



Trabajo de investigación

ADAPTACIÓN MARGINAL E HIBRIDACIÓN DE LOS ALKASITES; ESTUDIO IN VITRO, AL MEB-EC.
MARGINAL ADAPTATION AND HIBRIDIZATION OF ALKASITES. IN VITRO, AL MEB-EC.

Cedillo, J.¹, Espinosa, R.², Farías, R.³

1.- Maestro del Posgrado de Prótesis Fija y Removible de la Universidad Autónoma de Cd. Juárez, Chihuahua

2.- Profesor de Operación Dental y Biomateriales en el Posgrado de Prosthodontia. Centro Universitario de Ciencias de la Salud. Universidad de Guadalajara.

3.- Instituto de Ingeniería y Tecnología, departamento de Física y Matemáticas de la Universidad Autónoma de Cd. Juárez, Chihuahua

Volumen 8.
Número 1.
Enero - Mayo 2019

Recibido: 09 septiembre 2018
Aceptado: 18 octubre 2018

RESUMEN

Actualmente se ha lanzado al mercado un nuevo material de obturación que pertenece al grupo de materiales de Alkasites. El relleno alcalino que contiene en su parte inorgánica, aumenta la liberación de iones de hidróxido para regular el valor del pH durante los ataques con ácido. Como resultado, la desmineralización puede prevenirse. Además, la liberación de grandes cantidades de iones fluoruro y calcio forma una base sólida para la remineralización del esmalte dental. El objetivo de este estudio es valorar la formación de la hibridación y la adaptación marginal de los materiales de restauración alkasites.

Material y métodos: Este estudio es de carácter cualitativo descriptivo y de tipo experimental, en él se compara la adaptación marginal e hibridación de los alkasites en dos grupos independientes, uno aplicando adhesivo y el otro sin adhesivo. Se seleccionaron 8 premolares sanos, sin caries ni restauraciones previas o fracturas. En cada una de las muestras se efectuaron preparaciones de clase I de Black en su cara oclusal. Se empleó una pieza de mano de alta velocidad con enfriamiento de agua y aire con fresas 330 de carburo. En la parte activa de la fresa se colocó un anillo de resina compuesta como punto de medición con la finalidad de estandarizar la profundidad de las preparaciones a 3.0 mm. Las dimensiones mesiodistales de las preparaciones fueron de 4.0 mm y vestíbulo-lingual-palatino de 2.5 mm. Con la finalidad de establecer una comparación, las 8 muestras se dividieron en dos grupos cada uno de cuatro muestras, cada uno. **Resultados:** En los dos grupos, tanto en unión a esmalte y dentina, ya sea con colocación de adhesivo o no presentaron buena adaptación marginal y formación de capa híbrida. **Conclusión:** Se demostró, que el material a base de Alkasites presentó excelente adaptación marginal al esmalte y dentina con o sin la utilización de adhesivo dentinario.

Palabras Claves: Alkasite, rellenos alcalinos, sellado marginal, técnica incremental, fotopolimerización.

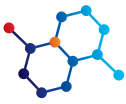
ABSTRACT

Currently, a new sealing material belonging to the Alkasites group of materials has been launched. The alkaline filler that's contained in its inorganic part, increases the release of hydroxide ions to regulate the pH value during acid attacks. As a result, demineralization can be prevented. In addition, the release of large amounts of fluoride and calcium ions forms a solid base for the remineralization of tooth enamel. The initiator system allows a good chemical self-cure. The objective of this study is to evaluate in vivo the formation of hybridization and the marginal adaptation of self-etch adhesives in a single step.

Material and methods: This study is of qualitative descriptive character and of experimental type, the marginal adaptation and hybridization of the alkasites with two independent groups is compared, one group placing adhesive and the other without placing adhesive, at the same time they are divided placing the enamel and dentin material. This is an in vitro study, for which 8 healthy premolars were selected, without caries, previous restorations or fractures. In each of the samples Black Class I preparations were made on occlusally. A high speed handpiece with water and air cooling was used with carbide burs # 330. In the active part of the bur, a composite resin ring was placed as a measurement point in order to standardize the depth of the preparations at 3.0 mm.

The mesiodistal dimensions of the preparation were 4.0 mm and buccal-lingual-palatal 2.5 mm. In order to establish a comparison, the 8 samples were divided into two groups each of four samples, each one. **Results:** In both groups, both in enamel and dentin bonding groups, either with adhesive placement or not resulted with an optimal marginal adaptation and hybrid layer formation, except in the enamel bonding group placing adhesive presented small gaps, which by their size are insignificant by the measurement found in nanometers.

Keywords: Alkasite, alkaline fillers, marginal sealing, incremental technique, polymerization.



Introducción

El Alcasite es un material de restauración básico del color del diente para restauraciones directas. Es autocurable y puede ser activado opcionalmente por medio de la fotopolimerización. Este alcasite está disponible en el color del diente A2. Es radiopaco y libera iones de fluoruro, calcio e hidróxido. Como material de doble curado, se puede utilizar como material de restauración aplicado en una sola intención (bulk fill). El fotocurado opcional se lleva a cabo con luz azul en el rango de longitud de onda de aproximadamente 400 - 500 nm. por lo que todas las lámparas de fotopolimerización estándar se pueden usar para endurecer el material.

