es importante saber dónde ocurre la fractura en el momento del desprendimiento de brackets, puede darse una falla adhesiva, ocurre cuando el adhesivo no deja residuos en diente, pero si queda material adhesivo en la superficie del diente se denomina falla cohesiva y se dice que la falla está en el material adhesivo, también puede suceder que al momento del desprendimiento ocurra una fractura en el diente, éste fenómeno está dado porque la fuerza de adhesión supera a la de los dientes y de igual manera es llamada fuerza cohesiva.³³

Cementante: sustancia moldeable que sella el espacio o que cementa dos componentes entre sí.³⁴ La fuerza de cementado es definida como la fuerza por unidad de área requerida para romper un conjunto de condiciones con una falla que ocurre en o cerca de el adhesivo o la interface, comúnmente reportada en unidades de mega pascuales (MPa).³⁵

La fuerza de cementado entre el incremento de composite es igual a la fuerza cohesiva de el material, sin embargo, si el composite ha sido contaminado, pulido o procesado en el laboratorio, la adhesión de uno nuevo es reducido en un 25-80% de la fuerza de cohesión.³⁶

Segun Brosh y cols la unión entre un composite nuevo y uno viejo en una reparación ocurre por tres distintos mecanismos:³⁷

1 - A través del cementado mecánico con la matriz orgánica.³⁷

2.- Por el cementado químico con la exposición de partículas.³⁷

3.- Por retenciones micromecánicas sobre la superficie a tratar.³⁷

En la superficie de la matriz resinosa permanecen enlaces de carbono sin convertirse (sin romperse) lo que permite una fuerte adhesión con un agente intermediario (sistema adhesivo). Estudios previos han mostrado la eficacia de la retención micromecánica en la fuerza de adhesión del composite-composite.³⁷

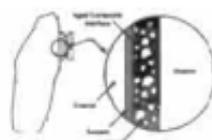


Figura 1 Muestra la adhesión en la técnica indirecta.

Los cementos resinosa se usan para la retención de los brackets debido a su resistencia y adhesión al esmalte grabado con ácido. Existen 2 tipos: los acrílicos sin relleno que son preparados de monómero-polímero a base de metacrilato de metilo y los cementos de composite.³⁸ Una de las principales funciones del cementado es la retención de los materiales en los dientes.³⁹

Investigaciones indican que una resina intermedia como se cree que se forma en el método indirecto que propone Thomas crea un vínculo débil y en consecuencia el desprendimiento puede ocurrir en la interfase formada entre el sellador y el esmalte o entre el sellador y el relleno de la resina.⁴⁰

Para mejorar la adhesión entre la resina vieja y una nueva se requiere aumentar la rugosidad de la superficie para promover una retención mecánica y la resina vieja se recubre con resina sin relleno para impregnar la superficie y mejorar el enlace químico.⁴¹

La polimerización entre el sustrato viejo y el nuevo composite esta basado en los carbonos libres de doble banda del grupo funcional de la matriz del polímero existente. La adhesión covalente es posible dentro de las primeras 24 horas después de la polimerización, la adhesión mecánica adicional ocurre cuando los monómeros de el nuevo adhesivo crea un una red de penetración en el adhesivo curado por medio de una acción disolvente. La probabilidad de cementado con los monómeros reactivos es.

reducida con el incremento de grados de polimerización. El intervalo de cementado de la capa de los 2 composites no debe exceder de 30 días.⁴²

La durabilidad del cementado depende de la formación de una capa híbrida de alta calidad en la cual no hay hibridación de la capa de barrido y no hay infiltración, la desmineralización de la dentina debe de estar presente.⁴³

La fuerza del cementado en ortodoncia debe satisfacer dos requerimientos: ser suficientemente grande para retener el bracket pero lo suficientemente bajo para permitir la fácil limpieza de el adhesivo cuando el bracket es removido. Se ha sugerido que la fuerza de cementado esta en el rango de 6 a 8 MPa la cual es suficiente para la efectividad clínica del cementado en ortodoncia⁴⁴ y que no deben de superar a 14 MPa ya que si se excede en fuerza puede fracturar el esmalte.⁴⁵

En el cementado indirecto la transmisión de luz a través del modelo de yeso tiende a ser pobre, la resina que se encuentra entre la base del bracket y el modelo de yeso muy a menudo no esta completamente polimerizado. En el estudio hecho por Soo y cols la capa porosa color blanca opaca, que se observó en el adhesivo después del proceso de cementado indirecto se removía usando acido grabador, sin afectar la fuerza de adhesión.⁴⁶

Cuando se fotocura el adhesivo en ortodoncia se inhibe el oxígeno el cual destruye los radicales libres y produce cierto grado de polimerizado incompleto en la superficie. Cuando hay oxígeno en la superficie libre de adhesivo, la inhibición se mantiene como una fina capa superficial de resina sin polimerizar. Este fenómeno puede ser causado por la inhibición de oxígeno durante la polimerización secundaria de la base de la resina, también junto con el polimerizado incompleto de la superficie de la resina, el enjuague y secado, resultando en una capa superficial de resina ausente, que luego se manifiesta en un defecto blanco poroso y este efecto se puede extender a 40 micrometros profundamente de la base de la resina.⁴⁶

En la década de los 70's Dogon encontró que la resina de baja viscosidad penetraba en el esmalte lo cual es esencial para un mejor cementado de los brackets, esta resina

proveía mejor retención y duración. Decía que el bond ideal es de dos pasos: el esmalte grabado es sellado por la aplicación de resina de baja viscosidad y segundo el brackets es pegado por el sellador con resina de alta viscosidad relativamente de gran fuerza.⁴⁷

Se han reportado varios métodos para mejorar la alta reactividad de conversión de los composites, estos métodos se incluyen: el ácido grabador, aire abrasivo, el uso de solventes y el silano. El efecto se sinergiza con una retención mecánica y química y esta combinación produce la fuerza de cementado cerca a la fuerza cohesiva del composite, de ambos micropartículas y composites microhíbridos.³⁶

El ácido hidrófluorhídrico ha sido propuesto para reparar las restauraciones de composite, ya que tiene la capacidad de proporcionar rugosidad en superficies de resina previamente fotocuradas a través de la disolución de partículas de relleno. Reparando la resina "vieja" con el ácido fluorhídrico produce los mejores resultados según varios reportes. El agua puede penetrar a través de espacios en el relleno de una resina grabada con ácido fluorhídrico y esto puede desorganizar.³⁷

El silano responsable por la estabilización de la interfase del relleno de la matriz, erosiona la superficie de las partículas de relleno. Este proceso debe debilitar el material y acelera la degradación hidrolítica exponiendo una mayor área de matriz al agua. La agresividad de los ácidos, sin embargo no es igual para todos los composites, dependiendo de la constitución de las partículas de relleno.³⁷

Componentes de la resina

Los acrilatos ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOR}$) y metacrilatos [$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{COOR}$; donde R es un grupo alquilo o anilo] eran los que soportaban mejor el paso del tiempo además de su resistencia al agua, éstos eran los más usados cuando la adhesión era mecánica. Aún se utilizan los monómeros de acrílico como el bis-GMA, los diacrilatos o dimetacrilatos de dioles alifáticos o poliuretanos [$-\text{OROC}(\text{O})-\text{NH}-\text{R}'-\text{NH}-\text{C}(\text{O})-$]. Se han añadido otros monómeros como el metacrilato hidroxietil hidrofílico (HEMA) [$\text{HOCH}_2-\text{CH}_2\text{OOC}-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$] y sus ésteres con sus diversos ácidos policarboxílicos. Los monómeros policarboxílicos se unen a los iones de calcio provenientes del diente formando complejos estables.⁴⁹

La matriz de resina es la parte químicamente activa del compuesto de resina, basado en monómeros orgánicos difuncionales.⁴⁹ la mayoría tienen mezcla de monómero de dimetacrilato alifático y/o aromático⁷ como Bis-GMA (bisfenol A-diglicidylmethacrylate), TEGDMA (trietilenglicol dimetacrilato) y UDMA (Dimetacrilato de uretano).⁴⁸

Otros monómeros por ejemplo TEGDMA (trietilenglicol dimetacrilato), pueden ser adheridos en diferentes concentraciones como diluyentes de resina para bajar la viscosidad. El material de relleno utilizado en la resina incluye una variedad de materiales, como cuarzo, sílice y cristales de litio, bario, estroncio, etc. La adición de partículas de relleno a la matriz de resina mejora las propiedades físicas del compuesto de resina: como regla general, cuanto mayor sea la carga, mayor será la fuerza de la restauración basados en resina polimerizada.⁴⁸

Se necesita una amina iniciadora para iniciar el fotocurado en el caso de las resinas fotocurables y una sustancia sensible a la luz. La canforoquinona (CQ) es un agente fotosensible que se encuentra en las resinas en un porcentaje mínimo (2% o menos) y necesita una longitud de onda de 400 a 500 nm. Los iniciadores de amina están igualmente en baja proporción (0.15%).³⁴

Índice remanente de resina (ARI)

El ARI es usado para detectar dónde está el sitio de la falla de cementado entre el esmalte, adhesivo y la base del bracket.⁵⁰

El índice de remanente de resina modificado tiene una escala hasta el 6 a comparación de la original donde sólo muestra 3 valores, además que en esta el remanente de resina se observa en brackets y no en diente.⁵¹

Tabla 1

ESCALA	DESCRIPCIÓN
1	No hay adhesivo en el bracket
2	Del 1 al 10% de la base cubierta con adhesivo
3	Del 11 al 25% de la base cubierta con adhesivo
4	Del 26 al 50% de la base cubierta con adhesivo
5	Del 51 al 75% de la base cubierta con adhesivo
6	Del 76 al 100% de la base cubierta con adhesivo

Tabla 1. Escala de ARI modificado. Tabla utilizada para este estudio.

Técnicas de caracterización

Observación microscopía

El microscopio ya sea óptico o electrónico contribuye a la investigación de las características microestructurales de los materiales. La imagen generada por el microscopio electrónico es generada a base de electrones.⁵²

7.1 Microscopía óptica

Un microscopio óptico ofrece hasta 2000 diámetros, utiliza la luz para estudiar la microestructura, pero no se puede observar algunos elementos que son muy finos o pequeños, en materiales opacos a la luz visible (metales, muchos cerámicos y polímeros) la luz del microscopio se debe usar en reflexión.⁵² El microscopio de luz está compuesto por: el sistema óptico, sistema de iluminación y sistema mecánico.⁵³ Permite ver objetos a una separación menor entre sí de 0.1mm. Su sistema se basa

prácticamente un sistema de lentes uno cerca del objetivo y otro cerca del ojo del observador. Se forma una imagen invertida, real y aumentada del objeto visualizado, el ocular aumenta la imagen intermedia aún más, el ojo capta la imagen y el cristalino actúa como un lente convergente para formar la imagen en la retina.⁵⁴

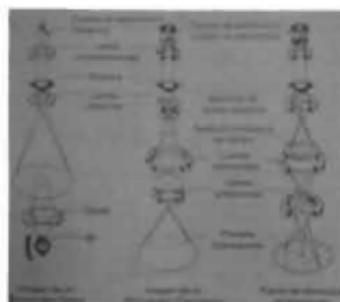


Figura 2. Comparación de la información entre un microscopio óptico y un microscopio electrónico de transmisión

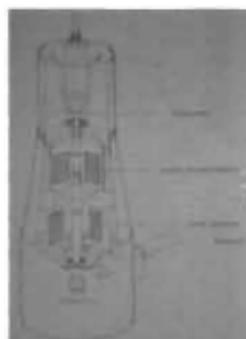


Figura 3. Representación de la columna de un microscopio de barrido.



Figura 4. Diagrama de las trayectorias seguidas por los rayos de luz en un microscopio óptico

Microscopía electrónica de barrido (SEM)

El microscopio electrónico de barrido funciona de la siguiente manera: la superficie a examinar se barre con un haz de electrones y un haz reflejado de electrones, con un tubo de rayos catódicos se recoge y se muestra con la misma velocidad de barrido. La

imagen se refleja en la pantalla y ésta nos muestra las características de la muestra analizada, su superficie debe ser eléctricamente conductora. Los aumentos van de 10 a 50.000 diámetros. El análisis químico elemental de áreas superficiales localizadas es cualitativo y semicualitativo.⁵²

Diseñado para estudiar en alta resolución la superficie de los sólidos, existe una interacción de electrones con los sólidos que permite obtener mayor información sobre la orientación cristalina, la estructura magnética o el potencial eléctrico del material en observación y su composición química. Su funcionamiento está basado en el hecho de barrer la muestra con un haz electrónico de sección transversa. Si se quiere estudiar la superficie de la muestra, generalmente se utilizan electrones secundarios para formar una imagen. La formación de la imagen dependerá de la capacidad de la muestra para emitir electrones secundarios.⁵⁵

Cuando el haz de señales interactúa con la muestra se generan varios tipos de señales: electrones dispersos, electrones secundarios, electrones absorbidos, Rayos X característicos y electrones Auger y finalmente electrones transmitidos (fig. 5). Estas señales nos permiten hacer la caracterización estructural y química de la muestra.⁵³

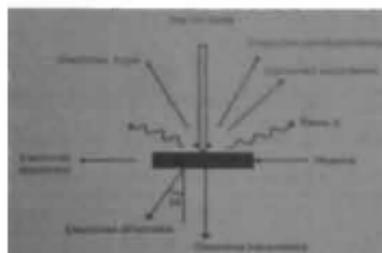


Figura 5. Señales que se producen durante la interacción del haz electrónico con la muestra.

