



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**ADHESIÓN DE LA RESINA FOTOCURABLE A LA
SUPERFICIE DE ÓXIDO DE ZINC Y EUGENOL
TRATADA CON DOS DIFERENTES MATERIALES.**

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANO DENTISTA

P R E S E N T A:

ERICK VÉLEZ FLORES

TUTORA: Esp. BRENDA IVONNE BARRÓN MARTÍNEZ

ASESOR: Dr. CARLOS ANDRÉS ÁLVAREZ GAYOSSO



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



AGRADECIMIENTOS

El agradecimiento bien merecido para mi papa José Luis Velez Gonzales por haberme brindado su apoyo a lo largo de mis estudios desde que me acuerdo, por guiarme por el camino de la honestidad y la rectitud, y por ayudarme en cada paso mal o bien dado a lo largo de los años.

Agradezco a mi madre María Luisa Flores Gonzales por ser un ejemplo de vida para mí al igual que mi papa, por enseñarme a vivir en este mundo tan complicado, por darme todos esos ánimos que solo una madre puede dar a un hijo y ese cariño incondicional por eso les estoy agradecido a ambos no solo en este libro si no también cada día que pasa, y sé que solo de esa manera me pude formar el carácter que adquirí y alcanzar esta meta.

Agradezco también a mis hermanos a mis maestros amigos y compañeros de la carrera que me ayudaron muchísimo gracias.



ÍNDICE

1.- Introducción.....	1
2.- Antecedentes Históricos.....	2
3.- Óxido de zinc y eugenol (eugenolato de zinc).....	5
3.1.-Eugenol.....	8
3.2.- Difusión del eugenol a través de la dentina.....	9
3.3.-Efectos del eugenol sobre sistemas de adhesión.....	11
4.- Resinas Compuestas.....	12
4.1.- Polimerización.....	13
4.1.1 Tipos de polimerización.....	14
4.2.- Adhesión.....	16
5.- Alcohol.....	17
6.- Ácido orto fosfórico.....	20
7.- Planteamiento del problema.....	23
8.- Justificación.....	24
9.-Objetivo general y específicos.....	25
10.-Hipótesis.....	25
11.- Material y método.....	26



12.- Resultados.....	33
13.- Discusión.....	35
14.- Conclusiones.....	37
15.- Referencias bibliográficas.....	39

INTRODUCCIÓN

Por muchos años el cemento de óxido de zinc y eugenol ha sido utilizado en la odontología con mucho éxito; desde 1890 se utiliza en tejidos blandos y duros, debido a sus excelentes propiedades, es un material de primera elección, demostrando con el paso del tiempo durabilidad y eficacia; su pH neutro lo hace biocompatible con las estructuras dentales, por muchos años se ha conocido el efecto del eugenol como sedante sobre la pulpa, así como sus efectos adversos en la polimerización de las resinas compuestas, efectos como la disminución en la fuerza de adhesión. Sin embargo en estos últimos años el uso de materiales estéticos con fines restaurativos ha tenido un gran auge, y el aumento en el uso de resinas compuestas en la odontología ha limitado la utilización de este material de restauración al colocarlo antes de un material resinoso.

El cemento de óxido de zinc y eugenol es un material que se utiliza mucho actualmente en la odontología debido a sus excelentes propiedades, razón de que este trabajo se enfoque a la aplicación de sustancias que ayuden a resolver el problema al colocarlo con materiales resinosos. En el presente estudio se dividen las muestras en tres grupos: en el primero, limpiando la superficie de óxido de zinc y eugenol con alcohol, en el segundo limpiando con ácido ortofosfórico, y el tercer grupo control ninguna sustancia, a todos los grupos se les coloca una resina, y se someten a pruebas de determinación de fuerza de adhesión. Obteniendo que al realizar limpieza con alcohol sobre la superficie del cemento a base de eugenol, se favorece la fuerza de adhesión y de esta manera permitir el proceso de polimerización de los sistemas adhesivos que es en donde principalmente se ve disminuida la polimerización.



2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Muchos cementos constan de líquido y polvo; materiales que son dispensados y mezclados manualmente o dispensados en cápsulas y mezclados mecánicamente mediante aparatos especiales. A principios de este siglo, el cemento de óxido de zinc y eugenol (aceite de clavo 85 %) fue descubierto, a este compuesto se le llamó eugenolato de zinc, pero fue ampliamente usado hasta 1970 cuando este cemento y otros más como el fosfato de zinc y el ionómero de vidrio fueron desarrollados. La introducción de estos nuevos tipos de cementos fue promovido gracias al énfasis en la biocompatibilidad y la adhesión al diente. Con esta nueva información surgió la aplicación clínica, técnicas y materiales; así como la demostración de la microfiltración marginal, implicando la penetración de las bacterias a la dentina de la interface, reduciendo la retención de las restauraciones.¹

El cemento de óxido de zinc y eugenol (ZOE) ha sido utilizado desde 1980 en odontología debido principalmente a las propiedades físicas y biológicas que posee; el óxido de zinc por sí mismo tiene propiedades astringentes y la presencia del eugenol en la mezcla le confiere una propiedad muy importante: ser sedante, por que disminuye el dolor; por otra parte, es bactericida y se adhiere al diente por medio de traba mecánica. Durante muchos años este tipo de cementos se limitó a restauraciones provisionales, como apósitos para tejidos blandos en cirugía oral y como sellador de conductos radiculares.²

Actualmente el uso de materiales de restauración estéticos ha tenido grandes avances, así como auge en los últimos años ; ejemplo de ello es el



desarrollo de la resina compuesta como material restaurativo , sin embargo la contraindicación al colocar estos materiales sobre el ZOE, hace que este material como restaurador intermedio, tenga limitantes en su aplicación odontológica ya que se conocen los efectos negativos que ocasiona en la fuerza de adhesión de las resinas compuestas así como la inhibición de la polimerización de sus moléculas en la periferia.³

Desde 1988 se conoce que existe una correlación entre la concentración y toxicidad del eugenol, la cual depende de la permeabilidad de la dentina , y se conocen diferentes efectos a diferentes concentraciones ya que en altas concentraciones el eugenol es perjudicial para la pulpa cuando se encuentra en dentina profunda y muy permeable.⁴

En 2005, un estudio² compara la resistencia al cizallamiento de un material resinoso sobre la estructura dentaria. Donde se observa que la superficie que había estado en contacto con materiales de cementación provisional a base ZOE y con otros materiales de cementación sin eugenol, y después de almacenar las muestras una semana en agua destilada se elimina el cemento mecánicamente y se aplican sistemas auto adhesivos y resina compuesta, para después someterse a pruebas de determinación de fuerza de adhesión ,donde se encuentra que la relación del uso de cementos temporales a base de óxido de zinc y eugenol, tiene un efecto negativo y estadísticamente significativo sobre los sistemas adhesivos.