Este material de restauración está diseñado para efectuar restauraciones de dientes temporales y restauraciones en dientes permanentes clase I, II y V. Debido a sus características de auto adhesión, se puede utilizar sin adhesivo obteniendo adhesión directa del material de restauración a los tejidos dentales. También puede ser aplicado con la utilización de adhesivo dentinario previo a su aplicación; En el caso de utilizarlo sin adhesivo no es necesario la utilización del grabado de la cavidad con ácido fosfórico.

En cuanto a la conformación de las cavidades, se requiere una preparación retentiva, similar a la que se usa con las obturaciones de amalgama y los márgenes del esmalte no deben ser biselados. Si se usa con un adhesivo, la cavidad se prepara de acuerdo con los principios modernos de la odontología mínimamente invasiva, es decir, preservando la mayor cantidad posible de estructuras dentales naturales y siguiendo las instrucciones de uso del sistema adhesivo en cuanto al acondicionamiento y la aplicación.

La composición de los alcasites contienen monómeros en conjunto con iniciadores, catalizadores y otros aditivos; estos, forman la parte reactiva restauradora a base de resina; Estos monómeros componen la matriz final del material y generalmente corresponden aproximadamente del 12 - 40% de la masa del material final dependiendo de las características deseadas. Los monómeros de dimetacrilato son metacrilatos con dos grupos de metacrilatos polimerizables. La parte monomérica orgánica del alcasite se encuentra en el líquido de Cention N®, consiste en cuatro dimetacrilatos diferentes que representan el 21.6% en peso del material final. Una combinación de UDMA, DCP, un alifático aromático UDMA y PEG-400 DMA, interaccionan (enlaces cruzados) durante la polimerización, resultando un material de restauración el cual presenta fuertes propiedades mecánicas y buena estabilidad a largo plazo. Este alcasite no contiene Bis-GMA, HEMA o TEGDMA.

El Dimetacrilato de uretano es el componente principal de la matriz monomérica. Exhibe una viscosidad moderada, ya polimerizado produce fuertes propiedades mecánicas. El UDMA tampoco tiene grupos laterales de hidroxilos, es decir, es hidrófobo y muestra baja absorción de agua. DCP es un monómero de metacrilato difuncional de baja viscosidad que permite la mezcla manual del alcasite. Su estructura alifática cíclica también asegura fuertes propiedades mecánicas. El Dimetacrilato de Uretano alifático aromático, es un dimetacrilato de uretano parcialmente aromático, este elemento es un reticulante hidrofóbico de alta viscosidad que combina las propiedades favorables de los disocianatos alifáticos (baja tendencia a la decoloración) y aromáticos (rigidez).¹ PEG-400 DMA, es un monómero líquido que mejora la fluidez de este material. Su carácter hidrofílico también promueve la capacidad del alcasite

para mojar el sustrato dental (esmalte y dentina) y adaptarse al lodo dentinario. Debido al uso exclusivo de monómeros de metacrilato reticulados en combinación con un iniciador de autocurado estable y eficiente, este alcasite exhibe una alta densidad de red de polímeros y un grado de polimerización en toda la profundidad de la restauración. Esta es una buena base para restauraciones de larga duración.

Los rellenos son los responsables en la restauración para dar la resistencia adecuada para resistir las tensiones de la cavidad oral y para lograr una longevidad clínica aceptable. La composición de relleno de este material se encuentra en el polvo. Los rellenos se eligieron para dar resistencia pero también para obtener las características de manejo adecuado del material mezclado. Por lo tanto, todos los rellenos inorgánicos (excepto el trifluoruro de iterbio) se modifican en la superficie para garantizar la humectabilidad del líquido e incorporarlo en la matriz del polímero. Los rellenos inorgánicos comprenden una carga de vidrio de silicato de bario y aluminio, trifluoruro de iterbio, una tecnología Isofiller (Tetric N-Ceram), una carga de vidrio fluorosilicatado de aluminio y bario de calcio y una carga de vidrio fluorosilicatado de calcio (alcalino), con un tamaño de partícula de entre 0,1 μm y 35 μm .

En su estado mixto (polvo + líquido) este alcasite contiene 78.4% en peso de relleno inorgánico. El vidrio alcalino representa el 24.6% en peso del material final y esto libera niveles sustanciales de iones fluoruro (F⁻), comparables a los liberados por los ionómeros de vidrio tradicionales. El vidrio alcalino también libera hidróxido y calcio (OH⁻ y Ca²⁺) iones que pueden ayudar a prevenir la desmineralización del sustrato dental. La liberación de iones depende del valor de pH en la cavidad oral. Cuando el valor de pH del medio ambiente cercano al material es bajo (ácido), debido por ejemplo a un biofilm activo, es decir, bacterias cariogénicas altamente activas, este material libera una cantidad de iones tanto de Calcio y Flúor significativamente mayor que cuando el valor de pH es neutro.