Espectroscopía de Energía Dispersa de Rayos X Característicos (EDS)

Este tipo de análisis se puede obtener con el microscopio electrónico de barrido, brinda la información de la composición química de la muestra, al interaccionar el haz electrónico con la muestra generando rayos X, la intensidad detectada es graficada en función de la energía que presente el haz de rayos X. Permite por medio de mapeos químicos la distribución elemental en un área específica.⁵⁷

Antecedentes

A lo largo de los años diferentes materiales y métodos para cementar brackets han sido constantemente desarrollados, desde sistemas adhesivos convencionales, usando tres agentes acondicionadores de esmalte hasta varias técnicas en el proceso del cementado de brackets.⁵⁸

La introducción del ácido fosfórico en la ortodoncia para la adhesión de materiales acrílicos al esmalte en 1955 por Bounocore trajo muchas mejoras dentro del campo de la odontología.⁵⁹ A mediados de los 50's se usaron las epoxy resinas para el cementado directo, seguido por la introducción de las resinas epoxy acrilatos en los inicios de los 60's y a mediados de los 60's la utilización de Bis-GMA.⁶⁰

Para la década de 1970 el cementado de brackets había sido aceptado como una técnica clínica.⁶¹

Mura en 1971 en la necesidad de encontrar un adhesivo que se pudiera remover fácilmente sin dañar el esmalte introduce la resina MMA.ttb (metilmetacrilato-tri-n-butilborano) Orthomite® revolucionando la historia de la ortodoncia, para 1974 se mejora esta resina, pero no es hasta 1980 que se sustituye el MMA con 4-META para crear un bond más resistente a la fuerza de decementado y microfiltrado.⁶²

La técnica indirecta fue introducida por Silverman y Cohen en 1972, usando adhesivo metil metacrilato y resina bisGMA.⁶³ En esta técnica Silverman usa un cemento adhesivo para brackets para cementarlos al modelo de estudio.⁶⁴

En 1979 Royce Thomas implementa el método de cementado indirecto, en esta técnica Thomas usaba un soldador químico curado con 2 líquidos: una resina catalizadora pintada sobre la base, y una resina líquida universal que se aplicaba en el esmalte para el grabado ácido.⁶⁵ En su estudio basado en los diferentes métodos usados para preparar la técnica indirecta, encontraron que no hay diferencias en la fuerza de enlace si se usa o no la resina fluida y que el aire abrasivo en el bracket aumenta significativamente la fuerza de enlace.⁶¹ El método de Thomas es ahora la técnica más usada.⁶⁶ Esta técnica crea una interface que no está presente en la mayoría de las

técnicas indirectas o directas, esto es que la interface entre la resina preexistente (en el modelo) y el sellador, crea un vínculo potencialmente débil. En lo viejo de los composites en el cual el sellador es aplicado puede variar de horas a semanas dependiendo en el intervalo en el que el bracket fue pegado al modelo de yeso y puesto el bracket en el diente del paciente. Un composite viejo reduce la fuerza de cementado, 2/3 de los brackets pegados por el método de Thomas tienen defectos marginales que resulta en una reducción de la fuerza de cementado del 50% si los defectos no son reparados con el sellador.⁶⁷

Según Aguirre y cols. la técnica indirecta muestra menos fallas que la técnica directa.⁶⁸

En 1999 Sondhi publica un método con resinas que ya no necesitan polimerizar en boca⁶⁹ desarrollada específicamente para el cementado indirecto, diseñada para llenar cualquier imperfección y reducir el riesgo de caída del bracket, tenía un curado rápido y por lo tanto menos tiempo en silla.⁷⁰ A esta resina se le ha incrementado su viscosidad con el uso de finas partículas de relleno de sílice. La resina sin relleno debe ser menos viscosa y puede causar desprendimiento del bracket.⁷¹

En el 2007 Klocke y cols. reportan el uso de 2 resinas diferentes para el método indirecto una especial para el cementado indirecto y otra de curado por luz y químico, se encontró que la fuerza de cementado a los 30 minutos es comparable a las 24 horas, no hay diferencias estadísticamente significativas al decementado incluso en diferentes intervalos de tiempo.⁷²

Polat y cols. hicieron un estudio in vitro y otro in vivo comparando el método indirecto con 2 sistemas de resinas para el método indirecto (Therma Cure laboratorii resin, la transferencia usando Custom IQ para el grupo I, y Transbond XT, la transferencia usando Sondhi Rapid Set para el grupo II) en el cual usaban acetona como medio para quitar el material separador. Observaron que el grupo I de resinas y el cementado directo tienen valores de decementado muy similares (10.3 ± 6.4 y 12.8 ± 6.5 MPa respectivamente) no encontraron diferencias significativas, en cambio el grupo II mostraba resultados significativamente diferentes (6.1 ± 12.8 MPa) pero su valor estaba cerca de lo sugiendo por Reynolds él decía que la fuerza suficiente para el cementado

en ortodoncia es de 5.9-7.8 MPa.⁷³ Tortamano en su estudio encontró que la resina Sondhi en el cementado indirecto mostró valores al decementado de 4.972 MPa muy por debajo a los 5.4 Mpa que clínicamente en este estudio tomaron de referencia para la fuerza de decementado, esta resina dió un valor insuficiente para la fuerza de adhesión mientras que las otras resinas alcanzaron valores mayores de 6.5 MPa.⁴

Yi reporta que no hay diferencias en el desprendimiento entre el cementado directo e indirecto y dice que técnicamente el bracket debería de estar diseñado para sostener cargas de 5.9 a 7.8 MPa.⁷⁴

Por otro lado Thompson y cols dicen que una fuerza aceptable al desprendimiento es de 10 MPa, además que se prefiere tener un cementado adecuado que el mejor cementado, ya que así a la hora del decementado dañará menos al esmalte.⁵¹

Varios estudios de fuerza de decementado de brackets han demostrado que el grosor del adhesivo afecta la fuerza de desprendimiento, pero depende del tipo de material para cementar y de la técnica de cementado que se use. La fuerza aplicada por el operador y la cantidad de adhesivo afecta la fuerza del decementado, una capa gruesa de adhesivo puede afectar en la precisa posición del bracket, una capa delgada se prefiere para el cementado. Mugirama prefiere una capa delgada de resina para alcanzar una fuerza de 200 gr.⁷⁵

En un experimento hecho por Klocke y cols hicieron la técnica indirecta para su experimento y utilizaron alcohol en la superficie del bracket para limpiarlo, también dice que la fuerza de decementado es la misma a los 30 minutos de cementado que a las 24 horas.⁷⁶

Mientras que Zachrisson (1978) encontró que en la técnica indirecta había varios tipos de fallo: entre el adhesivo y la superficie del esmalte, entre el interfaz de soporte adhesivo y fracturas.⁷⁷

Klocke y cols hicieron la técnica indirecta utilizando adhesivo hidrofílico utilizando alcohol en la base de la resina, encontraron valores al decementado de 9.85 ± 3.77 para el grupo contaminado por saliva y 11.92 ± 4.74 en el grupo contaminado con lejía

resulto en una fuerza de decementado poco significativa comparado con el grupo no contaminado.⁷⁸

James y cols compararon el cementado indirecto con el cementado directo usando resina Enlight LV deOrmco y Transbond XT de 3M junto con el set Sondhi Rapid Set Primer para el cementado indirecto y Transbond XT de 3M con el método directo, no se encontraron entre estos tres diferencias estadísticamente significativas (14.76, 13.83, y 16.27 MPA respectivamente).⁷⁹ Thiyagarajah encontró que no existe diferencia en las tasas de fracaso de enlace entre el cementado directo e indirecto, tampoco las hay en el sitio de falla en el cementado con respecto al tipo de diente y no varía en las 2 técnicas.⁸⁰

Diferentes técnicas del cementado indirecto han sido propuestas, empleando cambios en la cucharilla de traspaso por ejemplo, completa o por jigs individuales, también en el material usado como resina acrílica, silicona, material de impresión térmico o una combinación de 2 o más materiales, y el tipo de preparación de la base del bracket como personalizada o no a través de resina autocurada o con resina de fotocurado.⁸¹

Según el estudio realizado por Michida, donde utilizó bloques de resina de compuesto indirecto unido a un bloque de resina de compuesto directo unidos por un cemento resinoso dual Vianoling en el que utilizó ácido fluorídrico al 10% en diferentes tiempos (60 s, 90 s, 120 s, 180 s) al microscopio de barrido se observó una acentuada disolución de la capa orgánica de la superficie de resina en el grupo de 180 segundos, en el análisis químico a los 90, 120 y 180 segundos hay una drástica disminución de sílice y se concluyó que a los 180 segundos produce mayores valores de porosidad.⁸²

Öztük y cols encontraron que el cementado directo tuvo el más alto microfiltrado entre el esmalte y el adhesivo por gingival, no hubo relación en el cementado directo entre la fuerza de cementado y la microfiltración, mientras que en el cementado indirecto se encontró una relación adversa entre los valores de microfiltración entre la interfase del adhesivo y bracket en los bordes oclusal y gingival es decir cuando el microfiltrado incrementa la fuerza de cementado decrece.⁸³

III.- JUSTIFICACIÓN

En la ortodoncia es necesario cementar la aparatología fija lo más exacto posible para expresar en su totalidad y con mayor eficiencia y eficacia la información proporcionada por el bracket, por lo que a lo largo de los años se han mejorado las técnicas de cementado de brackets, así como la composición, presentación, resistencia y eficiencia de los sistemas adhesivos.

De acuerdo a estudios previos se ha demostrado que la técnica de cementado directo e indirecto no muestran grandes diferencias entre sus fallas y la fuerza de decementado como antes las había. Por otro lado, el cementado indirecto nos ofrece ventajas que con el cementado directo no se consiguen, entre las ventajas de la técnica indirecta, dentro de las más importantes está que te ofrece la posibilidad de posicionar mejor el bracket, reduciendo el número de recementados de los brackets por mala posición, dando como consecuencia un tratamiento con mejores resultados y en menor tiempo. Además en esta técnica de colocación de brackets nos reduce el tiempo en sillón al cementar los brackets.

La mayoría de las técnicas desolitas de cementado indirecto de brackets utilizan sustancias químicas para limpiar la resina de la base del bracket previamente fotocurada; debido a ello es importante saber qué sustancia proporciona mejor adhesión entre la resina de la base del bracket y el diente.

Los 3 agentes usados para limpiar la resina en la técnica de cementado indirecto de brackets son: acetona, ácido y alcohol. Así mismo, uno de los líquidos que se encuentran en la composición del adhesivo para la resina es el monómero y al ser también uno de los líquidos disponibles en un consultorio de ortodoncia se cree que causa un cambio en la resina tanto físico como químico. Sin embargo, estos químicos se emplean con el fin de limpiar la resina y de manera empírica, ya que en la búsqueda de referencias bibliográficas no se han encontrado pruebas del efecto que tienen estas sustancias (acetona, alcohol etílico, monómero y ácido fosfórico) sobre la resina.

Se desconoce si estas sustancias (monómero, alcohol etílico, ácido fosfórico y acetona) llegan a afectar la composición de la resina por lo que importante saber si la modifica, de qué manera y si este cambio influye en la fuerza de cementado.

Al conocer la sustancia que mejor respuesta proporcione en la adhesión del bracket al diente se disminuiría la posibilidad de fallo en adhesión y se evitaran desprendimientos del bracket que conlleva a una pérdida de esmalte de $55.6\mu\text{m}$ al remover el remanente de adhesivo según los estudios hechos por Vicente y col.

IV.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El uso de la técnica indirecta para el cementado de brackets en la ortodoncia cada vez se vuelve más usual, actualmente existen reportes que nos muestran que tiene la misma resistencia al decementado de brackets el cementarlos por la técnica indirecta o por el método directo.

Debido a que la resina se fotocura en el modelo de yeso se cae en la necesidad de limpiar la superficie de la resina que se queda adherida en la base del bracket para que no interfiera en la adhesión entre resina y el esmalte del diente. Las sustancias que comúnmente se usan para retirar los restos de separador yeso acrílico o algún otro residuo orgánico que pudiera tener la superficie de la resina son: la acetona, el ácido grabador o alcohol; y al colocar estos líquidos nos aseguramos que no quede algún contaminante que impida el cementado de la resina al esmalte. Pero, se desconoce el efecto que estos químicos tienen sobre la estructura superficial de la resina, por lo que es importante saber mediante pruebas de laboratorio, si influyen en la adhesión entre diente y resina, y si causa algún cambio en la topografía y composición de la resina.

V.- PREGUNTA PROBLEMATIZADORA

¿Cual de las cuatro sustancias (acetona, monómero, ácido y alcohol) nos proporcionará mayores ventajas en la adhesión en la técnica de cementado indirecto?

VI.- HIPÓTESIS

El uso de acetona proporcionan mejor adhesión debido a sus características químicas comparado con las otras tres sustancias que se utilizan que son el ácido, etanol y monómero.

OBJETIVOS

VII.- General

Determinar los cambios que se dan en la resina provocada por el uso de sustancias químicas (ácido fosfórico, acetona pura, alcohol etílico y monómero) y comparar el efecto de éstos cuatro agentes químicos sobre la superficie de la resina y su capacidad de adherencia.

VIII.- Específicos

- a) Identificar por técnicas de microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido, los cambios físicos y químicos que se dan en la resina, posterior a la colocación de solventes durante la técnica de cementado indirecto
- b) Determinar los valores de adhesión de los distintos tratamientos que se le dio a la resina

IX.- MATERIALES Y MÉTODOS

DISEÑO

Explicativo, experimental y transversal.

UNIVERSO

Para este estudio se utilizaron 60 premolares humanos y 80 brackets Standart slot .022" American Orthodontics® distribuidos de la siguiente manera:

- Para el análisis de microscopia se utilizaron 20 brackets Standart slot .022" American Orthodontics®.
- Para la prueba de adhesión se utilizaron 60 dientes premolares permanentes extraídos por razones ortodóncicas y 60 brackets Standart slot .022" American Orthodontics®.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Para la prueba de microscopia:

- Brackets de Incisivos centrales y laterales inferiores estándar slot .022".

Para la prueba de adhesión:

- Dientes premolares superiores e inferiores aparentemente sanos.
- Brackets estándar slot .022" de premolares superiores e inferiores.

CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

- Bracket que tenga desprendimiento de resina al desprenderlo a su vez del modelo de yeso.
- Diente que haya sido humedecido con algún solvente al preparar las muestras.
- Bracket que se desprenda del diente después de polimerizada la resina al retirar la cucharilla de silicón.
- Bracket que se desprenda durante la preparación de muestras.

- Diente que haya sido contaminado con acrílico en la cara vestibular en la periferia del bracket.
- Bracket que se desprenda del diente cuando se monte en la máquina Instron.