En el 2007 otro estudio⁵ evalúa el efecto del eugenol de una restauración provisional, en dentina sobre la adhesión de los sistemas adhesivos de autograbado de un solo paso y sistemas adhesivos de 2 pasos .Donde



dientes naturales fueron restaurados con óxido de zinc y eugenol y después de 24 horas, se les eliminó el óxido de zinc y eugenol de manera mecánica y la superficie de dentina se limpió ultrasónicamente, para después colocarle los diferentes sistemas adhesivos a las muestras y posterior resina compuesta; con esto se concluyó que el uso previo de cementos a base de eugenol afecta de manera negativa la fuerza de unión resina-dentina en mayor grado a los sistemas de autograbado que a los sistemas de 2 pasos .

Algunos otros investigadores ³ en el 2010 apoyan el uso del ZOE como material de restauración intermedia, al colocar una resina compuesta, infieren que el eugenol al inhibir la polimerización solo en la periferia de la resina en un espesor de menos de 10 μm , al tener una transición de resina suave a dura podría presentar un mejor comportamiento con el diente al estar sometida a cargas, teniendo una mejor distribución de la tensión y menos tendencia al desalojamiento así como una mayor fluidez lo que podría ayudar a contrarrestar la contracción de polimerización.



Con el fin de mejorar la resistencia se agregan sustancias poliméricas como poli metacrilato de metilo que permite elevar el módulo elástico y mejorar la estabilidad química en el medio bucal ⁶ (Tabla1).

Tabla 1 Componentes del ZOE.¹

<i>Componentes</i>	<i>Propiedades</i>
Óxido de zinc	Astringente
Eugenol purificado o aceite de clavo 85 % de eugenol	Bacteriostático
Sales de zinc, acetatos o sulfatos 1 %	Aceleradores del fraguado
Agua en pequeñas cantidades	Necesaria para el fraguado
1% de ácido acético o alcohol	Aceleradores del fraguado
Sílice	Relleno
Cementos reforzados contienen de 10 a 40 % de resinas naturales o sintéticas como : Polimetacrilato de metilo , poliestireno o policarbonato.	Disminuye la solubilidad y resistencia a la penetración marginal , asi como una buena capacidad de sellado .



El mecanismo preciso no está completamente entendido pero el conjunto en masa contiene partículas residuales de óxido de zinc unidas a una matriz de eugenolato de zinc y un poco de eugenol libre. El agua es esencial como acelerador en la reacción y también se acelera por los iones de zinc. Se sabe que esta reacción es reversible ya que el eugenolato de zinc es fácilmente hidrolizado por la humedad a eugenol y óxido de zinc. Estos cementos se descomponen rápidamente cuando son expuestos a condiciones bucales, la velocidad de la reacción entre el óxido de zinc y eugenol depende de la temperatura y la humedad y sus principales aplicaciones están en la cementación temporal o permanente de restauraciones, en obturaciones temporales de los dientes, y como un forro de cavidades en preparaciones profundas. ¹

El cemento de eugenolato de zinc lo clasifica la norma No 30 de la ANSI/ADA EN 4 tipos:

Tipo I cementación temporal.

Tipo II cementación permanente.

Tipo III obturación intermedia o obturación temporal en Odontopediatría.

Tipo IV forro cavitario.

Clasificación por el tipo de presentación en:

Clase 1 pasta-pasta.

Clase 2 polvo-liquido.

Otra clasificación:



Con eugenol - A

Sin eugenol - B

Los componentes del óxido de zinc y el eugenol al combinarlos forman una reacción ácido-básica, el polvo contiene óxidos de zinc de aluminio, bismuto y magnesio todos estos proporcionan un pH alcalino; por otra parte el líquido contiene eugenol, ácido acético y aceite de semilla de algodón que tienen un pH ácido. La reacción que se produce es del tipo ácido-base, conocida como quelación y forma el compuesto eugenolato de zinc. El compuesto eugenolato de zinc es astringente por poseer en su mezcla óxido de zinc que le da esa característica.⁸

EUGENOL

El eugenol es un componente esencial de la mezcla óxido de zinc y eugenol utilizado ampliamente en la odontología actual, y su descubrimiento se remota a la herbolaria usada en el siglo XVI para remedios caseros y usos empíricos; siendo el eugenol un aceite que puede provenir de diferentes plantas como el clavo, las semillas de zanahoria, laurel, nuez moscada y el alcanfor; sin embargo en el clavo es donde alcanza la mayor concentración y de donde es comúnmente extraído. Se obtiene por destilación acuosa de los botones de clavo. Es un aceite de color amarillento y con un color intenso, poco soluble en agua pero soluble en alcohol.^{6,15}

Es considerado químicamente como un derivado del grupo fenólico, su fórmula es $C_{10}H_{12}O_6$. Por primera vez fue utilizado en la odontología por *Chisolm* en 1973 quien lo introdujo al mezclarlo con óxido de zinc, formando



una masilla que fraguaba, la utilizó en cavidades cariosas. El avance en el conocimiento de sus propiedades farmacológicas ha conservado al eugenol como base de productos que se utilizan en la actualidad. La aplicación en el campo de la odontología es principalmente en cementos para la obturación de conductos radiculares a base de eugenol, en apósito quirúrgico y como restauración intermedia en cavidades dentales.⁷