Los beneficios del fluoruro contenido en los Alcasites son; prevenir la desmineralización del esmalte, promover la remineralización, reducir el crecimiento del biofilm y ayudar a prevenir la caries dental². En cuanto a la desmineralización se refiere a la pérdida de minerales (principalmente iones de calcio y fosfato) de la estructura dental que ocurre durante el ataque ácido bacteriano o también conocido como el desafío cariogénico. La inhibición de la desmineralización por fluoruros se ha atribuido a la solubilidad reducida del esmalte, lo anterior es debido a la incorporación de iones fluoruro en la red cristalina del esmalte formando la fluorapatita. En presencia de iones fluoruro, el ion hidróxido (OH⁻) de la hidroxiapatita puede intercambiarse por fluoruro (F⁻), transformándose en fluorapatita.

Científicamente también se le atribuye la actividad principal anticaries del fluoruro a un efecto tópico, es decir, debido a la formación de una capa de fluoruro de calcio sobre los dientes que actúa como un depósito de iones, por ejemplo después de la aplicación tópica de barniz de flúor.^{3,4} La mayor disponibilidad de estos iones durante una situación de cariogénica in vivo puede promover la remineralización y reducir la propensión a la desmineralización. Los efectos cariostáticos positivos de los cementos de ionómero de vidrio que contienen flúor (normal y modificado con resina) en términos de la inhibición de la caries artificial adyacente a las restauraciones in vitro, han sido detallados por Borges et al usando pruebas de microdureza.⁵ También se sabe que el flúor posee propiedades antibacterianas: reduce la formación de ácido cariogénico (láctico) en las bacterias de



la placa, como *Streptococcus mutans*, al alterar la absorción de glucosa bacteriana y la glucólisis^{6,7} y así puede ayudar a reducir el crecimiento y la actividad de la placa dentobacteriana.

Que una sustancia sea ácida o alcalina, depende de la posibilidad de desprender o aceptar iones de hidrógeno respectivamente. Cuando un ácido se disuelve en agua, los cationes de hidrógeno cargados positivamente superan los iones hidróxidos cargados negativamente. Cuando un álcali (base) se disuelve en agua, lo contrario es cierto, porque la base “absorbe” (neutraliza) los iones de hidrógeno. El vidrio alcalino libera iones de hidróxido, creando condiciones en las que se puede neutralizar el exceso de acidez debido a la actividad bacteriana cariogénica.

Debido a que este alcasite es autopolimerizable la profundidad de curado es teóricamente ilimitada. Es un material de llenado masivo, diseñado para aplicarse rápida y cómodamente a granel. En este contexto, es importante que el material presente una baja contracción por polimerización y una baja fuerza de contracción. Los problemas asociados con la contracción de la polimerización pueden incluir decoloración marginal, espacios marginales, grietas e hipersensibilidad.

El Alcasite prácticamente no presenta contracción por la polimerización, este material restaurativo incluye un relleno patentado, el cual es parcialmente silanizado, que reduce el estrés por contracción al mínimo. Este Isofiller, que también se utiliza en TetricN-Ceram Bulk Fill®, actúa como reductor de tensión por contracción que minimiza esa fuerza, mientras que la relación orgánica/inorgánica así como la composición monomérica del material es responsable de la baja contracción volumétrica.⁸

Los alcasites contienen también silanos unidos a las partículas de relleno, estos, mejoran la unión entre el relleno inorgánico (partículas de vidrio y cuarzo) y la matriz, ya que pueden establecer un enlace químico entre la superficie del vidrio y la matriz. Las características antes mencionadas dan como resultado que la contracción volumétrica y el estrés por contracción en este material, se reducen durante la polimerización, lo que permite que se realicen incrementos masivos.

Este alcasite es un material autopolimerizable, pero también tiene fotopolimerización opcional. Cuando el material se utiliza en el modo de autocurado, el material restaurador mixto se aplica en la cavidad, se condensa y se esculpe y luego se deja reposar durante 4 minutos. Los sistemas de autocurado se componen siempre de dos componentes, que se mantienen separados para evitar cualquier reacción prematura. El proceso de autopolimerización se basa en un sistema iniciador que consiste en una sal de cobre, un peróxido y una tiocarbamida. La parte líquida contiene el hidropéroxido y la carga estándar en la parte de polvo del producto está recubierta con los otros componentes iniciadores. La sal de cobre acelera la reacción de curado.

Este sistema iniciador tiene ciertas ventajas sobre los sistemas iniciadores de autocurado convencionales tales como los sistemas de peróxido de benzoilo / amina. La incorporación de un hidropéroxido que es más estable que el peróxido de benzoilo (BPO) le da al material mayor resistencia a la temperatura, es decir, es menos sensible al calor, este es un factor importante con respecto a la estabilidad de almacenamiento. El uso de tiocarbamida en lugar de amina también mejora la estabilidad del color del producto. En general, se acepta que la estabilidad del color de un material disminuye al aumentar el contenido de amina.