VARIABLES

Variable independiente

Modificador de superficies:

- Acetona pura.
- Monómero (metil methacrilato).
- Alcohol etílico 96°.
- Ácido fosfórico Ultraetch Ultradent® al 35%.

Variable dependiente:

- Cambios en la superficie o rugosidad.
- Adhesión.

TAMAÑO DE MUESTRA

Para análisis por microscopia se formaron 4 grupos constituidos cada uno por 5 brackets, dando un total de 20 brackets.

Para el ensayo de adhesión se formaron 4 grupos conformados cada uno por 15 dientes con sus respectivos brackets, dando un total de 60 dientes y 60 brackets.

MATERIAL

Prueba de microscopia

- Modelo de yeso con superficie lisa.
- Acetato para duplicar modelos.
- Yeso piedra para ortodoncia marca Magnum™

- 20 brackets de incisivos inferiores estandar de slot .022" de la marca American Orthodontics®.
- Separador yeso acrilico Sepya®.
- Resina y adhesivo Transbond XT® de 3M Unitek.
- Pinza portabackets de la marca Lancer®.
- Posicionador de brackets marca Morelli®.
- Pincel de brocha fina.
- Lapicero.
- Lámpara de fotocurado de resina Cauik de Dentsply®.
- Acetona pura.
- Monómero (metil methacrilato) Nicfori®.
- Alcohol etílico 96°.
- Ácido fosfórico Ultraetch Ultradent® al 35%
- Microbrush.
- Microscopio óptico Zeiss® modelo Stemi 2000.
- Microscopio electrónico de barrido de alto y bajo voltaje marca Jeol® modelo 5600.

Prueba de adhesión

- Brackets de premolares estandar slot .022" de la marca American Orthodontics®.
- Premolares superiores e inferiores.
- Silicón de marca Exactodent® de la casa comercial IDEA, y Flex-sil® de la casa comercial Technew.
- Alginato Biogel®.
- Yeso piedra para ortodoncia marca Magnum™.
- Cepillo de pieza de baja velocidad para profilaxis.
- Pasta profiláctica.
- Resina y adhesivo Transbond XT™ de 3M Unitek.
- Pinza portabackets de la marca Lancer™.
- Posicionador de brackets marca Morelli™.

- Pincel de brocha fina.
- Separador yeso-acrílico Sepya®.
- Lapicero.
- Lámpara de fotocurado de resina Caulk de Dentsply®.
- Silicón industrial en barra.
- Pistola para calentar silicón.
- Acetona pura.
- Monómero (metilmethacrilato) Nicton®.
- Alcohol etílico 96°.
- Ácido fosfórico Ultraetch Ultradent® al 35%.
- Microbrush.
- Acrílico marca Quarz® de la casa comercial mdc dental.
- Módulos marca 3M Uniteck®.
- Alambre .017"x.025" de acero.
- Cilindros de PVC de ¼
- Vaselina
- Plumón de punto fino
- Laseja.
- Godete
- Gotero.
- Espátula para cemento.
- Máquina universal de pruebas mecánicas Instron® modelo 5567
- Microscopio óptico Zeiss® modelo Stemi 2000
- Microscopio digital modelo M-502 marca Multimedia®.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Para este proyecto se utilizaron 60 dientes premolares y 80 brackets Standart slot .022" American Orthodontics® (60 de premolares y 20 de incisivos inferiores)

PREPARACIÓN DE MUESTRAS

Prueba de microscopia:

Se duplicó el modelo de yeso de tipodonto de la arcada inferior con un acetato flexible especial para duplicar modelos, una vez duplicado se llenó con yeso piedra para ortodoncia marca Magnum® cuatro veces y en cada modelo de yeso se verificó que no estuviera poroso o tuviera burbujas. Con un lapicero de 0.05 se marcó el eje axial de cada diente y con un vernier se midió el largo del incisivo central superior, el largo se dividió entre dos y de este modo se definió la altura del bracket a cementar

Los modelos de yeso se sumergieron en agua 2 segundos y se quitó el exceso de agua con una toallita de papel, con un pincel de brocha fina se aplicó separador yeso acrílico de marca Sepya® en toda la superficie de los dientes del modelo de yeso y se dejó secar cinco minutos. Una vez seco, se colocó con un microbrush, el adhesivo Transbond XT de 3M® en el centro del diente, se tomó el bracket con la pinza portabacket de Lancer® y se le colocó resina Transbond XT® en la base del bracket, se llevó al modelo de yeso y se presionó sobre la superficie vestibular del diente para que fluyera el exceso de resina alrededor del bracket y solo quedara una fina capa, se posicionó en el centro del diente y a la altura adecuada con un posicionador de brackets Morelli®, con un explorador se retiró los restos de resina alrededor del bracket y se repitió el mismo procedimiento para cada bracket

Ya colocados todos los brackets de la arcada se fotocuró con la lámpara para resina Caulk de Dentsply®, cada bracket diez segundo en cada esquina dando un total de 40 segundos por cada bracket. Se desprendieron los brackets y se observaron al microscopio óptico Zeiss modelo Stemi® con un aumento de 12.5X y 25X a cada uno y se les tomó foto.



Figura 6. Imagen del microscopio óptico Zeiss modelo Stemi 2000.

Se dividieron los brackets en 4 grupos conformados por 5 brackets cada grupo y se les aplicó con un microbrush las sustancias modificadoras (acetona pura, metil metacrilato, ácido fosfórico al 35% o alcohol etílico) correspondiente (tabla 2). En el caso de ácido se lavó por 15 segundos con agua en spray y se secó entre cada aplicación. Se observaron al microscopio óptico Zeiss modelo Stemi[®] con una amplificación de 12.5X y 25X cada uno en la primera y segunda aplicación y se tomó foto.

Tabla 2			
Grupo	Sustancia	Primera aplicación	Segunda aplicación
I	Acetona pura	1 gota	1 gota + frotar 10seg
II	Monómero (metil metacrilato)	1 gota	1 gota + frotar 10seg
III	Alcohol etílico al 96%	1 gota	1 gota + frotar 10seg
IV	Ácido fosfórico al 35%	1 gota	1 gota + frotar 10seg

De las cinco muestras de cada grupo se seleccionó la muestra más significativa para observarla en el microscopio electrónico de barrido (SEM) de alto y bajo vacío marca Jeol® modelo 5600, cada muestra se montó en un portamuestras de aluminio usando un pegamento conductor (figura 7), después se llevaron a una cámara de vacío en la cual se recubrieron las muestras con una película delgada de aproximadamente 20nm compuesta por un material conductor en este caso carbón, (puede ser oro o carbón) con la finalidad de que se dé una mayor interacción entre el haz de electrones del microscopio electrónico de barrido y la superficie de la resina, logrando con ello imágenes con mejor resolución.



Figura 7. Imagen de las muestras preparadas para observarse en el microscopio electrónico de barrido

PRUEBA DE ADHESIÓN

Se utilizaron premolares superiores e inferiores extraídos por indicación ortodóncica y se almacenaron según la norma ISO/TS 11405. Se recortaron las raíces de los premolares con la máquina cortadora marca Buehler® modelo Isomet 1000 precisión saw, a una velocidad de 475-500 revoluciones con un disco de diamante y agua corriente, con el fin de que se pudiera posicionar la corona del diente en la mitad del tubo de PVC a la hora de embeberlo en acrílico.

Una vez recortadas las raíces se esmeraron los dientes con vir plomón de tinta permanente y de punta fina. Cada diente se pulió con pasta profiláctica y cepillo para profilaxis a baja velocidad por 5 segundos cada uno. Se fabricó una base para montar

los dientes, para los grupos de acetona y monómero se usó silicón de marca Exactodent® de la casa comercial IDEA, con una proporción de ocho gotas por una porción de masilla. El silicón de marca Flex-sil® de la casa comercial Technew para los grupos de alcohol y ácido fosfórico siguiendo las indicaciones del fabricante. Se hicieron en total ocho bases donde se colocaron de ocho a siete dientes por base y en cada base se anotó la numeración de los dientes y el químico a aplicar.

Se tomó una impresión con alginato Biogel® a los dientes montados y se llenó la impresión con yeso piedra para ortodoncia Magnum®, se esperó a que yeso fraguara (Figura 8), con un lapicero de 0.05 se marcó el eje axial de cada diente, con un vernier se midió el largo de cada premolar, el largo se dividió entre dos y de este modo se definió la altura del bracket a cementar.

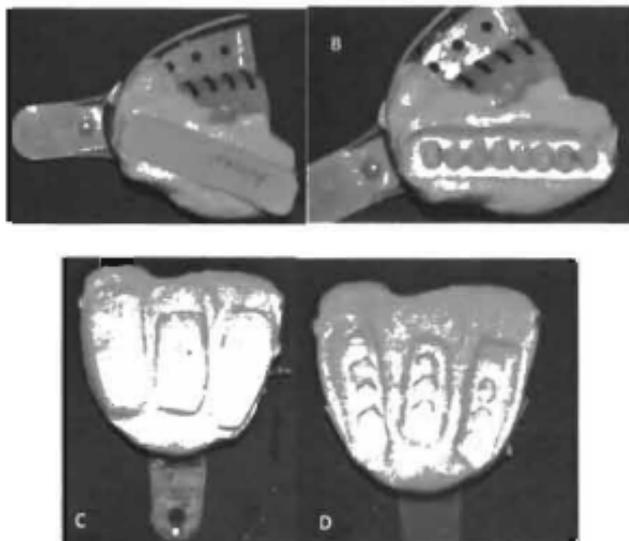


Figura 8: A y B Impresión con alginato de los dientes montados en silicón. C y D. llenado de yeso a la impresión para reproducir los dientes para la elaboración de la técnica indirecta.

Los modelos de yeso se sumergieron en agua dos segundos y se quitó el exceso con una toalla de papel, posteriormente con un pincel de brocha fina se aplicó separador yeso acrílico Sepya® en toda la superficie de los dientes del modelo de yeso, se dejó secar por cinco minutos. Una vez seco, se aplicó con un microbrush el adhesivo Transbond XT de 3M® en el centro del diente.

Se colocó con un microbrush el adhesivo Transbond XT de 3M® en el centro del diente, se utilizó la pinza portabacket de Lancer® para colocar el bracket lo más cerca de la posición adecuada y previamente se puso en la base del bracket resina Transbond XT®. Se presionó el bracket sobre la superficie vestibular del diente para retirar los excesos con un explorador y se posicionó en el centro del diente o a la altura adecuada con la ayuda del posicionador de Brackets Morelli®.

Cuando se colocaron todos los brackets se fotocuró cada bracket diez segundo en cada esquina dando un total de cuarenta segundo por Bracket. Se esperó de 16-18 horas antes de hacer la cucharilla.

Pasado este tiempo, con una pistola para silicón se fabricó la cucharilla de traspaso, cubriendo la cara lingual y oclusal, en vestibular se extendió hasta las aletas oclusales de los brackets y se repitió la operación 3 veces para tener una cucharilla más firme. Se dejó remojando la cucharilla hasta que enfrió el silicón (20 segundos aproximadamente) y para que se disolviera el separador yeso acrílico y así poder retirar la cucharilla con mayor facilidad disminuyendo el riesgo de que un bracket se quede en el modelo de yeso. Se retiró la cucharilla de traspaso del modelo de yeso.

Se acomodaron los dientes montados en silicón en sus respectivos grupos y se secaron las superficies vestibulares de los premolares. Se grabaron los dientes con ácido fosfórico al 35% Ultraetch®, se dejó actuar por 15 segundos y posteriormente se lavaron los dientes por 15 segundos bajo el chorro de agua a presión. Se secaron con una penilla hasta visualizar la zona desmineralizada.

Con un microbrush se impregnó la base del bracket con una gota de la sustancia modificadora dependiendo el grupo y se hizo una segunda aplicación pero esta vez se

frotó contra la superficie por 10 segundos. En el caso del grupo del ácido fosfórico pasados los 10 segundos, se lavó con agua a presión durante 15 segundos entre cada aplicación, esto con el fin de eliminar los residuos del ácido y se secó la base con una penilla.

Con un microbrush se aplicó el adhesivo Transbond XT® al bracket y diente, y la cucharilla de traspaso se asentó en los dientes, ligeramente se presionó el bracket contra la cara vestibular y se fotocuró diez segundos en cada esquina del brackets con un total de cuarenta segundos por bracket.



Figura 9. Brackets pegados por el método indirecto.

Se tomó una pinza de curación para retirar la cucharilla de silicona cuidando que no se desprendiera algún bracket (figura 9), y se repitió la operación pero con un diente y bracket nuevo cuando no hubo adhesión entre bracket y diente. Una vez colocados los brackets en los dientes se sumergieron en agua para mantenerlos siempre húmedos. Se cortaron trozos de alambre de acero 017"x.025" de aproximadamente 35 mm de longitud, se colocaron en el slot del bracket, se fijaron con módulos de diferente color dependiendo de la sustancia aplicada y se dejaron remojando en agua (Figura 10)



Figura 10. Bracket listo para embeterlo en acrílico

Un tubo de PVC de $\frac{3}{4}$ se cortó en pedazos de 9cm, dicho cilindro se utilizó para montar el diente y cada diente se posicionó en el centro del cilindro, la finalidad del tubo fue que nos sirviera de molde. A estos cilindros se les untó vaselina para que no se quedara el acrílico pegado y el bracket con el alambre se posicionaron en el centro del tubo, se llenó de acrílico Quark[®] hasta embeber el diente (figura 11), y se enumeró el tubo de acuerdo al número del diente

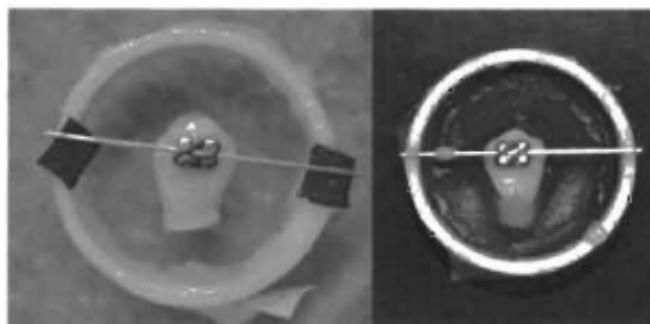


Figura 11. Preparación de muestras para pruebas de decementado.