DIFUSIÓN DEL EUGENOL A TRAVÉS DE LA DENTINA

Durante muchos años el principal material restaurativo usado por los dentistas ha sido el ZOE y materiales basados en este compuesto. Debido a las propiedades biológicas del eugenol, este compuesto presenta varios efectos benéficos sobre la dentina. Se conoce que la dentina inmediatamente adyacente a una cavidad con ZOE, se expone a una concentración de 10-2 mol/L de eugenol, concentración que es citotóxica para las bacterias, incluso con una breve exposición. Este efecto bactericida impide cualquier contaminación de la cavidad y contrarresta el mal sellado de este tipo de material, sin embargo la concentración de eugenol que puede alcanzar a llegar a la pulpa a través de la dentina es cien veces menor que 10-2 mol/L de eugenol, ya que el eugenol sufre hidrolisis y de esa manera es transportado hacia el interior de la dentina; sin embargo estas mínimas concentraciones de eugenol que se difunden a través de la dentina y llegan a el tejido pulpar, pueden inhibir la síntesis de prostaglandinas derivados del ácido araquidónico, así como la actividad nerviosa la quimio taxis de células sanguíneas.⁴



Hoy en día el uso del cements ZOE se usa con menos frecuencia, puesto que muchas restauraciones coronales se realizan con materiales resinosos, sin embargo el uso de este cemento sigue siendo indispensable en algunos casos, como un sedante al usarse cuando existen caries múltiples. Pero el ZOE tiene un inconveniente potencial, ya que el eugenol puede ser perjudicial para la pulpa especialmente en dentina profunda y permeable ya que la humedad de la dentina más profunda es mayor que en la dentina superficial. La difusión a través de la dentina por el eugenol puede llegar a la pulpa en concentraciones suficientemente altas para causar irritación pulpar o incluso necrosis.⁴

Mediante pruebas se ha demostrado que al variar las cantidades de los reactivos en la mezcla de óxido de zinc y eugenol, se presentan diferentes comportamientos, a mayor concentración de eugenol mayor conducción hidráulica a través de la dentina, se conoce también que el eugenol es liberado del eugenolato por hidrólisis, por lo que el agua tiene un papel importante en la liberación del eugenol.¹⁰

En resumen cuando el remanente de dentina es delgado hay más agua disponible y la disolución del ZOE es mayor y por el contrario cuando el espesor es más grueso hay menos agua disponible y la tasa de liberación del eugenol es menor.¹⁰

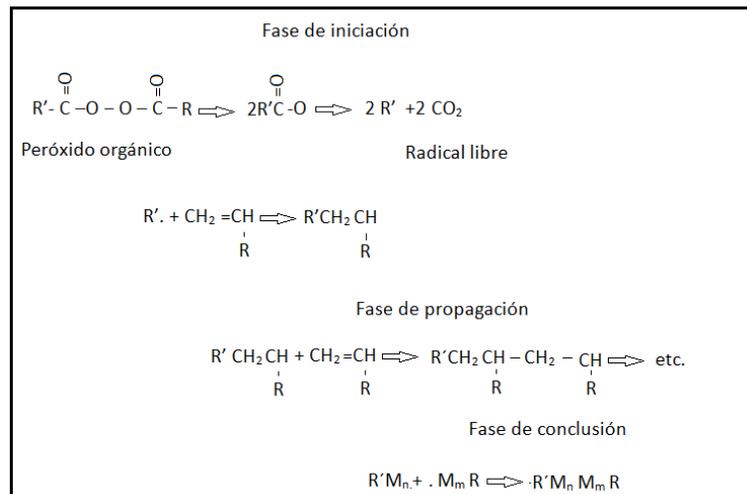
EFFECTOS DEL EUGENOL SOBRE LA ADHESIÓN

Es necesario mencionar que tanto el eugenol como otros derivados fenólicos que están presentes en estos materiales son sustancias que interfieren en el mecanismo de polimerización de las resinas, debido al efecto inhibitorio ejercido sobre las reacciones de óxido reducción que liberan radicales libres para desencadenar el proceso de polimerización.¹⁸

Durante el desarrollo de las resinas compuestas se ha confirmado que los compuestos a base de eugenol provocan inhibición de la polimerización al ocupar lugares entre las cadenas poliméricas al igual que el oxígeno del aire, y por lo tanto disminuir la fuerza de adhesión.⁵

En la figura 2, se muestra un esquema de las fases de la polimerización, que son la iniciación, propagación y conclusión, las reacciones de polimerización por radicales libres pueden ser inhibidas por la presencia de cualquier material que reaccione con un radical libre que reduzca la velocidad de iniciación de la polimerización como lo es el oxígeno y el eugenol.¹¹

Fig. 2. Fases de la polimerización.¹¹





RESINAS COMPUESTAS

La Resina Compuesta también llamada “composite” que significa compuesto, está formada por un material orgánico que puede ser: Bis-GMA , UDMA o TEGDMA; también contiene un agente de unión llamado silano, y por último un material de relleno, este último le da características como resistencia a la compresión, a la abrasión y estabilidad dimensional. Esta última propiedad se debe a que al polimerizar la resina sufre una contracción, la cual puede ser menor o mayor dependiendo del monómero y del relleno que ocupe esos espacios permitiendo o no una mayor o menor contracción entre las partículas de la resina compuesta así como un mejor comportamiento a los cambios térmicos. La resina compuesta tiene diferentes rellenos los cuales pueden ser pequeños, grandes o una mezcla de ambos recibiendo los nombres: macro relleno, micro relleno o híbridas. Las resinas con macro relleno tienen partículas que van de 1 μm a 11 μm , estas resinas presentan alta resistencia compresiva, pero poca resistencia a la abrasión, son opacas y son recomendadas para la restauración de dientes posteriores en donde no se necesita alta estética pero si una alta resistencia compresiva. Las resinas de micro relleno son resinas que tienen un tamaño de partícula que va de 0.02 μm a 0.04 micras tienen menor resistencia a la compresión pero mayor resistencia a la abrasión debido al tamaño de su partícula, tienen alta estética debido a que alcanzan un brillo mayor debido a su alta resistencia a la abrasión y son recomendadas para dientes anteriores en donde se necesita un alta estética.^{6, 9,11}



Las resinas híbridas tienen partículas grandes y pequeñas que van de $0.2 \mu\text{m}$ a $11 \mu\text{m}$ y son resinas estéticas resistentes a la abrasión y a la compresión.¹

La resina compuesta está regulada por la No. 27 de la ANSI/ADA la cual la clasifica en dos tipos:^{8,11}

Clase A: para obturar caras oclusales.

Clase B: para todos los demás usos.