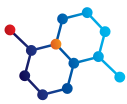
Después de mezclar y colocar la restauración, se iniciarán los procesos de autopolimerización. Sin embargo, por la rapidez y conveniencia en el acabado de la restauración, puede considerarse ventajoso utilizar la función de fotopolimerización opcional. Este alcasite contiene el fotoiniciador Ivocerin® y un iniciador de óxido de acil-fosfina para fotopolimerización opcional, con una unidad de polimerización dental. Ivocerina, un derivado de dibenzoil germanio^{9,10} es un iniciador de Norrish tipo I sin amina. El iniciador de Norrish tipo I se refiere al hecho de que solo un componente es responsable de la formación de radicales. Un iniciador Norrish tipo II como la canforoquinona requiere dos componentes para que tenga lugar la formación de radicales inducida por la luz.

Al igual que la mayoría de los iniciadores estándar utilizados en materiales dentales, Ivocerin exhibe un color amarillo: el color complementario a la luz azul, con el que se polimerizan todos los materiales compuestos estándar. Sin embargo, la Ivocerina puede usarse en cantidades relativamente pequeñas debido a su alto coeficiente de absorción/reactividad mejorada, por lo que sus propiedades pueden utilizarse sin afectar negativamente las propiedades ópticas del material restaurador. Cualquier color amarillo desaparece en gran medida durante el curado.

La polimerización tiene lugar mediante polimerización por radicales libres. Los fotones entrantes de la luz de curado son absorbidos por el iniciador Ivocerin, se produce la ruptura de un enlace químico dentro de la molécula iniciadora y se forman dos radicales, que posteriormente reaccionan con el monómero para producir una red polimérica. En general, cuanto más oscuro y/o más opaco es un material, menor es la profundidad de curado porque puede llegar menos luz a los iniciadores dentro del material, sin embargo, como este alcasite es un material de curado dual que presenta iniciadores autopolimerizables y fotopolimerizables, se puede aplicar como un material de reemplazo de volumen completo. Sólo fotones dentro de un rango espectral específico pueden ser absorbidos por varios fotoiniciadores, Ivocerin presenta un rango espectral de aproximadamente 370 a 460 nm, con una sensibilidad máxima de alrededor de 410 nm.⁸

Cuando se polimeriza por luz, la luz solo puede penetrar adecuadamente capas de hasta 4 mm de espesor, por lo tanto, en cavidades más profundas que 4 mm, se debe dejar el tiempo de fraguado químico normal de 4 minutos. Los defectos marginales no siempre conducen a caries secundarias marginales; más bien, el desarrollo de caries depende más del riesgo de caries de individuos específicos.¹¹ La caries marginal también puede ocurrir cuando no hay defectos marginales discernibles. La desmineralización resultante en el margen es independiente de que haya una brecha marginal, pero puede surgir simplemente debido a la situación de intercambio iónico diferencial sobre diferentes sustratos. El mismo efecto en un diente vecino también es posible en el caso de obturaciones de clase II colocadas contactando las caras proximales. La superficie de relleno “inerte” colocada en un diente puede afectar el esmalte del diente adyacente. Skudutyte-Rysstad et al¹² demostraron que un llenado proximal aumentaba la probabilidad de caries en el diente adyacente en un factor C de 3 superficies. De ello se deduce que un material de relleno que libera iones remineralizantes debería proporcionar una forma de minimizar el proceso descrito anteriormente.

El objetivo de este estudio es valorar la hibridación y adaptación marginal del material de restauración Alcasite.



Métodos y materiales

Este estudio es de carácter cualitativo descriptivo y de tipo experimental, en él se compara la adaptación marginal e hibridación de los alkasites en dos grupos independientes, uno colocando adhesivo previo al material de obturación y el otro grupo, efectuando la restauración sin colocar adhesivo. Este trabajo se efectuó de acuerdo con los lineamientos establecidos en el Código de Bioética para Odontólogos de la Secretaría de Salud y la Norma Oficial Mexicana (NOM-013-SSA1994)^{2,13} y conforme a los lineamientos del Consejo Nacional de Arbitraje Médico, CONAMED.¹⁴

Con el fin de efectuar este es un estudio in vitro, se seleccionaron 8 premolares extraídos sanos, sin caries, ni restauraciones previas o fracturas. En cada una de las muestras se efectuaron preparaciones de clase I de Black en su cara oclusal. Para este fin, se utilizó una pieza de mano de alta velocidad (Alegra, W&H) con enfriamiento de agua y aire fresas 330 (SS White) de carburo de tungsteno. Con el fin de estandarizar la profundidad de las preparaciones, en el vástago de las fresas se colocó un anillo de resina compuesta como punto de medición. Las dimensiones mesio distal de la preparación fueron de 4.0 mm, vestíbulo-lingual-palatino de 2.5 mm, y con profundidad de 3mm. Las 8 muestras fueron divididas en forma aleatoria en dos grupos de cuatro muestras cada uno. El procedimiento de obturación de cada grupo se efectuó en la siguiente forma:

Grupo No. 1. Las obturaciones de este grupo se efectuaron siguiendo puntualmente las recomendaciones del fabricante. Se aplicó el adhesivo Tetyric N. Bond Universal (Ivoclar Vivadent) generosamente cubriendo el esmalte y dentina, procediendo a frotar el adhesivo durante 20 segundos, se aplicó aire comprimido libre de aceite y humedad hasta conseguir una capa inmóvil y brillante, el adhesivo fue polimerizado con una lámpara para Fotopolimerización BluePhase N. (Ivoclar Vivadent). Continuando con la aplicación del material de obturación Centrion N. de Alkasite. (Ivoclar Vivadent), dosificando sobre una loseta de papel encerado una gota de líquido y una cucharilla de medición de polvo, Se mezcló la mitad del polvo sobre el líquido dispersándolo sobre la loseta y se adicionó el resto del polvo hasta lograr una mezcla homogénea y consistente, procediendo a la aplicación del material en el interior de las cavidades adaptándolo cuidadosamente hasta obturar en un solo incremento la cavidad, continuando con una condensación y eliminación del exceso oclusal. El material de restauración fue polimerizado con una lámpara de Fotopolimerización Bluephase N. (Ivoclar Vivadent) durante 20 segundos.

Grupo No. 2. Obturación de las muestras de este grupo se efectuó siguiendo los mismos pasos que el Grupo 1, sin la aplicación del adhesivo. Con el fin de evitar la deshidratación y los posibles cambios de los tejidos cercanos a la restauración, todas las muestras fueron sumergidas en suero fisiológico a una temperatura constante de 37 oC en frascos claramente identificados para cada grupo.¹⁵

El procedimiento para evaluar la adaptación marginal fue el siguiente: Cada muestra fue dividida con un corte longitudinal en sentido vestíbulo-lingual-palatino utilizando un disco de diamante con enfriamiento, de esta forma se obtuvieron dos superficies de análisis de cada muestra. Las dos fueron pulidas con lija de agua, disminuyendo el grano hasta lo más fino y se procedió al pulido final con piedra de Arkansas. Procediendo a aplicar sobre la superficie del corte de todas las muestras una capa de ácido poliacrílico al 25% con el fin de eliminar el lodo

dentinario (smear layer), continuando con el lavado por medio de una tina de ultrasonido por un periodo de un minuto.

Las muestras fueron deshidratadas en forma química por medio del sistema punto crítico, éste, consiste en el cambio de la humedad por alcohol etílico, logrando la deshidratación lenta sin distorsión volumétrica de las muestras. Así, las muestras fueron sumergidas durante 24 horas en alcohol etílico al 20%, aumentando 10% cada 24 horas hasta llegar a 100% donde se mantuvieron por siete días. Posteriormente, las muestras prepararon para ser analizadas bajo el microscopio electrónico de barrido, se secaron con aire seco y se colocaron en un portaobjetos metálico para luego cubrir las superficies de las muestras con una capa de plata por medio del Sputtering (Joel 455).

Las muestras fueron evaluadas por microscopio electrónico de barrido (MEB) siguiendo la unión del material en la parte interior de la cavidad, iniciando en el borde oclusal vestibular, examinando todos los puntos de la muestra hasta llegar al borde cabo superficial lingual-palatino. De esta forma se obtuvieron imágenes a 500x y 1000x de cada muestra en los diferentes puntos de observación de ambas caras de cada muestra.

Resultados

Las diferencias de cada grupo fueron comparadas conforme a los siguientes parámetros:

a) Probables diferencias de la adaptación marginal del material de restauración Alkasite, utilizando o no el adhesivo universal previamente. **b)** Análisis de la interface e integración entre el Alkasite y el esmalte, dentina y adhesivo.

Resultados del **Grupo No. 1.** Las características encontradas en este grupo, en el que se colocó adhesivo previo a la restauración, 500X se observa el efecto del auto grabado del adhesivo sobre el esmalte y la interdigitación del adhesivo con el esmalte. La unión del alkasite sobre el adhesivo fue íntima, bien adaptada y adherida al adhesivo, no muestra espacios vacíos o burbujas de aire en la interface. Se observan las prolongaciones de adhesivo entre los prismas del esmalte. Se observan pequeñas áreas en la unión con pequeños espacios, probablemente es el resultado de los procedimientos de la preparación de la muestra. Estos se analizaron y tienen una medida de 602 nm. (Figura 1)