Antes de que terminara de polimerizar el acrílico, con un explorador se retiró el módulo y el alambre cuidando de no despegar bracket y se retiró el acrílico del tubo, se enumeró con un plumón y se dejaron reposar en agua hasta que la prueba se realizó (Figura 12)



Figura 12 Muestras embebidas en acrílico sumergidas en agua

Se procedió a colocar el conjunto de acrílico autopolimerizable translúcido-diente-bracket en el marco de pruebas de la máquina universal de pruebas mecánicas (figura 13), para ser desprendidos usando una fuerza de sızalla en la base del bracket. La velocidad de desprendimiento que se usó fue de 1 mm/min.

Se guardo el bracket y el conjunto de diente-acrílico en una bolsa y se enumeró para sacar el índice de remanente de adhesivo modificado. Se usó la tabla de números aleatorios para eliminar una muestra de los grupos de acetona, ácido fosfórico y etanol y así unificarlos, debido a que en las pruebas de adhesión no se recuperó un bracket del grupo del monómero. Todas las superficies de los brackets desprendidos fueron observadas en el microscopio óptico Zeiss modelo Stemi2000 con una amplificación de 10X para ejecutar la Prueba de ARI modificado y obtener el indicador de adhesivo retenido en la base del bracket. La cara vestibular de los dientes fueron observadas en el microscopio digital modelo M-502 marca Multimedia[®] a 33X para observar la cantidad de adhesivo en el esmalte

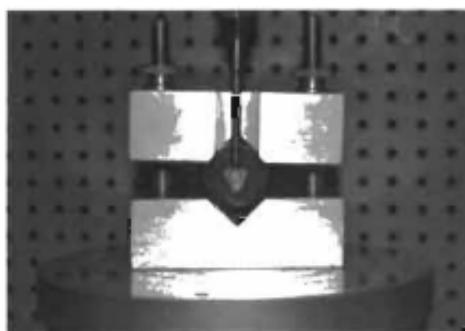


Figura 13. Muestra montada en el portamuestras de la máquina Instron

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para calcular la fuerza de decementado, los valores de decementado (N) fueron convertidos en los valores de tensión de acuerdo al área del bracket. Usando el programa SPSS versión 18, se calculó la media y desviación estándar para cada grupo (acetona, alcohol, monómero y ácido). La fuerza de decementado de los diferentes grupos fueron comparadas por el análisis de varianza ANOVA ($p < .05$), y se hizo una prueba de t de Student para comparar cada grupo con los otros tres y observar si había o no diferencias significativas entre ellos. Para determinar si hubo diferencias en los valores de ARI modificado se utilizó la prueba de ANOVA. ($p < .05$)

X.- RESULTADOS

MICROSCOPIA ÓPTICA

El análisis de microscopía óptica hecho con una amplificación de 12 5X y 25X, arroja que el grupo que muestra una mayor agresión sobre la resina es el grupo del monómero, éste tiene mayor acción de solubilizar el materia según lo observado (fig. 14) ya que sigue el mismo tipo de metodología que las otras 3 sustancias, además con el monómero se llegó hasta descubrir la malla (fig. 14 D) del bracket, el área descubierta de la malla es mayor en la imagen K (fig. 14) en comparación de la F (fig. 14 F).

En cuanto a la generación de porosidades el grupo que lo segunda en degradación es la acetona (fig. 15), cabe recalcar que la acetona es la sustancia que presenta mayor grado de volatilización al aplicar la gota en la superficie de resina, posteriormente el etanol genera menos porosidad (fig. 16) y finalmente el grupo al que se le colocó ácido que prácticamente no mostró cambios (fig. 17).

Se puede observar analizar en las imágenes de la C a la E de la figura 15 el avance del efecto que tiene la acetona poniendo sólo una gota a 10 segundos y además al frotar la estructura de la superficie de la resina, ésta cambia volviéndose opaca y las porosidades mas definidas

En la imagen C de la figura 15, se muestra un revelado mayor de la superficie a diferencia de lo observado en la serie de etanol (Figura 16 imagen D), cuando se le coloca la gota, en donde su acción fue más limitada.

Cuando se hizo el tratamiento de etanol (Figura 16) en la imagen A se observa una película en la mitad del bracket la misma que se rompe desde que se coloca la primera gota de alcohol, esta película corresponde a residuos de yeso y separador yeso-acrílico, esta capa es la primera que sufre cambios al aplicarle el etanol lo cual nos muestra que el tratamiento con etanol si es lo suficientemente efectivo para eliminar ese tipo de impurezas.

En el etanol se observa una superficie blanca después de frotar, el mismo patrón esta presente en las bases tratadas con acetona pero desaparece al frotar al igual que en el monómero por lo que se intuye que queda más limpia la superficie con la acetona y más con el monómero.

En el grupo del ácido fosfórico (Figura. 17) no se observan cambios como los que se encontraron en los tratamientos previos.

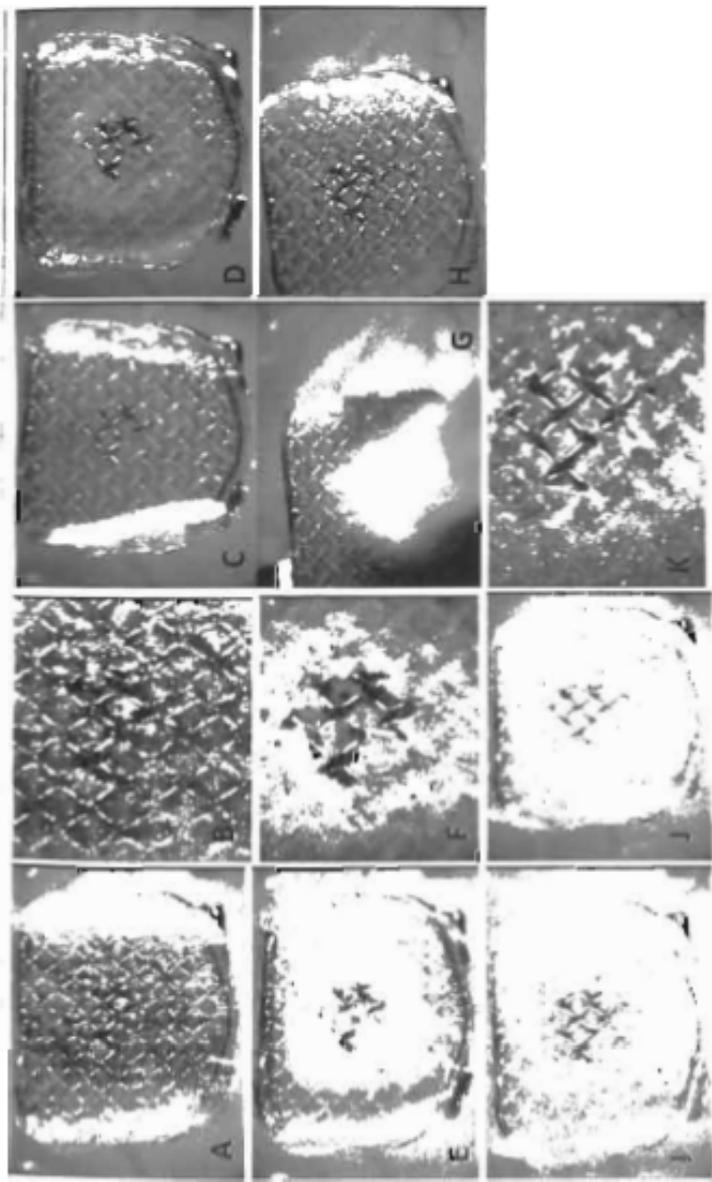


Fig. 4. (Continúa)

A y B: Imagen de la resina sin tratamiento y su aplicación. C: Aspecto húmedo de la resina por la presencia de la gota de monómero. C-F: Se aprecia el resultado que tiene el monómero posterior a la aplicación de una gota; la superficie de la malla del bracket se ve bastante homogénea y el espacio se reduce. G: Segunda aplicación del monómero; transcurrido por 10 segundos. H-K: Se observa la acción del monómero; muestra un aspecto más opaco y se revela mayor área de la malla del bracket.

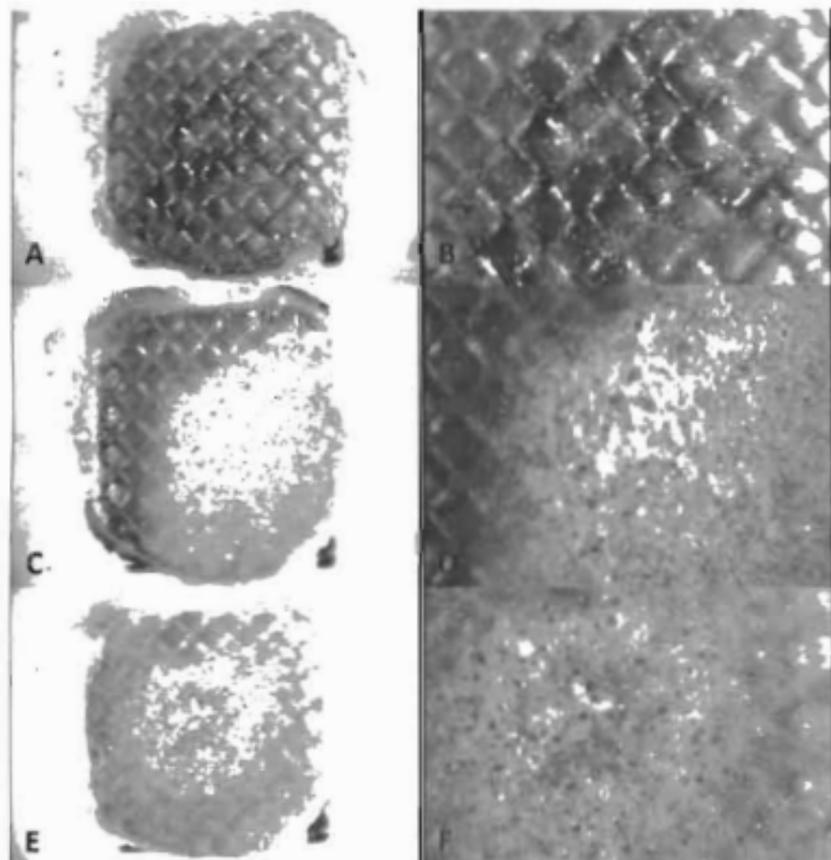


Figura 15 Acetona

A) Superficie de resina sin tratamiento. B) Amplificación de la imagen anterior.
 C) Colocación de la gota de la acetona ya tratada. Amplificación de la imagen anterior pero ya es posible detectar cambios en la superficie se ve blanco opaco pero con residuos. E Y F) Imagen posterior a los 10 segundos de tratamiento de superficie donde se observa mayor deficiencia de los poros y la superficie de la resina completamente opaca.

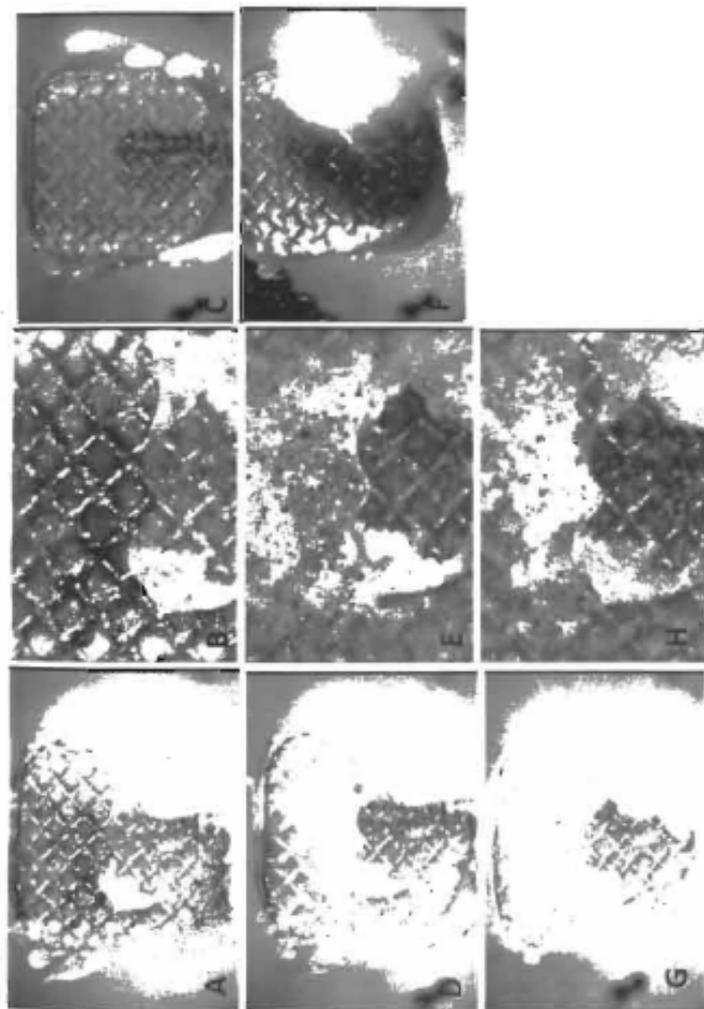


Figura 10. Etanol

A y B. Se observa la superficie del bracket sin tratamiento. C) Tratamiento de la superficie de la resina con 1 gota de alcohol. D) Se muestra el efecto de la adición de etanol. E) Se aprecia mayor detalle de la superficie de la resina dando un aspecto poroso y un revelado de cristales. F) Se muestra adición de alcohol, sinico rotando 10 segundos. G) El efecto del etanol se limita al revelado de la superficie visualizando los cristales. H) Se observa con mayor detalle la zona donde hubo mas cambios.