La No. 4049 de la ISO clasifica a la resina compuesta en tres tipos:^{8,11}

Tipo 1: resinas autopolimerizables.

Tipo 2: resinas que necesitan de energía externa para polimerizar.

Tipo 3: autopolimerizables y fotopolimerizables (sistemas duales) en la cual se incluyen los sistemas de fijación de cementos de resina.

POLIMERIZACIÓN

La comprensión de la polimerización en principio tiene que ver con el estudio de los polímeros, un campo impresionantemente grande de estudio, los polímeros se definen como : enormes cadenas moleculares de unidades iguales que para ser considerados polímeros deben tener un peso molecular de 5000 Daltons en adelante, por lo menos 5000 meros unidos entre sí de manera lineal o ramificada, por ello se dice que forman parte del mundo de las macromoléculas, las proteínas del cuerpo formadas por

cadenas poliméricas de aminoácidos son el ejemplo más asombroso de que la vida como la conocemos, no podría ser concebida sin los polímeros.^{1,12}

TIPOS DE POLIMERIZACIÓN

Las resinas compuestas empleadas en la odontología son meras que se convierten a polímeros, estas son presentadas en forma de meras para que el profesional de la salud manipule la polimerización, por ello contienen diferentes agentes iniciadores de la polimerización que son sustancias como el peróxido de benzoilo, dimetil p-toluidina (fig.3), canforoquinona y la fenil propanodiona, que se agregan a las resinas compuestas para hacerlas reaccionar ya sea con luz halógena azul (foto polimerización) o sin ella (auto polimerización) o una combinación de ambas conocidas como resinas duales.⁸

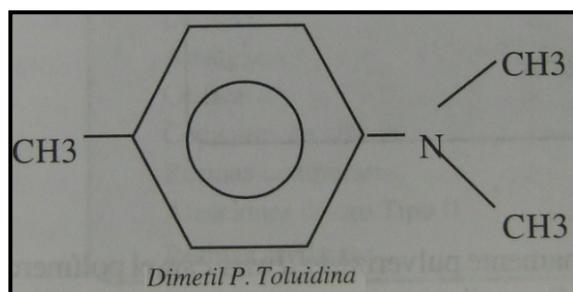


Fig.3 muestra un esquema de la fórmula química de la Dimetil P. Toluidina.⁸



La reacción de polimerización inicia con la presencia de grupos etileno

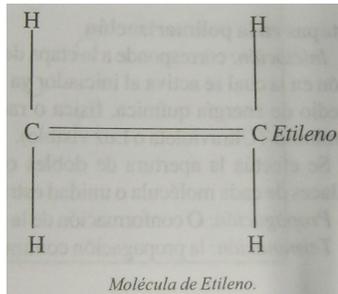


Fig.4. Muestra un esquema de la molécula de etileno, la unidad básica de los polímeros.⁸

(Fig.4) que son dos carbonos unidos por un doble enlace que están presentes en una molécula llamada mero; para que los meros se unan deben romperse su enlace doble entre átomos de carbono por medio de energía que puede ser resultado de una reacción química o por energía lumínica o térmica.¹³

En las resinas autopolimerizables, el agente iniciador es el peróxido de benzoilo que al combinarse con la dimetil p-toluidina genera radicales libres de esta reacción, que actúan rompiendo las cadenas poliméricas e iniciando el proceso de polimerización. En las resinas fotopolimerizables ocurre la foto polimerización en donde el iniciador es la camforoquinona o la fenil propanodiona que son activadas por medio de luz halógena azul y también genera radicales libres iniciado la polimerización.^{6,8,9}



ADHESIÓN

Se denomina adhesión a cualquier mecanismo que se emplea para mantener dos partes en contacto, construidas con igual o distintos materiales y lograr que ese contacto se mantenga durante el trabajo o el uso que se haga del conjunto. La adhesión puede ser de naturaleza química también llamada: específica o mecánica llamada: traba mecánica.^{6,9}

Los mecanismos de adhesión específica o químicas se dan por uniones químicas en enlaces primarios (iónicas, covalentes y metálicas) o en enlaces secundarios (fuerzas de Van Der Waals y Puentes de Hidrogeno). En el fenómeno de adhesión entre superficies se debe conocer como adherentes a las superficies y adhesivo a la sustancia que adhiere a las superficies.⁹

En la odontología, la adhesión de las resinas compuestas a estructura dentaria así como a otros materiales es de mucha importancia en la práctica profesional; los átomos y las moléculas en los líquidos y sólidos tienen la tendencia de atracción hacia el centro comportándose de manera esférica, en el caso de los líquidos esta energía se denomina tensión superficial y en los sólidos energía superficial, para lograr una excelente adhesión entre adherentes es necesaria una superficie limpia y libre de residuos una superficie con alta energía superficial y un adhesivo con muy baja tensión superficial que sea capaz de tener mayor capacidad de mojado para lograr una intimidad entre los sustratos a unir. Los tipos de adhesión entre estructura dentaria y materiales dentales restauradores son principalmente por traba mecánica.¹²



La adhesión es un fenómeno que comprende la unión de dos materiales en íntimo contacto a través de una interface. La adhesión de los polímeros al esmalte dentario puede obtenerse por medio de un grabado previo del esmalte con un ácido como lo es el ácido ortofosfórico al 37 % que produce conductos de 10 a 30 micrones de profundidad. Los polímeros fluidos fluyen al interior de estos conductos por acción capilar y luego endurecen.¹

El desarrollo de adhesivos y técnicas adhesivas de resina ha cambiado de moléculas hidrofóbicas a moléculas hidrófilas con el fin de que éstas penetren en los túbulos, también se ha disminuido viscosidad y de esa manera lograr que la resina penetre en los túbulos y la red de colágena.^{8,11}

También se han ido disminuyendo los pasos de los sistemas adhesivos para hacer más práctico el procedimiento. Hoy en día, se ha mejorado notablemente la fuerza de adhesión y se ha logrado un mejor control de la estabilidad dimensional así como su resistencia.⁸