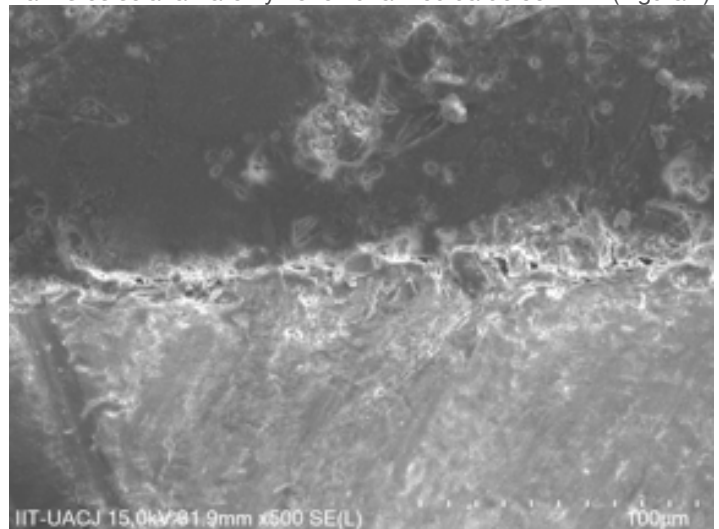
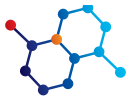


Figura 1. Micrografía al MEB 500x. Corte longitudinal de muestra del Grupo 1. Adaptación marginal entre el material de restauración Centrion N. (arriba) y esmalte abajo, entre ellos adhesivo Universal.



Los hallazgos encontrados en los acercamientos al MEB con una magnificación de 1000x, en la unión esmalte adhesivo Alkasite son la adaptación marginal se da por la formación de la hibridación esmalte grabado por el mismo el adhesivo, donde se gesta la retención mecánica y el sellado marginal. Esta interdigitación se forma por prolongaciones de adhesivo que llegan a los 40 μm de profundidad integrándose al esmalte tratado. El Alkasite se une químicamente al adhesivo formando un solo volumen (Figura 2)

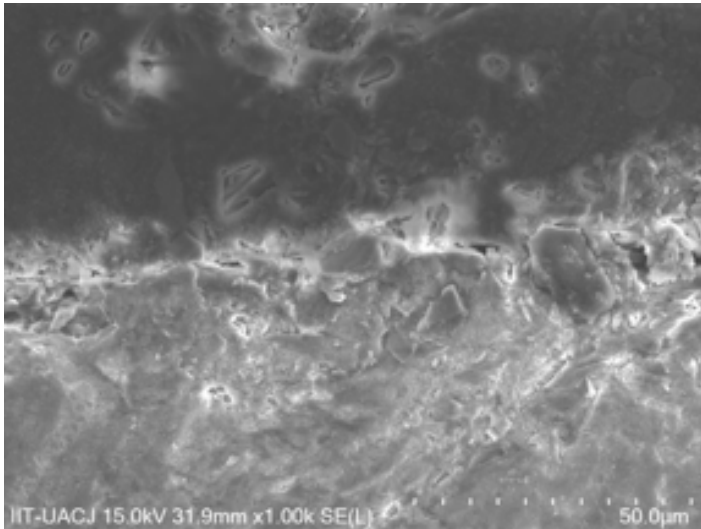


Figura 2. Micrografía al MEB 1000x. Corte longitudinal de muestra del Grupo 1. Adaptación marginal entre el material de restauración Centrion N. (arriba) y esmalte (abajo), unidos por medio del adhesivo destinatario.

Los resultados de la adaptación marginal Alkasite-adhesivo-dentina del **Grupo 1**. En el análisis al MEB con una magnificación de 500x y 1000x, resultado con mayor adaptación marginal en comparación con el esmalte, esto se debe a la desintegración de la dentina inorgánica, resultado del acondicionado del ácido incorporado al adhesivo universal que produce fibras colágenas libres; el sílice y la alúmina contenida en este material de restauración alkasite se impregnan al adhesivo generando muy buena integración entre adhesivo y Alkasite. La hibridación entre el adhesivo y el Alkasite se da correctamente en espesores de 2 a 4 μm de profundidad formando una interface cerrada. En cuanto a la unión dentina adhesivo, se forma una hibridación convencional, tanto en la superficie modificada de la dentina, como en el interior de los túbulos, formando prolongaciones pequeñas de adhesivo intertubulares de 3 a 15 μm . (Figura 3 y 4)

Resultados del **Grupo 2**. En el que se aplicó el material de restauración Centrion N. sin adhesivo. En el análisis Alkasite-esmalte con aumento de 500x y 1000x, se encontró que la integración al esmalte de este alkasite fue excelente. No se aprecian espacios abiertos ni separaciones, predominó ampliamente la adaptación marginal en toda su longitud. Estos materiales forman una zona de hibridación muy pequeña sobre el esmalte, con lo que se unen intensamente al esmalte en forma íntima, de tal magnitud que es difícil en muchas áreas distinguir la unión con el esmalte. (figuras 5 y 6)