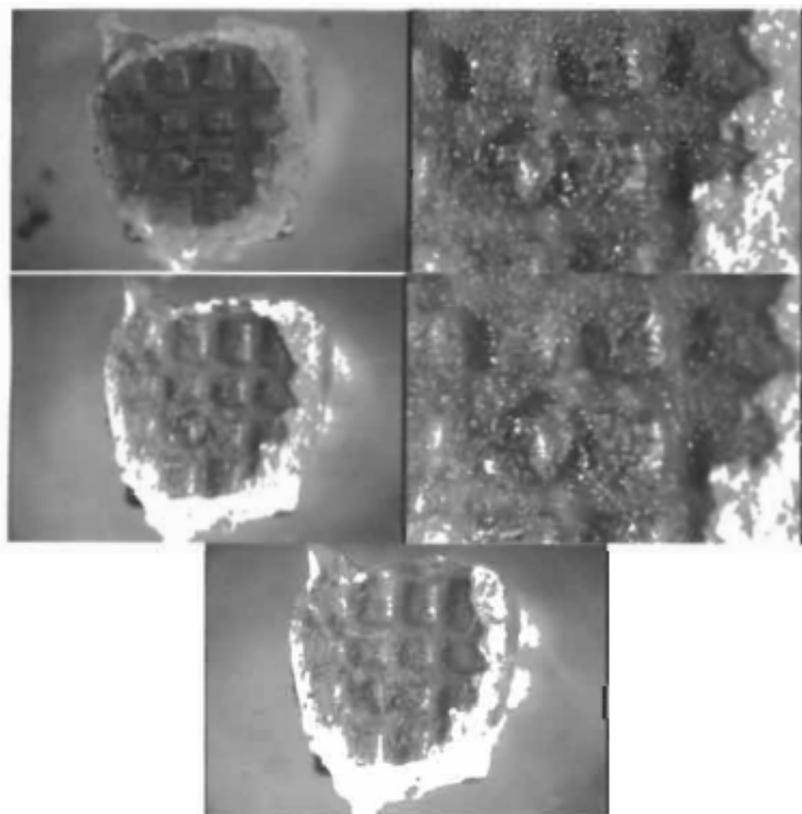


Figura 17 Ácido

No hubo cambios en la topografía de la resina.

MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO (SEM)

En la figura 18 se observa la resina tratada con monómero, en la imagen A se aprecia el daño que generó el monómero sobre la resina revelando la malla del bracket. En una mayor ampliación (imagen B) también es posible analizar el tamaño de partícula de la resina posterior al tratamiento del monómero. En las macropartículas se observa una zona de residuos de material. Para conocer cual es la composición del área observada se realizó el análisis de espectroscopia de energía dispersa de rayos X característicos (EDS) y lo que se observa en el espectro (imagen C) son los picos correspondientes a Silicio y Oxígeno elemento característicos de la resina entonces no hay impurezas por lo que el monómero limpió bien la superficie.

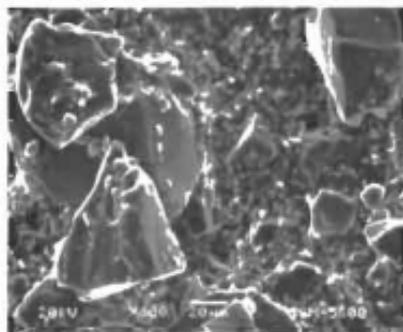
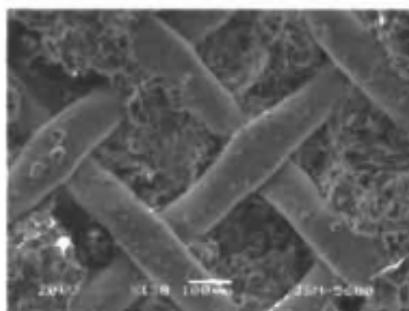


Figura18. Imagen de la resina tratada con monómero. (A) Se observa la degradación de la resina hasta la exposición de la malla. (B) los cristales no están completamente limpios. (C) El espectro nos muestra elementos de la resina

Las macropartículas se conservan más en la acetona (Figura 19 imagen A). En la imagen B se observa que el daño sobre el material inorgánico fue más severo dando una imagen donde se ven los cristales mas pequeños en comparación con el monómero pero la acetona deja menos residuos, El EDS (imagen C) se observa muy similar al grupo de monómero en cuanto a los picos de silicio y oxígeno.

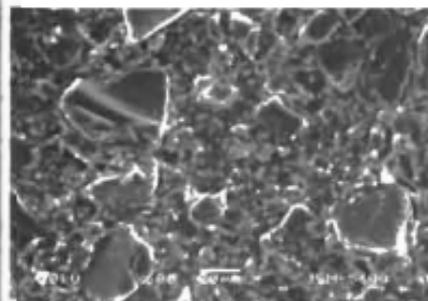
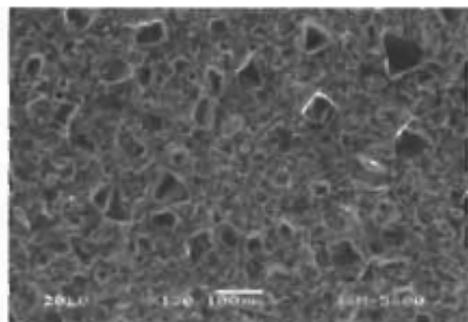


Figura 19. Imagen de microscopio electrónico de barrido de la malla del bracket con resina al poner acetona. Imagen (A) se observan los cristales revelados después de frotar por 10 segundos con la acetona (B) se muestran los cristales a mayor amplitud (C) Espectro de la resina tratada con acetona donde se observan los picos de los componentes de la resina.

En la figura 20 se observa la imagen de la superficie de la resina al aplicarle etanol. En la imagen A se puede observar 2 fases: una fase en la cual se revela completamente las partículas de relleno y otra fase en la cual dichas partículas están embebidas en una matriz amorfa. A una mayor amplificación en la imagen C1 se ve con mayor claridad esta fase amorfa (no hay revelado detallado de los cristales). Se le hizo un EDS (B1) y se encontró además de los elementos característicos de la resina que son: Silicio y Oxígeno así como el registro de calcio y sodio lo que nos indicaría la presencia de residuos de yeso y de separador yeso-acrílico. Es importante mencionar que en este espectro el pico de oxígeno también se ha incrementado lo que nos dice que a mayor presencia de oxígeno hay presencia de material orgánico por lo tanto el oxígeno se asocia al material orgánico. En la imagen C2 es fácil apreciar los cristales de la resina a esta área también se le hizo un análisis químico (B2) y el espectro que arroja es similar ala acetona y monómero.

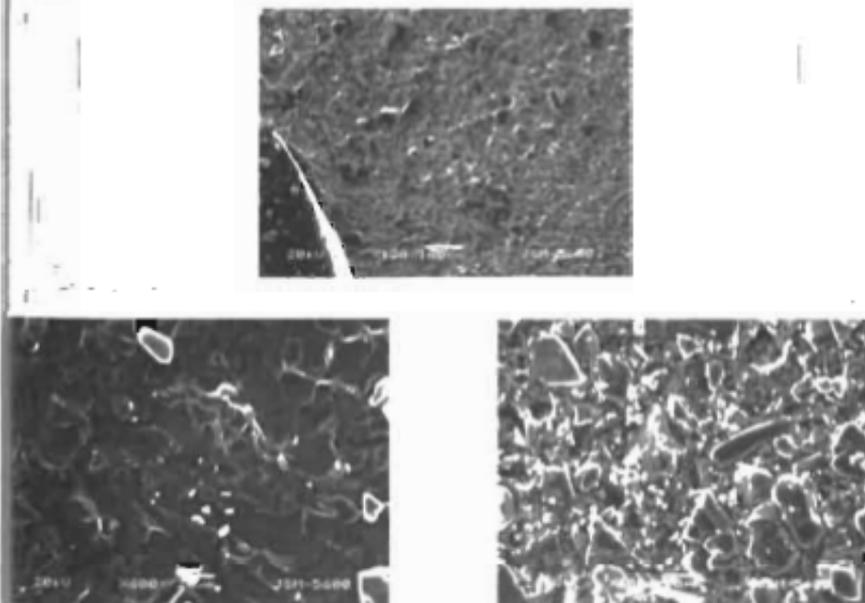


Figura 20. Imágenes deSEM (A) Imagen de resina tratada con etanol, se observan 2 fases una donde revelan los cristales y otra amorfa (B1 y C1) amplificación de la zona amorfa con su espectro (B2 y C2) espectro y amplificación de la zona donde se revelaron bien los cristales.

En el ácido (Fig. 21) en la imagen A apenas hay un ligero revelado de los cristales debido a que se conserva en mayor proporción material orgánico, pero este material orgánico es de la resina, no son los residuos de separador yeso-acrílico ya que la topografía es diferente a la encontrada en la imagen C1 de etanol. En la imagen B es una amplificación de la superficie. En el análisis químico (espectroscopia de dispersión de rayos X característicos es muy similar a monómero y acetona.

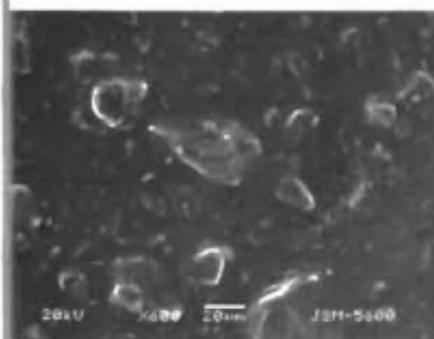
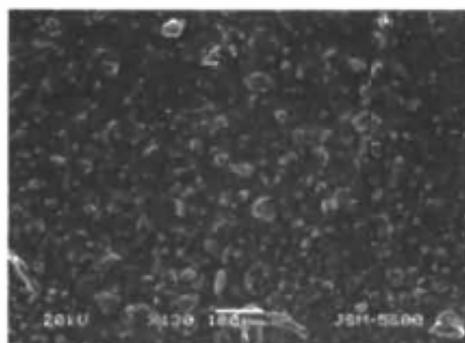


Figura 21. Resina tratada con ácido fosfórico al 35%. En la imagen A vemos una marcada diferencia en la estructura superficial de la resina a comparación con los otros grupos. B) en una amplificación se observan los cristales poco definidos y sin revelarse. C) Espectro similar al monómero y acetona.

ADHESIÓN

Se utilizaron un total de 60 dientes humanos extraídos por razones ortodóncicas. La estadística descriptiva se muestra en la tabla 3 y gráfica 1. Para las pruebas de decementado se realizó una prueba de ANOVA y se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < .05$) al comparar la tensión máxima entre los 4 grupos (Tabla 4 y Gráfica 1).

	N	Mínimo	Máximo	Medida	Desviación Estándar
acetona					
monómero	15	6.82	21.37	13.8807	4.12790
alcohol					
ácido	15	1.90	21.65	9.6633	5.53059

Entre grupos	6.494	.001
--------------	-------	------

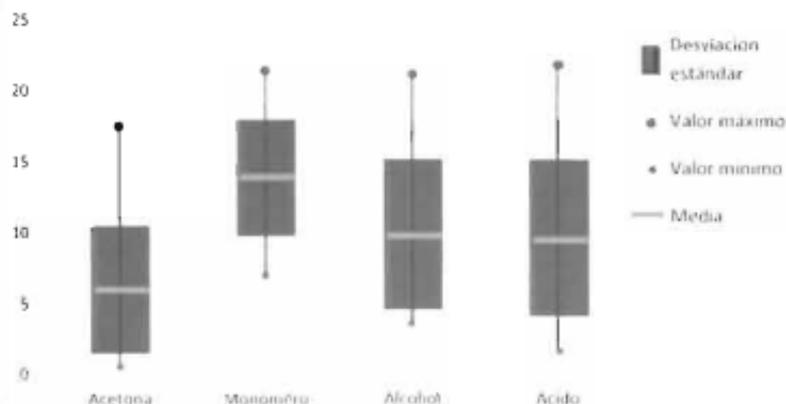
Se encontró que el grupo del monómero muestra los valores más altos al decementado (13.88 MPa), mientras que para el grupo donde se usó acetona se registraron los valores más bajos (6MPa) (Tabla 3). Al comparar mediante pruebas de t de Student las cuatro sustancias, se encontró que existen diferencias estadísticamente significativas del monómero comparado con las otras tres sustancias (Tabla 5).

sustancia	Acetona	Alcohol	Ácido
$p < .05$	0.000	0.012	0.010

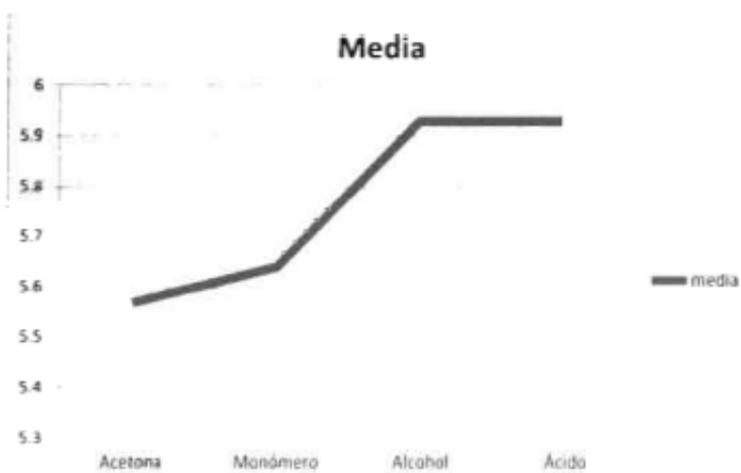
En las pruebas de la acetona se encontró diferencias significativas comparada con las otras sustancias (tabla 5) y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de etanol y ácido como se muestra en la tabla 7, dando valores al decementado de 9.90 MPa y 9.66 MPa respectivamente.

Tabla 6			
PRUEBAS DE T PARA LA ACETONA			
sustancia	Monómero	Alcohol	Ácido
t	7.394	2.849	-2.963
p < .05	0.000	0.013	0.022

Tabla 7					
Sustancia	Pruebas de t para el ácido			Pruebas de t para el etanol	
	Monómero	Acetona	Alcohol	Monómero	Acetona
T	3.957	-3.174	0.179	3.731	-3.383
p < .05	0.001	0.007	0.963	0.002	0.004



Gráfica 1. Se muestra la estadística descriptiva de los 4 grupos de sustancias (acetona, monómero, alcohol y ácido).



Gráfica 2. Media de la prueba de ANOVA de la acetona, monómero, alcohol y ácido.