ALCOHOL

Los alcoholes suelen ser líquidos incoloros y de olor característico, solubles en agua en proporción variable y menos densos que ella. Al aumentar la masa molecular, aumentan sus puntos de fusión y ebullición; los alcoholes son el grupo de compuestos químicos que resultan de la sustitución de uno o varios átomos de hidrogeno por grupos hidroxilo. La solubilidad de la molécula depende del tamaño y forma de la cadena alquílica ya que a medida que la cadena alquílica sea más larga y más voluminosa, la molécula



tenderá a parecerse más a un hidrocarburo y menos a la molécula de agua por lo que su solubilidad será menor en disolventes polares.¹⁴

El alcohol etílico, conocido como etanol, es un alcohol que se presenta en condiciones normales de presión y temperatura, como un líquido incoloro e inflamable, con un punto de ebullición de 78 C°. Mezclable con agua en cualquier proporción a la concentración de 95 %, principal producto de las bebidas alcohólicas, vino, cerveza. Es un buen disolvente y puede utilizarse como anticongelante. También es un desinfectante, su mayor potencial bactericida se obtiene a una concentración del 70 % aproximadamente, en la industria química se utiliza como disolvente para pigmentos y pinturas. La solubilidad de alcohol reside en el grupo – OH incorporado a la molécula del alcano respectivo, las uniones puentes de hidrogeno también se manifiestan entre las moléculas de agua y el alcohol.¹⁵

La fórmula química del alcohol etílico o etanol es CH₃-CH₂-OH (C₂H₆O), donde dos átomos de carbono se unen entre si y a un oxígeno y a átomos de hidrogeno (fig. 5).¹⁵

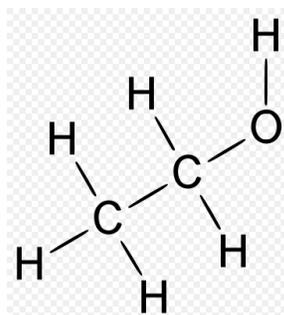


Fig. 5. Enlaces de los átomos en la molécula del etanol.¹⁵



La solubilidad de los alcoholes disminuye con el aumento del número de átomos de carbono, pues el grupo hidroxilo constituye una parte cada vez más pequeña de la molécula y el parecido con el agua disminuye a la par que aumenta la semejanza con el hidrocarburo respectivo. En la siguiente fórmula se observa la disociación del etanol con el agua.¹⁵



Monómeros adhesivos en disolventes polares son utilizados para infiltrarse alrededor de las fibrillas de colágena de la estructura dentaria para lograr retención micromecánica de las resinas compuestas, se conoce que el alcohol aplicado sobre la dentina deshidrata la matriz de colágena, la endurece y la compacta.¹⁴

Si el esmalte se seca con etanol después de haberse grabado se aumenta la fuerza de adhesión de las resinas compuestas, lo que sugiere que la humedad puede quedar atrapada en los microporos incluso cuando la superficie parece seca.⁸



ÁCIDO ORTO FOSFÓRICO

El ácido orto fosfórico es un ácido fuerte, que tiene un pH de 0.09 al 37 % y 0.02 al 35 %, su fórmula química es (H_3PO_4) , y se suministra en un gel acuoso añadiéndole sílice coloidal, y le permite el correcto desplazamiento en un área específica, sobre el esmalte y dentina tiene un efecto de desmineralización o eliminación de las sales minerales disueltas en la superficie.^{8,16,17}

En 1955 Michel Buonocore realizó el primer avance significativo sobre la adhesión intraoral. Utilizando el ácido ortofosfórico sobre la superficie del esmalte en un diente desmineralizó la superficie y colocó material acrílico de restauración sobre las rugosidades micromecánicas de la superficie creada. El monómero de la resina acrílica mojaba la superficie grabada, se introducía en los efectos de grabado y originaba unas prolongaciones de resina.⁸

La aplicación de ácido ortofosfórico al 37 % sobre el esmalte crea una microporosidad exponiendo la luz de los túbulos dentinarios en un promedio de 10 μm a 20 μm . Sin embargo si se coloca a una concentración por encima del 50% se produce el depósito de una capa adherente de fosfato de calcio monohidratado en la superficie grabada.⁸

Las fisuras de grabado se producen como resultado de la disolución selectiva de la zona central de los prismas de esmalte (grabado tipo 1), o de la zona periférica (grabado tipo 2) (figura 7).⁹



Fig. 6 Imagen de microscopio electrónico donde se observa una superficie de esmalte grabada con ácido ortofosfórico.⁹

El grabado ácido es una de las formas más efectivas de mejorar la adhesión mecánica y asegurar los defectos de sellado entre las fases. Desde que Buonocore introdujo el ácido ortofosfórico para el grabado de la superficie dentaria, se logró mayor receptividad para la adhesión y que la odontología hubiera progresado y mejorado las técnicas adhesivas en el área de las resinas compuestas. Es ampliamente reconocido que la adhesión al esmalte grabado es confiable, predecible y duradera, esto motivó a trabajar con el ácido ortofosfórico sobre la superficie de la dentina obteniendo excelentes resultados y observando que remueve la capa de barrillo dentinario, se pueden utilizar diferentes ácidos como son el maléico, cítrico, etc. Características específicas del ácido como su concentración, pH así como el tiempo de aplicación y la presentación (gel, semigel o solución acuosa) deben tomarse en cuenta para su selección. El primer paso del proceso de adhesión de una resina a la estructura dentaria, esmalte o dentina, es la utilización del ácido ortofosfórico, el cual provoca una



desmineralización de esmalte y dentina pudiendo obtener un grabado que va de 4.3 μm a 15.9 μm .^{2,8}



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Cada vez es mayor el uso de restauraciones estéticas de resinas compuestas, debido a la mercadotecnia de los fabricantes. Por lo que varios odontólogos usan indiscriminadamente resinas en cavidades profundas donde la cercanía a tejido pulpar obliga a colocar una protección o base que proteja a la pulpa irritada. El uso del ZOE como base, sedante, bacteriostática y resistente se ven desaprovechadas por la contraindicación de colocarlo como material de restauración intermedio cuando se van a emplear materiales resinosos, debido a que el eugenol liberado inhibe la polimerización.



JUSTIFICACIÓN

Para aprovechar las ventajas del ZOE como base, se busca eliminar la liberación de eugenol de esta base , por lo que se han buscado diversas sustancias como el alcohol y el ácido ortofosforico .