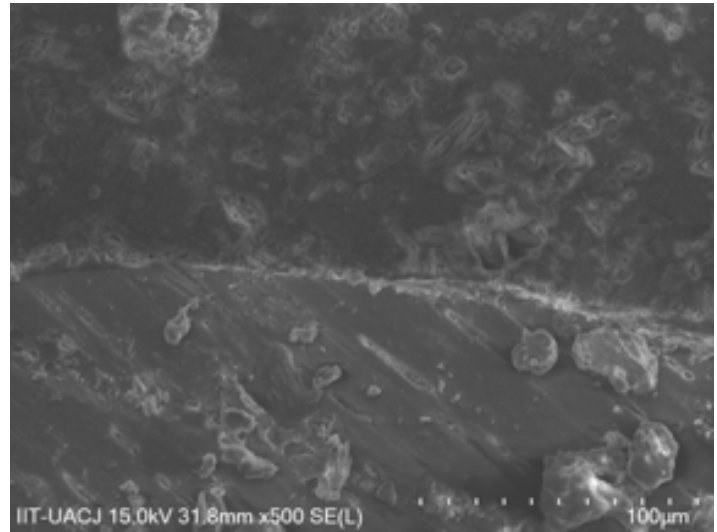


Figura 3. Micro fotografía al MEB 500x. Grupo n1. Corte longitudinal acercamiento de la imagen anterior en donde se observa la intensa adaptación marginal entre el Centrion N. y la dentina con la utilización del adhesivo dentinario.

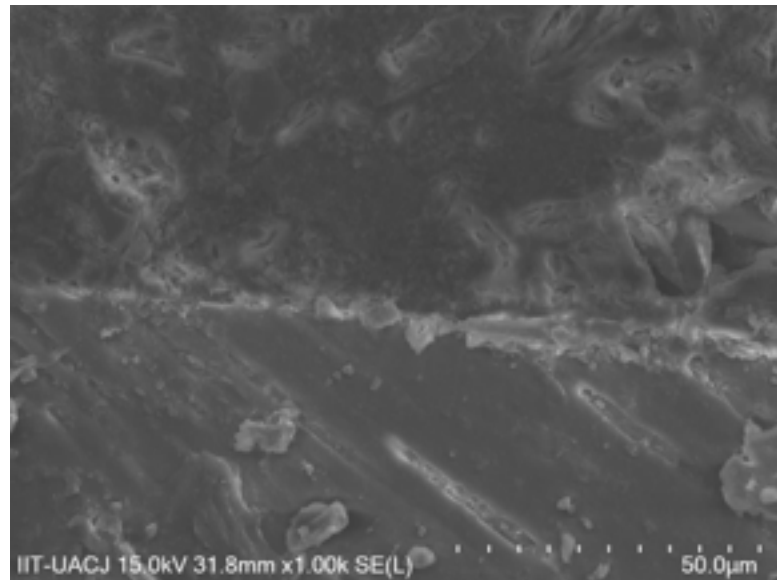


Figura 4. Micro fotografía al MEB 1000x. Grupo 1. Corte longitudinal acercamiento de la imagen anterior en donde se observa la intensa adaptación marginal entre el Centrion N. (arriba), adhesivo y la dentina (abajo) con la utilización del adhesivo dentinario.

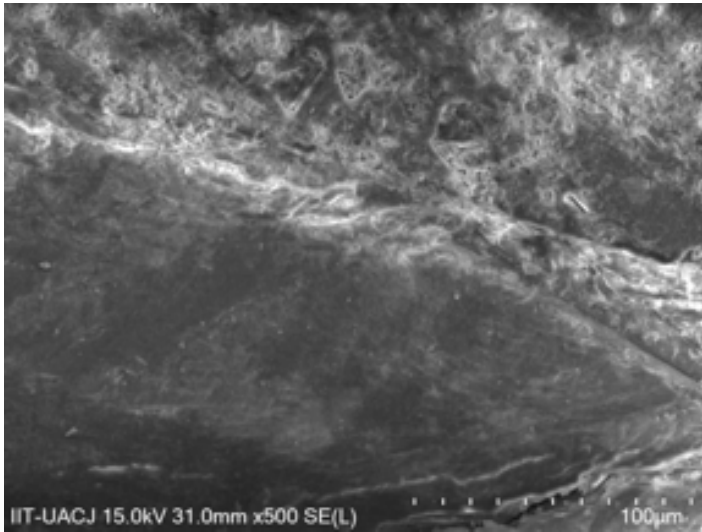
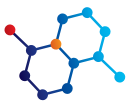


Figura 5. Microfotografía al MEB-EC 500x. Grupo 2. Corte longitudinal en donde se observa la cerrada adaptación marginal entre el esmalte (abajo) y el material de restauración Cention N. (arriba) En unión al esmalte, a 500 aumentos, sin adhesivo.

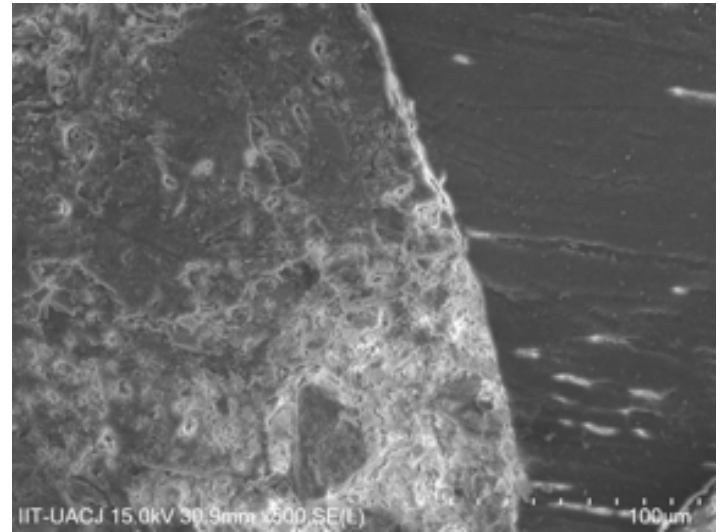


Figura 7. Microfotografía al MEB-EC 500x. Grupo 2. Se aprecia excelente adaptación marginal entre la dentina (derecha) y el material de restauración Cention N. (izquierda) y la hibridación.