INDICE DE REMANENTE DE RESINA MODIFICADO (ARI)

En el índice de remanente de adhesivo modificado (ARI) se encontró una media para número de 5,5714, para la acetona de 5,6429, en el alcohol de 5,9286 y por último para el ácido una media de 5,9286. La estadística descriptiva se muestra en la tabla 8 en la gráfica 4.

SUSTANCIA	N	Minima	Máxima	Media	Desviación Estándar
Acetona	14	4,00	6,00	5,64	0,90
Monómero	14	4,00	6,00	6,00	6,00
Alcohol	14	5,00	6,00	5,93	0,93
Ácido	14	5,00	6,00	6,00	6,00

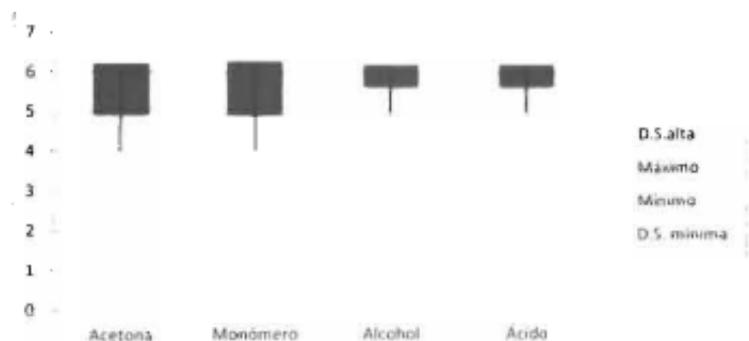
Al aplicar la prueba de ANOVA (tabla 9) muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los 4 grupos. El grupo de monómero y acetona fueron los únicos que mostraron un valor a 4 en la escala de ARI mientras que en los grupos de alcohol y ácido el valor mínimo registrado fue de 5 (tabla 10)

Entre grupos	F	sig
	2,055	.118

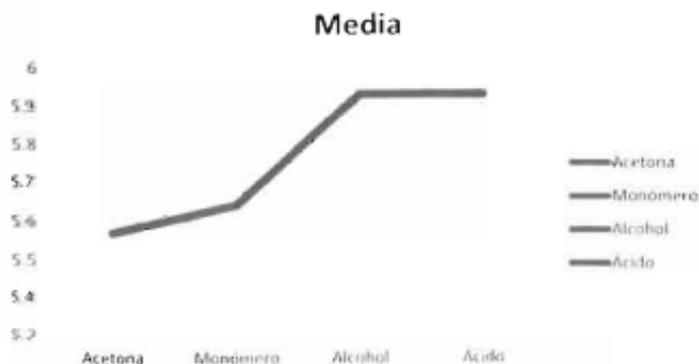
Escala	1	2	3	4	5	6
Monómero				1	3	10
Acetona				1	4	9
Alcohol					1	13
Ácido					1	13

De acuerdo a lo observado mediante el microscopio óptico en brackets y digital dentales (Figura 23-25), se encontró 3 tipos de fallas a la hora del desprendimiento del racket las cuales son: adhesivas, cohesivas y mixtas. La falla mixta se refiere a que se dio una combinación de falla cohesiva y falla adhesiva, esto es que en el mismo diente

se observan zonas libres de resina y adhesivo así como zonas con resina adherida a la superficie dental (Figura 23). La falla mixta predomina en todos los grupos en un 34.28%, seguida de la falla adhesiva con el 30.36% y finalmente la falla cohesiva con un 5.35%. La falla cohesiva predominó en el grupo del ácido y la mixta en el grupo del monómero.



Gráfica 3. Estadística descriptiva del índice remanente de adhesivo modificado.



Gráfica 4. Media del índice remanente de adhesivo

Acetona

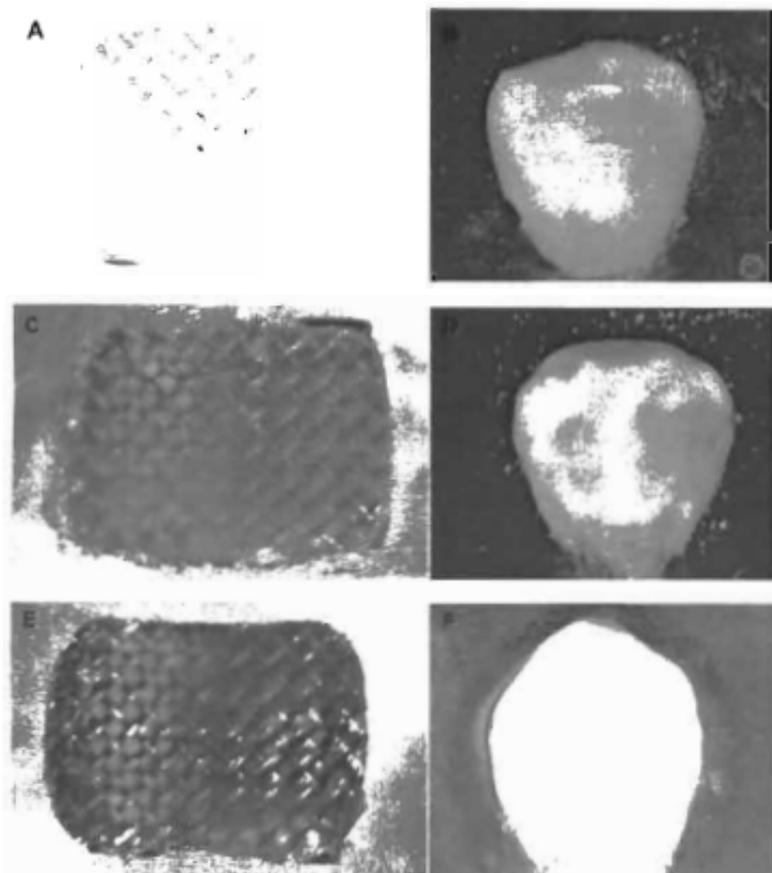


Figura 23. Fotos del diente con su respectivo bracket después de la prueba de decementado en el grupo de la acetona: A y B) Falla de tipo mixta (cohesiva y adhesiva) C y D) falla adhesiva E y F) Falla cohesiva

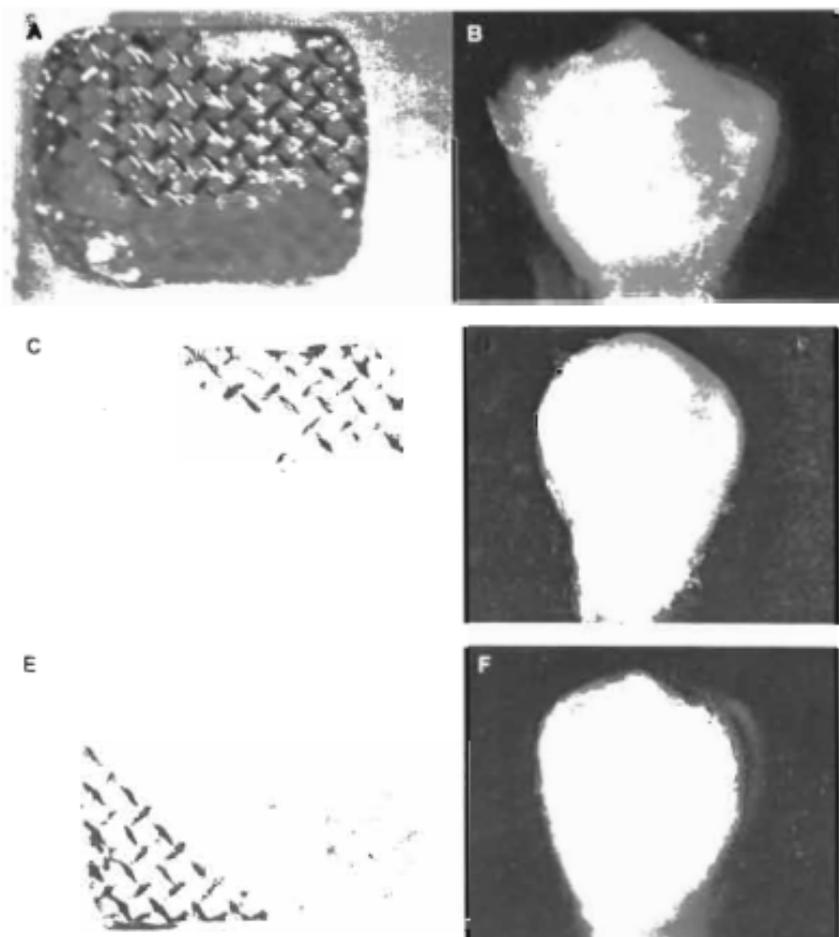


Figura 24 A-F se observan los resites con sus respectivos brackets después de la prueba de decalcificación al utilizar ionómero. Se observa una falla de tipo mixto ya que hubo una falla adhesiva al desprenderse la resina del objeto y de tipo cohesiva al haber desprenderse entre la misma resina.

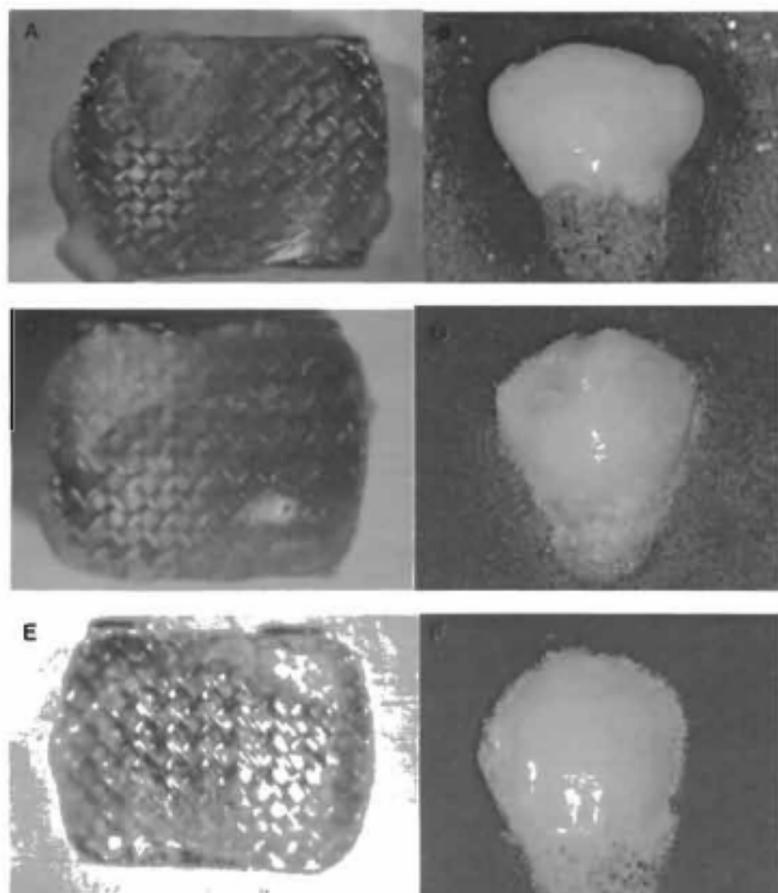


Figura 25: Brackets con sus respectivos dientes en el grupo del etanol después de la prueba de adhesión. Imagen A y B falla mixta. C y D falla adhesiva. E y F Falla mixta.

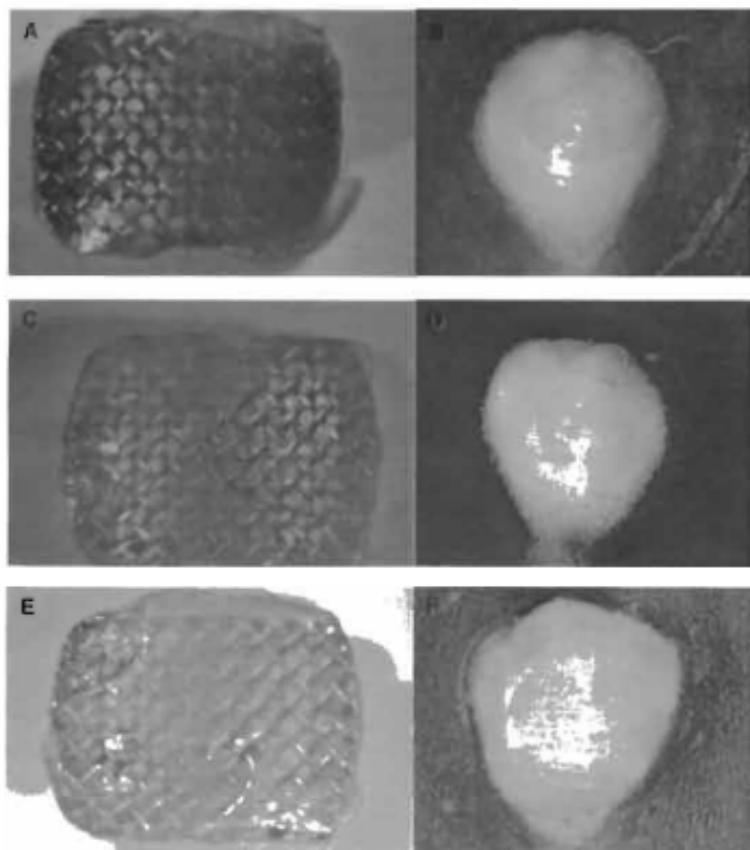


Figura 26. Se observa en la imagen B y D una falla cohesiva. F restos del adhesivo y resina. Se puede observar la falla de tipo mixto.



XI.- DISCUSIÓN

En estudios previos han encontrado diferentes valores al decementado con distintas técnicas o adhesivos. En el presente estudio se evaluó la fuerza de cementado en la técnica de cementado indirecto de brackets usando una resina fotocurable Transbond CR[®] de 3M. Además, se analizó la composición, características físicas y el índice de emanente de adhesivo al aplicarle ácido fosfórico al 35%, monómero metil methacrilato de metilo, alcohol etílico o acetona pura a la base del bracket con resina cuando se separa del modelo de yeso para quitar impurezas a la resina y así mejorar su adhesión química y mecánica. Dieciséis horas después del cementado en dientes humanos se procedió a las pruebas de decementado obteniendo una media para la acetona de 4.46 ± 4.46 MPa, monómero 13.88 ± 4.12 MPa, alcohol 9.90 ± 5.30 MPa y para el ácido 1.66 ± 5.53 MPa. La prueba de ANOVA mostró que se encontraron diferencias en la fuerza de decementado entre cada grupo de sustancias (monómero, acetona, alcohol y etanol). Ningún grupo fue más resistente que el grupo del monómero comparado con los otros 3 grupos.