Debido a que se conoce al etanol como un excelente solvente y a que cuenta con muy baja tensión superficial se decidió utilizar sobre la superficie de ZOE para disolver el eugenol libre, ácido ortofosfórico debido a que al colocar una resina compuesta se utiliza previo para acondicionar la superficie dentaria.

Con el fin de conocer los efectos de estas dos sustancias sobre la superficie de ZOE, para conocer el efecto el eugenol libre del cemento, lo cual podría permitir la polimerización de una resina compuesta y con ello permitir la adhesión.



OBJETIVO GENERAL

Comprobar si hay adhesión al usar etanol y ácido orto fosfórico sobre la superficie del cemento a base de óxido de zinc al polimerizar una resina compuesta, mediante la medición de la fuerza de adhesión.

OBJETIVO ESPECIFICO

1.- Determinar mediante la medición de la fuerza de adhesión si al aplicar alcohol sobre la superficie de óxido de zinc y eugenol afecta la polimerización de una resina compuesta.

2.- Determinar mediante una prueba de adhesión si al aplicar ácido ortofosfórico al 37 % sobre el óxido de zinc y eugenol afecta la polimerización de la resina compuesta.

HIPOTESIS

La aplicación de alcohol sobre la superficie del cemento a base de óxido de zinc y eugenol eliminará el eugenol liberado y se observará en la fuerza de adhesión con la resina.



MATERIAL Y MÉTODO

Materiales:

- 1.- Material restaurativo temporal tipo III clase 1 A (cemento ZOE) IRM (DENTSPLY®), LOTE # 120731.
- 2.- Resina compuesta fotopolimerizable (COMPOSITE) PRIME-DENT®, LOTE # FH06M.
- 3.- Algodón
- 4.- Ácido orto fosfórico al 37 % (Silica-Free), PRIME DENT®, LOTE # QG28M.
- 5.- Alcohol etílico 96°, Morelos®, LOTE #2M11.
6. - Adhesivo fotocurable (LIGTH CURE BONDING), PRIME DENT ®, LOTE # XH05M.
- 7.- Molde para preparación de muestras de cemento
- 8.- Molde para preparar cilindros de resina
9. - Microbrush (PRIME DENT) ®
- 10.- Espátula de teflón (Hu-Friedy) ®
- 11.- Espátula para cementos de acero inoxidable (ARAIN) ®
- 12.- Loseta de vidrio
- 13.- Lámpara para foto polimerizar Bluepase C8, (IVOCLAR VIVADENT) ®

14.- Máquina INSTRON 5567.

15.- Vernier electrónico.

PROCEDIMIENTO:

Se usó la metodología según la Norma 96 de ANSI/ADA para preparar las muestras.

1.- En moldes de 10 mm de diámetro y 4 mm de profundidad (fig. 7) se coloca una delgada capa de glicerina al molde, para evitar que la muestra se adhiera al molde.



Fig. 7. Imagen mostrando el ajuste de la profundidad del molde por medio de un Vernier electrónico. fd

2.- En una loseta de vidrio se colocan 3 medidas de polvo y 3 gotas de líquido (Fig.8) siguiendo las indicaciones del fabricante; se mezclan con una espátula de acero durante el tiempo que el fabricante establece que es de 3 minutos.



Fig. 8 Proporción de polvo- líquido de ZOE sobre una loseta de vidrio. fd

3.- Una vez obtenida la mezcla de óxido de zinc y eugenol se lleva al molde con la espátula de cementos hasta sobreobturar como se muestra en la figura 9.



Fig. 9. Molde de 10 mm x 4 mm

Con el ZOE. fd

4.- Se deja fraguar 30 minutos a medio ambiente.

5.- En el grupo 1 (10 muestras) se coloca con un gotero alcohol etílico (fig.10) y se frota durante 10 segundos con una torunda de algodón. Después se deja secar 1 minuto a medio ambiente.

Fig. 10. Aplicación del alcohol sobre la superficie del ZOE. fd



6.- En el grupo 2 (10 muestras) se le aplicó ácido orto fosfórico al 37 % durante 30 segundos (Fig.11) y después se lavó con agua durante 15 segundos.

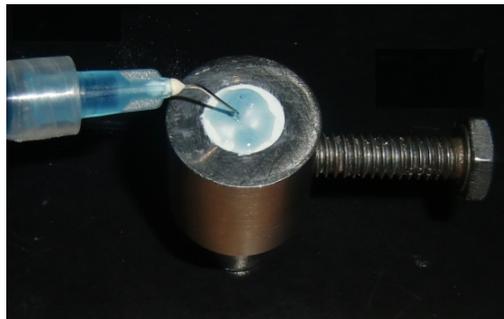


Fig. 11. Aplicación del ácido ortofosfórico sobre la superficie del ZOE con la jeringa. fd

7.- Al grupo control (10 muestras) no se aplica ninguna sustancia.

8.- Después de este procedimiento a todos los tres grupos se les coloca adhesivo fotocurable de 7ma generación tipo 1 B (LIGHT CURE BONDING) (PRIME DENT) ® con un pincel que proporciona el fabricante, directamente sobre la superficie del cemento ZOE. (Fig.12).



Fig.12. Aplicación del adhesivo con un pincel que proporciona el fabricante. fd

9.- Se foto polimerizó el adhesivo durante 20 segundos como lo indica el fabricante, (Fig.13) con lámpara para fotopolimerizar (Bluepase C8)(IVOCLAR VIVADENT) ®

Fig.13. En esta figura se aprecia la fotopolimerización del adhesivo. fd



10.-En un molde para preparar muestras de resina de 5 mm de diámetro por 2 mm de altura (Fig.14), se coloca resina sobre la superficie de adhesivo para rellenarse en una sola intención con instrumentos de teflón (Fig.15).

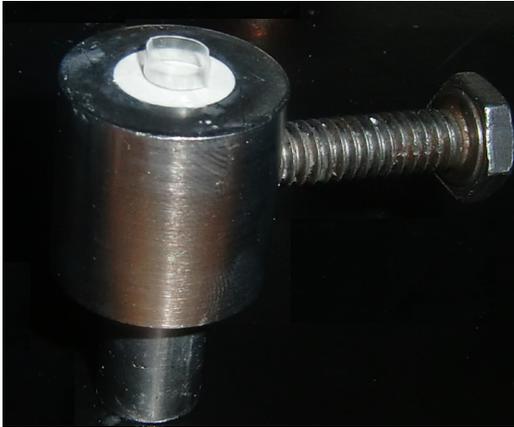


Fig.14. Moldes transparentes. fd



Fig.15. Aplicación de la resina compuesta. fd

11.-Se foto polimerizan durante 40 segundos como lo indica el fabricante con la lámpara Bluepase C8 (IVOCLAR VIVADENT) ® (Fig.16).

Fig.16 Aplicación de la luz sobre la resina compuesta. fd



12.- Después de polimerizar la resina la muestra se sometió a la prueba para la determinación de fuerza de adhesión hasta lograr el desprendimiento del cilindro de resina usando la máquina universal de pruebas mecánicas INSTRON 5567 con una velocidad de aplicación de fuerza de 1 mm/min. (Fig.17-18).

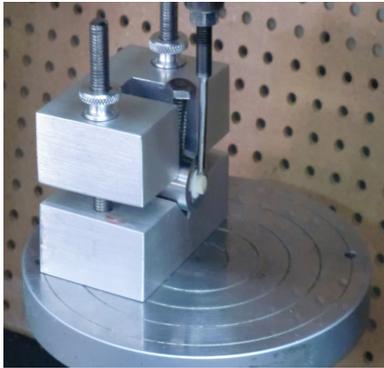


Fig. 17 Colocación de la muestra
En la Maq. Univ. De Pruebas
Mecánicas. fd



Fig. 18 Aplicando carga sobre
la muestra. fd

El esfuerzo máximo de adhesión también denominado resistencia a la adhesión o esfuerzo de adhesión al desprendimiento de la resina, se calculó usando los valores de fuerza máxima en Newton y del área de contacto en mm^2 entre la resina y la superficie del cemento ZOE. Las fórmulas usadas para estos cálculos fueron:

Resistencia = fuerza máxima en N/área de contacto resina-ZOE en mm^2

Área de contacto resina-ZOE = $\pi r^2 = 3.1416r^2$



Donde r es el radio de la muestra de resina

Los resultados en Mega Pascales (MPa) se analizaron con la prueba ANOVA de 1 vía para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas.

RESULTADOS

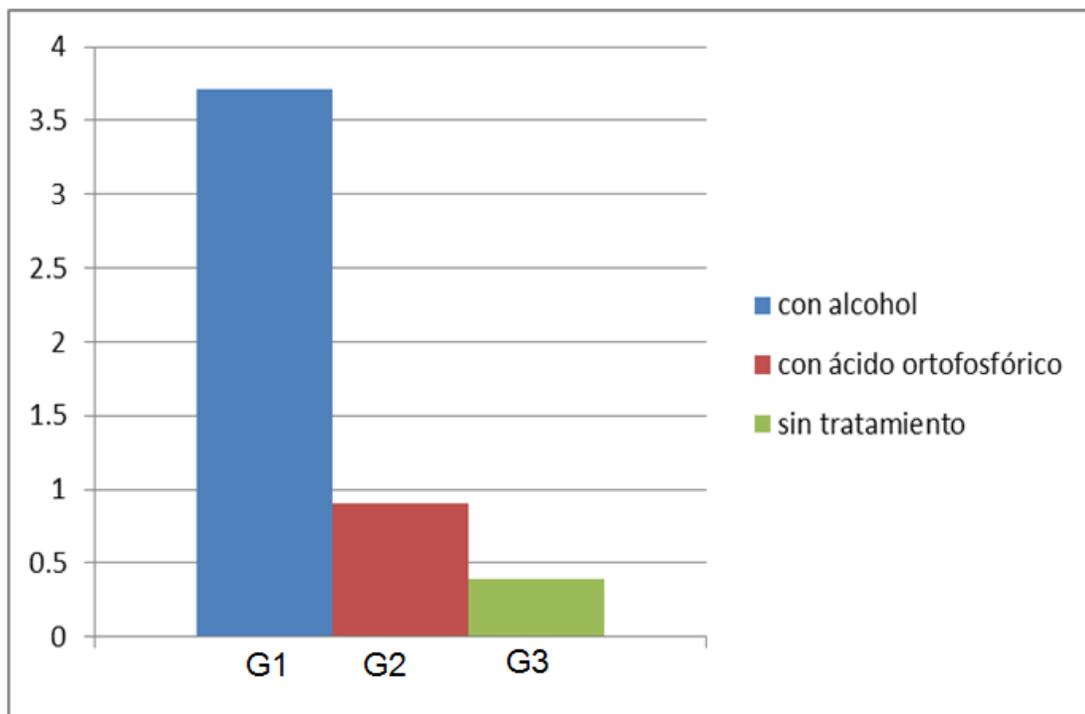
La Tabla 2. Muestra los promedios de los valores obtenidos de la prueba de junto con la desviación estándar de los grupos motivos de este estudio.

Tabla 2

Grupo	Resistencia promedio MPa	Desviación estándar MPa
Grupo 1	3.719	1.248
Grupo 2	0.930	0.830
Grupo 3	0.396	0.205

Existieron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras tratadas con alcohol y los dos grupos restantes ($p < 0$). Entre los grupos de muestras que fueron tratadas con ácido orto fosfórico y las que no fueron tratados (grupo control) no existieron diferencias estadísticas, $p > 0$.

La Gráfica . Representa el comportamiento gráfico de los tres grupos. El eje de las ordenadas representa los valores de resistencia al desprendimiento en MPa; el eje de las abscisas representa los grupos estudiados.



Gráfica 1. Resultados obtenidos representados en gráfica.



DISCUSIÓN

Según He. L y cols. 2010 y Nunes en el 2007 mencionan que al formarse la matriz de eugenolato de zinc siempre existe eugenol libre de la reacción y el efecto que causa sobre la polimerización de una resina compuesta es negativo, ya que inhibe la polimerización de la resina en una profundidad que va de los 5 a los 10 micrones, al colocar restauraciones directamente sobre una base de cemento a base de óxido de zinc y eugenol.