Otro detalle a analizar son los valores bajos reportados en el grupo de la acetona que pueden estar dados por la rápida evaporación en comparación con las otras sustancias por lo que su efecto en la limpieza y degradación de material orgánico fue más limitado, este patrón es seguido por el alcohol ya que es el segundo en escala de evaporación y es el segundo en mostrar un valor bajo. Por otro lado el monómero debido a su masa molecular tiene mayor tiempo de acción por que no se evapora tan rápido y fue el que registró mejores resultados.

Las fuerzas necesarias que debe soportar un bracket según Yi es de 5.9-7.8 MPa. En este estudio la fuerza más baja no fue por debajo de 5.9. Sin embargo, si por arriba de 8 MPa⁷⁴ para Saito una fuerza de 10MPa es una fuerza aceptable la cual no daña el esmalte. Dice que es más importante obtener una adecuada fuerza de cementado para un decementado seguro que obtener la mejor fuerza al decementado.⁷⁴

En el estudio de Shiao se encontraron valores muy similares al decementado en técnica directa e indirecta, para la directa de 11.7MPa y para la indirecta de 11.8 MPa en

brackets metálicos, para brackets de cerámica siguió el mismo patrón dando resultado para la directa de 8.3MPa e indirecta de 8.6MPa.⁶⁷

Brauchli mediante la técnica de cementado directo encontró que la fuerza al decementado de brackets sin contaminación, contaminados y después descontaminados con agua y aire tienen una fuerza al decementado similar (media 20MPa) al contrario de los grupos donde hubo contaminación que fueron muy bajos donde dice que su decementado ocurre alrededor de 5MPa.⁶⁸ Por lo cual se puede inferir que el cementado es extremadamente sensible a la contaminación y que los valores adecuados para el cementado los obtenemos en un ambiente seco como nos lo puede dar la técnica indirecta.

Tortamano muestra valores al decementado de 4 972 MPa con resina SONDHI® de 3M usando la técnica de cementado indirecto, el resultado fue inferior al valor mínimo de esta investigación que fue de 6MPa resultado del grupo de acetona, es importante resaltar que las condiciones no fueron las mismas. Con la resina Transbond XT® de 3M misma que se utilizó en este estudio y cementado con el método indirecto arrojó valores de 8.49 MPa, mayor a la acetona pero menor al alcohol y ácido; para el método de cementado de brackets directo con resina Transbond XT® de 3M arroja un valor de 12 MPa resultando un poco más bajo que los resultado dados en nuestro estudio por el monómero.⁴

clocke y cols evaluó las fuerzas al decementado en 30 minutos y 24 horas usando el cementado indirecto no encontró diferencias significativas entre ambos tiempos, en el grupo de la resina SONDHI Rapid Set® registró valores altos de 16.16 ± 5.25 a los 30 minutos y de 14.95 ± 2.85 a las 24 horas. Cuando compara el grupo del adhesivo de cianoacrilato 5.446 ± 1.65 MPa a los 30 minutos de decementado y 14.98 ± 2.85 MPa al decementarse a las 24 horas. En esta investigación utilizó alcohol para limpiar la resina y fue cementado por el método indirecto.⁷⁰

Yasuyuki Iizuka y cols encontraron valores al decementado de 10 ± 2.6 MPa en brackets de titanio contaminados con saliva artificial y de 8.9 ± 3.8 MPa en brackets de acero

inoxidable también contaminados con saliva, todos ellos cementados por el método directo.⁵⁴

Otra investigación hecha por Klocke donde media el decementado en resina puesta en el modelo, fotocurada, limpiada con alcohol y arenada fue pegada al diente a las 24 horas, 7, 16 y 100 días con 2 diferentes resinas encontró que disminuye la fuerza de cementado significativamente a los 100 días.⁵⁵

Lijima y cols su investigación constó de 6 grupos todos ellos cementados por el método directo donde 3 de ellos eran contaminados con saliva y el valor más alto al decementado estaba en el grupo donde usaron Transbond XT sin contaminantes con una media de 9.15 ± 1.65 MPa y el valor más bajo fue dado con la misma resina pero mojada con saliva ($1.47 \pm .93$), en cuanto al ARI encontraron en la mayoría de los especímenes bajo condiciones de humedad que los valores eran de 5 (sin remanente de composite en la superficie del esmalte) dando una interface débil entre esmalte y resina.⁴⁴

Sinha comparó diferentes técnicas de cementado (directa e indirecta) encontrando que el remanente de adhesivo al decementado fue mucho más alto en la técnica directa (más adhesivo en esmalte) comparada con la indirecta, pero la limpieza del diente después del decementado se reduce en la técnica indirecta ya que crea una interfase de resina que hace que el decementado sea predecible en la interfase formada por la resina de relleno y el sellador sin relleno. Encontró que el ARI tiene diferencias estadísticamente significativas entre las 3 técnicas de decementado.¹

En esta investigación los valores de ARI fueron casi homogéneos encontrándose en la mayoría de las muestras una falla entre el esmalte y la resina probablemente por las condiciones explicadas anteriormente por la investigación de Sinha y cols que se forma una capa entre el adhesivo y la resina, solo en el grupo de la acetona y monómero se observó en una muestra de cada grupo el índice ARI modificado de 4 (del 26 al 50% de la base del bracket cubierta con resina) donde probablemente no se formó esta capa ya que no en todas las técnicas indirectas se forma. El análisis de ANOVA no se encontró diferencias significativas entre los 4 grupos.¹

Bishara encontró una fuerza al decementado de 3.7 ± 2.1 MPa usando bond de autograbado y de grabado convencional un valor de 5.97 ± 4.2 MPa. En cuanto al índice ARI al usar el grabado convencional la mayoría de la falla la encontró en la malla del bracket, pero al usar el autograbado al igual que en nuestro estudio se encuentra la falla entre el esmalte y la interfase del adhesivo.²⁶

Algunos autores incluyen las fracturas del esmalte como Saito que encontró que en el grabado convencional y autograbado existen fracturas en el esmalte.⁵⁰

Sinha y cols observaron que la interfase creada en la superficie de la resina con relleno y el sellador o bond sin relleno se forma cuando se usa la técnica de cementado indirecto, esta misma capa no está presente cuando se lleva cabo la técnica de cementado directo de brackets, los valores más altos de ARI (valor de 3 donde toda la resina se deja en el esmalte) se encuentran dados por el cementado directo, que en casos en que se use brackets de policristalinos o en la limpieza del diente no es beneficioso.¹ La interfase del cementado indirecto por lo tanto da valores bajos de ARI (valor de 0 o 1 donde no hay resina o menos de la mitad de resina en el esmalte).

En los resultados de la investigación de Polat y cols. el ARI muestra que los grupos cementados por el método indirecto tuvo la falla entre la resina y el esmalte sin importar la resina que se usara, e incluso no encontraron diferencias significativas entre los 3 grupos.⁷³

El grupo de monómero, acetona y ácido fosfórico en el análisis de la espectroscopia de dispersión de rayos X característicos (EDS), nos indica la presencia de Silicio (Si) y Oxígeno (O) componentes químicos de la resina, lo cual se asocia a una buena limpieza o degradación de la superficie de la resina al no registrarse elementos ajenos a la composición de la resina. El registro de elementos como Calcio (Ca) y Sodio (Na) presentes en la superficie tratada con alcohol etílico se debe a la presencia de restos de yeso y separador yeso acrílico en la superficie de la resina, lo cual habla de una pobre limpieza de la superficie y nos lo confirma la imagen, aunque muy parecida a la del ácido con la diferencia que en el EDS no reporta restos de algún contaminante, por el

contrario su composición es muy parecida a la zona libre de residuos orgánicos de las otras sustancias detectando solo Oxígeno y Silicio.

XII.- CONCLUSIONES

- 1.- De acuerdo a lo observado en el microscopio óptico y de barrido la sustancia que degrada y revela más los cristales de la resina es el monómero; el ácido es menos agresivo en la superficie de la resina ya que conserva la fase orgánica de la resina; la acetona aparentemente tiene más afinidad por degradar los residuos orgánicos.
- 2.- En el análisis de espectroscopía de dispersión de rayos X característicos (EDS) el registro de elementos como Calcio (Ca) y Sodio (Na) presentes en la superficie tratada con alcohol etílico nos dice que no hubo una limpieza completa de la superficie, ya que estos elementos pertenecen a compuestos de yeso y separador yeso acrílico.
- 3.- La sustancia que proporciona mejor adhesión en la técnica de cementado indirecto de brackets es el monómero al reportar la mayor resistencia al decementado y encontrarse diferencias estadísticamente significativas con los demás grupos.
- 4.- No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la fuerza de decementado entre el alcohol y el ácido.
- 5.- La sustancia que nos ofrece menor fuerza al decementado es la acetona.
- 6.- No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la localización de la falla de cementado determinado por el ARI entre el monómero (metyl metacrilato), alcohol etílico, ácido fosfórico y acetona pura.
- 7.- El tipo de falla que predomina en los cuatro grupos es de tipo mixto.

XIII.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ¹ Sinha O, Nanda R, Ducanson M, Hosier M. Bond strengths and remnant adhesive resin on debonding for orthodontic bonding techniques. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995;108(3):302-7.
- ² Ciuffolo F, Epifania E, Duranti G, De Luca V, Raviglia D, Rezza S, Festa F. Rapid prototyping: A new method of preparing trays for indirect bonding. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129(1):75-77
- ³ Miles P, Weyant R. A comparison of two indirect bonding adhesives. *Angle Orthod* 2005;75(6):1019-1023.
- ⁴ Tortamano A, Nauff F, Frazatto R, Wilson J. Avaliação da força de tração em braquetes colados pela técnica indireta com diferentes sistemas de adesão. *Dental Press Ortodon Ortop FacialMaringá* 2007; 12(3) 104-110.
- ⁵ Proffit W, Fields H, Sarver D. *Ortodoncia contemporánea*. Cuarta edición. Barcelona España 2008.
- ⁶ Sondhi A Bonding in the new millennium: reliable and consistent bracket placement with indirect bonding. *World J Orthod.* 2001; 2 (2) 106-114.
- ⁷ Deahl T, Salome N, Rugh J. Practice-based comparison of direct and indirect bonding. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;132(6) 738-42
- ⁸ Rivero J, Moreno D. Sistema Sondhi para el cementado indirecto de brackets. *Revista de clínica e investigación en ortodoncia.* 2003; 43(1):15-19
- ⁹ Newman G. Direct and indirect bonding of brackets. *JCO.* 74: 264-272.
- ¹⁰ Royce T. Indirect bonding/Simplicity in Action. *JCO.* 79: 93-106
- ¹¹ Fox M, Whitesell J. *Química orgánica*. Segunda edición, Editorial Pearson Educación Estado de México. 2000

¹² Vega J. Materiales en odontología fundamentos biológicos, clínicos, biofísicos y físico-químicos. Editorial Ediciones avances. Madrid 1996.

¹³ Corquiven. Hoja de seguridad Metil metacrilato monómero. Venezuela (internet). (consultado el 14 de Noviembre del 2012) Disponible en: http://www.resinasguadalajara.com.mx/sites/default/files/general_archivos/producto/MS-DS-METIL-METACRILATO-MONOMERO.pdf

¹⁴ Solórzano F, Venegas R, Moreno V, López S. Determinación de monómero residual de metacrilato de metilo en 3 diferentes marcas comerciales para base de dentaduras por cromatografía de gases. Revista Odontológica Mexicana 2010;14 (2): 91-98

¹⁵ UNAM. Hoja de seguridad IV Acetona. México (internet). (consultado el 14 de Noviembre del 2012) Disponible en: <http://www.quimica.unam.mx/IMG/pdf/4acetona.pdf>

¹⁶ Rakoff H, Rose N. Química orgánica fundamental. Editorial limusa. México D.F. 2000.

¹⁷ Pine S, Hendrickson J, Cram D, Hammond G. Química orgánica 4ª Ed. Mc Grawhill México D.F. 1994

¹⁸ internet. Consultado el 14 de Noviembre del 2012 Disponible en: <http://www.minambiente.gov.co/documentos/Guia1.pdf>

¹⁹ Morrison R, Boyd R. Química orgánica. Editorial fondo educativo interamericano. Estados Unidos de América. 1976.

²⁰ UNAM. Hoja de seguridad VII Etanol. México (internet). (consultado el 14 de Noviembre del 2012) Disponible en: <http://www.quimica.unam.mx/IMG/pdf/12etanol.pdf>

²¹ T3 química. Etanol ficha de datos de seguridad. Barcelona (internet). (consultado el 14 de Noviembre del 2012) Disponible en: http://www.t3quimica.com/pdfs/49r_etanol.pdf

²² Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo. Ácido ortofosfónico. Documentación toxicológica para el establecimiento del límite de exposición profesional del ácido ortofosfónico. 2009 (internet) (consultado el 14 de Noviembre del 2012)

Disponible en:
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Valores_Limite/Doc_Toxicologica/Ficheros/DLEP06.pdf

²³ División Dentales Ácidos Grabadores 3M Scotchbond Etchant (internet). (consultado el 14 de Noviembre del 2012) Disponible en: <http://www.cohan.org.co/content/43/proveedores/kardex044/adjuntos/1/1284480083.pdf>

²⁴ Cal-Neto J, Miguel J. Scanning Electron Microscopy Evaluation of the Bonding Mechanism of a Self-etching Primer on Enamel. *Angle Orthodontist*. 2006;76(1):132-136.

²⁵ Vicente A, Bravo L, Romero M. Self-etching primer and a non-rinse conditioner versus phosphoric acid alternative methods for bonding brackets. *European Journal of Orthodontics*. 2006, 28:173-178.

²⁶ Bishara S, Ostby A, Ajlouni R, Laffoon J, Warren J. Shear Bond Strength of a One-Step Self-adhesive on Orthodontics Brackets. *Angle Orthod* 2006; 76(4) 689-693.