En los resultados obtenidos se aprecia que las muestras cuya superficie del cemento fue limpiada con alcohol tiene un incremento de más de nueve veces con respecto a las muestras que no fueron limpiadas, es decir, sin ningún tratamiento, resultados que concuerdan con un estudio de Shar E. y cols.² donde observa que la limpieza mecánica de la superficie influye directamente sobre la fuerza de adhesión de las resinas compuestas; a pesar de que en dicho estudio se evalúa la adhesión a dentina, se obtienen resultados similares. Nunes C. y cols⁵ en el 2007 en donde se realizó la limpieza de la superficie de dentina de manera ultrasónica, con el fin de remover ZOE de la superficie, también demostró que existe un efecto negativo sobre la adhesión de la resina compuesta cuando existe eugenol en la superficie, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en este trabajo aunque las superficies fueron distintas.

Por otra parte en este estudio al aplicar ácido ortofosfórico al 37 % sobre el cemento y luego retirarlo con agua, el incremento de la adhesión fue de 2 veces, no hay artículos que hablen acerca de los efectos del ácido ortofosfórico sobre el ZOE, sin embargo es necesario para el tratamiento de la superficie, previo a la colocación de la resina compuesta, ya que se



conoce que el ácido desmineraliza la superficie y el agua disuelve el eugenol de la superficie.

Pasley D. y cols. en el 2006 mencionan las excelentes propiedades del alcohol como solvente y su efecto sobre la matriz de colágena de la dentina , mencionando que compacta y endurece. Los resultados obtenidos muestran que el alcohol etílico o etanol disuelven al eugenol que logra migrar hacia la superficie por una diferencia de concentraciones entre el interior del cemento y la superficie del mismo, lo cual confirma las propiedades mencionadas en ambos estudios.



CONCLUSIONES

Es conocido que el realizar limpieza sobre la superficie del cemento a base de eugenol favorece la fuerza de adhesión al eliminar el eugenol libre de la superficie del cemento y de esta manera permitir el proceso de polimerización de los sistemas adhesivos que es en donde principalmente se ve disminuida la polimerización.

En base a las pruebas realizadas en el Laboratorio de Investigación de Materiales Dentales, y los resultados obtenidos mediante las pruebas de determinación de fuerza de adhesión con la maquina universal de pruebas mecánicas, es posible concluir que al limpiar con alcohol la base de eugenolato de zinc se obtiene mayor adhesión estadísticamente significativa y en menor grado, cuando se usa ácido grabador, dejando algunas dudas que podrían investigarse en posteriores trabajos.

El hallazgo obtenido al evaluar los valores de las muestras de ZOE que fueron grabadas con el ácido ortofosfórico al 37% con respecto a las muestras sin limpieza alguna, podría indicar dos hechos (que necesitan ser demostrados de manera objetiva en estudios posteriores) . El primero: ¿fue el grabado sobre la superficie del cemento, lo que hizo que hubiera mayor traba mecánica y por esa razón se incrementó el valor por arriba del 200%?; segundo: ¿fue el agua que se usó para limpiar el ácido la que disolvió al eugenol y sumado a la superficie grabada, permitió el incremento de más de 2 veces de la resistencia a la adhesión por corte?



Ambos comportamientos (etanol y ácido o agua) dejan una nueva pregunta que deberá realizarse en posteriores investigaciones.

¿Será capaz el eugenol de disolver la unión cemento-adhesivo para después atacar la unión adhesivo-resina mediante el proceso de difusión por diferencia de concentraciones entre el cemento ZOE y la resina para restauración?



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- O' Brien W. *Dental Materials and Their Selection*. 3^a ed. Quintessence Publishing. Canada 2002; pp 39-45,151-175.**
- 2.- Shar E., Federlin M., Hiñner A. *Effect of temporary cements on the bond strength of ceramic luted to dentin*. *J Biomed Mater Res Part B:Appl Biomater*.2005; 9 (21):794-803.**
- 3.- He L.,Purton D.,Swain M. *A suitable base material for composite resin restorations: Zinc oxide eugenol*. *J Dental Materials*.2010; 4 (38):290-295.**
- 4.- Hashieh I.,Camps J., Dejou J.,Franquin J.Eugenol diffusion through dentin related to dentin hydraulic conductence..*J Dental Materials*.1988; 3 (14):123-123.**
- 5.- Nunes C., Olivera J., Dourado A .Effect of Zoe Temporary Restoration on Resin-Dentin Bond Strength Using Different Adhesive Strategies.*J Esthet Restor Dent*.2007; 3(19): 144-152.**
- 6.- Anusavice KJ. *Ciencia de los materiales dentales* . 10^o ed. McGraw-Hill Interamericana. México 1998; pp 467-468.**
- 7.- Gonzales R.Eugenol: propiedades Farmacológicas y toxicológicas. *Rev Cubana Estomatol*. 2008; 2(23): 15-26.**
- 8.- Philips R. *La ciencia de los materiales dentales*. 11^a ed. Elsevier. España 1993 ; pp 22-30, 490-500,165-170.**
- 9.- Natera C. *Biomateriales dentales*. 4^a ed. Trillas. Caracas Venezuela 2004; pp 163-153.**



10.- Kielbassa A., Attin T., Hellwig E. Diffusion Behavior of Eugenol from Zinc Oxide- Eugenol Mixtures through Human and Bovine Dentin in Vitro. Oper Dent. 1997;1(22): 15-20.

11.- Craig R. *Materiales de odontología restauradora. 10ª ed. Harcourt Brace. España 1998; pp 183-189,177-187,256-261,503-504.*

12.- Barceló F., Palma J. *Materiales Dentales Conocimientos Básicos. 3ª ed. Trillas. México 2008;pp 84-90.*

13 .- Guzmán H. *Biomateriales odontológicos de uso clínico .4ª ed. Ecoe. Colombia 2007;pp 216-223, 76-78.*

14.- Pasley D.,Agee K. *Effects of water and water free polar solvents on the tensile properties of desmineralized dentin.J Dental Materials. 2006;1(19):347352.*

15.- <http://www.textoscientificos.com/quimica/alcoholes> 2005

16. García H., Cuartas M., Castaño A. Revisión sistemática del efecto del ácido fosfórico usado en resinas compuestas sobre la desmineralización dentinal. Rev Fac Univ Ant.2005; 2(16):60-69.

17.-<http://www.dentsply.es/noticias/clinica3609.htm> 2004

18.-Macchi R. *Materiales Dentales.4ªed . Panamericana .Argentina 2007; pp 139-171.*