²⁷ Interlandi S. Ortodoncia Bases para la iniciación. Editorial Artes médicas Latinoamérica. Quinta edición. 2002.

²⁸ Newman G. Epoxy adhesives for orthodontic attachments progress report. *Am J Orthodontics*. 1965, 51(12): 901-912.

²⁹ Constandse D. Biomecánica en ortodoncia conceptos de la técnica de Edgewise. *Textos universitario*. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. 2011.

³⁰ Soberanes F, Enciso M, Robles A, Franco G, Espinoza B. Fuerza de adhesión directa de dos materiales para combinaciones dentales metal-cerámica. *Tecnol Ciencia Ed. (IMIQ)*2007, 22 (2): 94-100, 2007.

³¹ Macchi R. *Materiales dentales*. 4ª edición. Editorial Panamericana. Buenos Aires. Pp 42.

³² López D, Álvarez C. Sorción y solubilidad en adhesivos para resinas compuestas. tesina para obtener el título de Cirujano Dentista. Universidad Autónoma de México. 2008.

³³ Gladwin M, Bagby M. Aspectos clínicos de los materiales en odontología. Manual moderno. 2001. México D.F. pp.44

³⁴ Philips, Anusavice K. Ciencia de los Materiales Dentales. 11ª Edición. Elsevier Barcelona España. 2008.

³⁵ Garma N, Kadhum A, Yassir Y. An in vitro evaluation of shear bond strength of chemical and light-cured bonding materials with stainless steel, ceramic, and sapphire brackets, Bagh Coll Dentistry. 2011. 23(2) :133-138

³⁶ Lucena C, González S, Navajas J. The effect of various surface treatments and bonding agents on the repaired strength of heat-treated composites. J Prosthet Dent. 2001; 86(5) :481-8.

³⁷ Rodriguez S, Ferracane J, Della A. Influence of surface treatments on the bond strength of repaired resin composite restorative materials. dental materials. 2009; 2(5): 442-451

³⁸ Craig R. Materiales de odontología restauradora. 10ª Edición. Harcourt Brace Madrid España 2008

³⁹ Craig R, O'Brien W, Powers J. Materiales Dentales Propiedades y Manipulación. 6ª Edición. Editoria Harcourt Brace Madrid España 1999.

⁴⁰ Sinha P, Rohrer R, Nanda R, Brickman C. Interlayer formation and its effect on debonding polycrystalline alumina orthodontics brackets. Am j orthod dentofac orthop. 1995,108(5) 455-63

⁴¹ Brosh T, Pilo R, Bichacho N, Blutstein R. Effect of combinations of surface treatments and bonding agents on the bond strength of repaired. J Prosthet Dent. 1997. 77 :122-26.

- ⁴³ Wendl B, Droschl H, Muchitsch P. Indirect bonding – a new transfer method. *European Journal of Orthodontics*. 2008;30:100–107
- ⁴⁴ Miyasaka K, Nakabayashi N. Effect of phenyl-P/HEMA acetone primer on wet bonding to EDTA-conditioned dentin. *Dental Materials*. 2001;17:499-503.
- ⁴⁵ Iijima M, Yuasa T, Mugurama T, Saito T, Mizoguchi I. Bond Strength Comparison and Scanning Electron Microscopic Evaluation of Three Orthodontic Bonding Systems. *DMJ* 2008; 27(3): 392 - 399
- ⁴⁶ Scougall R, Zárate C, Hotta M, Yamamoto K. Efectos de un nuevo agente de autograbado en la resistencia al descementado de las brackets ortodóncicas. *Rev Esp Ortod*. 2008;38:207-12
- ⁴⁷ Soo P, Green B, Sondhi A. Effects of oxygen inhibition in indirect bonding with a hydrophilic adhesive. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135 (2): 214-21
- ⁴⁸ Moind K, Dogon L. Indirect bonding of orthodontics attachments. *Am J Orthod* 1977; 72 (3): 261-275
- ⁴⁹ Grabes, Vanarsdall, yig. *Ortodoncia Principios y Técnicas actuales*. Elseiver - Madrid España. 2006.
- ⁵⁰ Papacchini F. A study into the materials and techniques for improving the composite-repair bond. University of Siena. School of Dental Medicine, December 2006. Siena, Italy
- ⁵¹ Saito K, Sirirungrojying S, Meguro D, Hayakawa T, Kasai K. Bonding durability or using Self-Etching Primer with 4-Mt/TAMMA-TBB Resin Cement to Bond Orthodontics Brackets. *Angle Orthod* 2005;75(2) 260-265.
- ⁵² Garcidueñas S, Vargas M. Comparación de dos técnicas de recondicionado de brackets metálicos mediante el índice de resina modificado. *Revista latinoamericana de*

ortodoncia y odontopediatría. 2008. http://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2008/areacondicionado_brackets.asp.

⁵² William D, Callister J. Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales Editorial Reverté. Barcelona España. 2000, pp-84-89

⁵³ Arellano M. Estudio por microscopía electrónica de hidroxiapatita y whitlockita obtenidas en síntesis hidrotérmica. Tesis para obtener el grado de maestro en ciencia e ingeniero de materiales. Universidad Nacional Autónoma de México. 2004

⁵⁴ Tiznado G. Análisis estructural y químico de esmalte y dentina cariados. Tesis para obtener el grado de maestría en Ciencias Odontológicas en el área de Biomateriales. Universidad Nacional Autónoma de México. 2004

⁵⁵ Yacamán M, Reyes J. Microscopía electrónica una visión del microcosmos. Editorial consejo nacional de ciencia y tecnología, fondo de cultura económica. México D.F. 1995. Pp.34-38.

⁵⁶ Rodríguez A. Caracterización de la línea oscura del esmalte dental humano por técnicas de microscopía electrónica de alta resolución. Tesis para obtener el grado de maestra en ciencias odontológicas en el área de biomateriales. Universidad Autónoma de México. México D.F. 2004

⁵⁷ Tiznado G. Caracterización estructural y química y comportamiento térmico de la hidroxiapatita de esmalte y dentina cariados. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias. Universidad Autónoma de México. México D.F. 2010.

⁵⁸ Melo M, Lacerda R, de Oliveira A, Franzotti E. One-component self-etching primer: a seventh generation of orthodontic bonding system. *European Journal of Orthodontics*. 2010; 32: 567-570.

⁵⁹ Brauchli L, Eichentbeyr M, Steineck M, Wicheitshaus A. Influence of decontamination procedures on shear forces after contamination with blood or saliva. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010;138(4): 435-41

- ⁶⁰ Brantley W, Eliades T. *Orthodontic Materials: scientific and clinical Aspects*. Ed Thieme. Germany. 2001. pp 202.
- ⁶¹ Thompson M, Drummond J, BeGole E. Bond strength analysis of custom base variables in indirect bonding techniques. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008; 133 (1): 9.e15-9.e20
- ⁶² Caballero A, Bincos C, Fernández J, Rivera J, Tanaka M. Comparación de la fuerza de adhesión y el tipo de falla entre dos cementos de resina para ortodoncia. *Univ Odontol*. 2011; 30(65): 31-39.
- ⁶³ Polat Ö, Uysal T, Karaman A. Effects of a Chlorhexidine Varnish on Shear Bond Strength in Indirect Bonding. *Angle Orthod*. 2005;75 (6) 1036-1040.
- ⁶⁴ Silverman E, Cohen M, Gianelly A, Dietz V. A universal direct bonding system for both metal and plastic bracket. *Am J Orthod*. 1972; 62 (3): 236-244.
- ⁶⁵ Klocke A, Tadic D, Chern D, Vaziri F, Kahl-Nieke B. Custom Base Preparing in Indirect Bonding. *Angle Orthod*. 2004. 74(1) 106-111.
- ⁶⁶ Klocke A, Shi J, Vaziri F. Effect of Time on Bond Strength in Indirect Bonding. *Angle Orthod*. 2004. 74 (2):245-250.
- ⁶⁷ Shiau J, Rasmussen S, Phelps A, Enlow D, Wolf G. Bond strength of acid composites found in brackets placed by indirect technique. *Angle Orthod*. 1993;63(3):213-220
- ⁶⁸ Aguirre M, King G, Waldron J. Assessment of bracket placement and bond strength when comparing direct bonding to indirect bonding techniques. *American Journal of orthodontic*. 1982. ; 82(4): 269-276
- ⁶⁹ Rivero J, Moreno D. Sistema Sondhi para el cementado indirecto de brackets. *Revista de clínica e investigación en ortodoncia*. 2003; 43(1):15-19

⁷⁰ Daub J, Lin B, Bradley T. Bond Strength of direct an Indirect bonded Brackets after thermocycling. *Angle Orthod.* 2006;76(2):295-300.

⁷¹ Sondhi A. Efficient and effective indirect bonding. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999;115 (4):352-9.

⁷² Klocke A, Shin J, Kahl-Nieke B, Bismayer U. Bond Strength with Custom Base Indirect Bonding Techniques. *The Angle Orthodontist*: April 2003, 73,(2) 176-180

⁷³ Polat O, Karaman A, Buyukyılmaz T. In Vitro Evaluation of Shear Bond Strengths an In Vivo Analysis of Bond Survival of Indirect-Bonding Resins. *Angle Orthod* 2004;74 (3):405-409.

⁷⁴ Yi G, Dunn W, Talourmis L. Shear bond strength comparison between direct and indirect bonded orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124 (59) :577-81.

⁷⁵ Muguruma T, Yasuda Y, Iijima M, Kohda N, Mizoguchi I. Force and amount of resin composite paste used in direct and indirect bonding. *Angle Orthod.* 2010;80(6):1089-1094.

⁷⁶ Klocke A, Vaziri F, Shi J, Kahl-Nieke B, Bismayer. Effect of Time on Bond Strength in Indirect Bonding *The Angle Orthodontist*. 2004, 74 (2): 245-250.

⁷⁷ Zachrisson U, Bröbakken Ö. Clinical comparison of direct versus indirect bonding with different bracket types and adhesives. *Am J Orthod.* 1978, 14 (1): 62-78.

⁷⁸ Klocke A, Shi J, Kahl-Nieke B, Bismayer U. Invitro investigation of indirect bonding with a hydrophilic primer. *Angle Orthod* 2003, 73 (6):445-450.

⁷⁹ James B, Berzins D, Dhuru V, Bradley T. A comparison of Bond Strength Between Direct-and indirect-bonding Methods. *Angle Orthod* 2006;76(2) 289-294

⁸⁰ Thiyagarajah S, Spary S, Rock W. A clinical comparison of bracket bond failures in association with direct an indirect bonding. *Journal of Orthodontic*. 2006, 33: 198-204.

⁸¹ Dalessandri D, Dalessandri M, Bonetti S, Visconti L, Paganelli C. Effectiveness of an indirect bonding technique in reducing plaque accumulation around braces. *Angle Orthod*. 2012;82(2):313–318.

⁸² Masae S. Efeito do tratamento de Superfície de resina composta de Uso indireto na resistência à Microtração a um cimento Resinoso. Título de Mestre. Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos, 2007

⁸³ Öztük F, Babacam H, Nalçacı R, Kuştarıcı A. Effects of direct bonding techniques on bond strength and microleakage after thermocycling. *Korean J Orthod* 2009; 39(6): 393-401.

⁸⁴ Iizuka Y, Kudou N, Tanaka S, Fukuda D, Sanjyou A, Akari Y, Miura H. Bond strength of an orthodontic bonding material and adhesion energy of artificial saliva to an experimental titanium bracket. *orthodonticwave*. 2011.70(1); 21– 26.

XIV.- ANEXOS

Anexo 1.

Figura 1: Tomada de Yi G. Dunn W, Talouris L . Shear bond strength comparison between direct and indirect bonded orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124 (59) :577-81.

Figura 2: Tomada de Yacamán M, Reyes J. Microscopía electrónica una visión del microcosmos. Editorial Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, fondo de cultura económica. México D.F. 1995. Pp.34-38.

Figura 3: Tomada de Yacamán M, Reyes J. Microscopía electrónica una visión del microcosmos. Editorial consejo nacional de ciencia y tecnología, fondo de cultura económica. México D F. 1995 Pp.34-38.

Figura 4: Tomada de Yacamán M, Reyes J. Microscopía electrónica una visión del microcosmos. Editorial consejo nacional de ciencia y tecnología, fondo de cultura económica. México D F 1995 Pp.34-38

Anexo 2.

ACTIVIDAD	Ene 2012	Feb 2012	Mar 2012	Abril 2012	Mayo 2012	Junio 2012	Julio 2012	Agosto 2012	Sept 2012	Oct 2012	Nov 2012	Dic 2012
Definición de tema	■	■										
Recopilación de información para marco teórico	■	■				■	■					
Redacción de marco teórico						■	■					
Diseño de protocolo												
Obtención de muestras	■	■	■	■					■	■	■	
Preparación de muestra para técnica de cementado indirecto para la microscopía							■			■		
Análisis de muestras por microscopía electrónica de barrido												
Preparación de muestras para pruebas de adhesión												
Recolección de datos										■		
Análisis de datos												
Resultados												
Presentación de resultados												
Publicación de resultados												
Titulación												

Anexo 3.

LISTA PARA LA DISEÑACIÓN DE LAS EXPERIENCIAS

NOMBRE	DEFINICIÓN	INDICADOR DE SE REQUIERE	TIPO POR MEDICIÓN	ESCALA	CONSTRUCCIÓN	USO	FUENTE
Modificador de superficie	Sustancia química capaz de producir algún efecto en la estructura de la superficie de algún material		Cualitativa	Nominal		Limpiar la superficie de contaminantes	Hoja de registro
Adhesión	Cuando dos sustancias entran en íntimo contacto, las moléculas de una de ellas se adhieren o son atraídas por las moléculas de la otra. Una 2 materiales de distinta naturaleza mediante fuerzas e enlaces intermoleculares	Prueba mecánica de desprendimiento por por corte.	Cuantitativa continua	MPa		Comparar las capacidades de adhesión en cada uno de los tratamientos	Hoja de registro
Cambios en la superficie		Visualización con el microscopio	Cualitativa			Observar el efecto de la sustancia sobre la resina	Hoja de registro