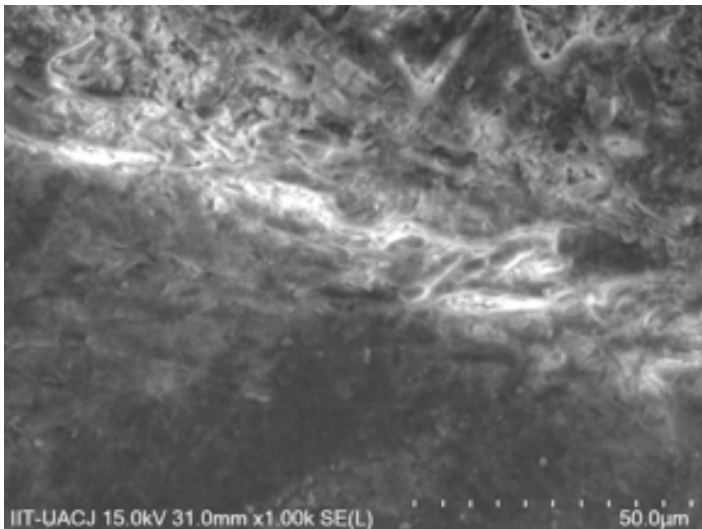


Figura 6. Microfotografía al MEB-EC 1000x. Grupo 2. Acercamiento de la imagen anterior. Se observa la adaptación marginal entre el esmalte (abajo) y el material de restauración Cention N. (arriba) de tal magnitud que no se puede definir la unión entre los diferentes materiales debido a la hibridación que se forma entre ambos.

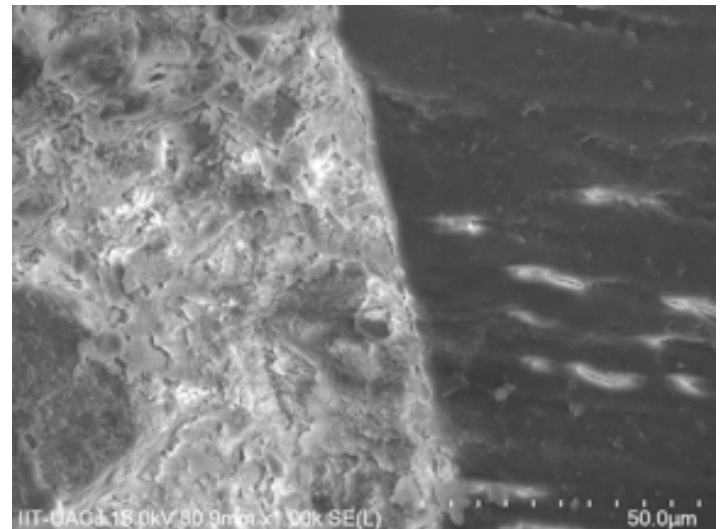


Figura 8. Microfotografía al MEB-EC 1000x. Grupo 2. Acercamiento de la imagen anterior. La adhesión del material de restauración se da por la hibridación y la fusión molecular en las primeras micras de la superficie dentinaria.

Con respecto a la adaptación marginal con la dentina, se encontró que el Akasite se adaptó totalmente al interior de la cavidad con lo que mostro una excelente adaptación a la dentina y una fina hibridación entre los dos materiales. (Figura 7 y 8)

Discusión

La hibridación es la unión mecánica del alkasite o adhesivo con el esmalte o la dentina que forma un elemento distinto del esmalte o de las fibras colágenas de la dentina. De esta manera se logra la retención y sellado marginal de estas restauraciones adhesivas. El presente estudio de investigación bajo el microscopio electrónico de barrido nos ha dado evidencias de la formación de una hibridación de los alkasites, pudiendo definir las características de unión para cada grupo.

El sellado perfecto es todavía difícil de alcanzar, pero se ha observado que estos nuevos materiales, han mejorado su unión con el esmalte y la dentina. En este estudio de investigación, se demostró que se obtienen los mismos resultados en adaptación marginal colocando o no el adhesivo universal.



A la fecha se han encontrado algunas variables que son directamente responsables de resultados indeseables, como la complejidad de la manipulación de los sistemas, la variabilidad del esmalte y la dentina, así como los diferentes sustratos, defectos propios de los alcasites, además de otros factores como la absorción y pérdida de agua, también los cambios de temperatura a los que se expondrán las restauraciones. Estas variables son algunos de los elementos que podrían contribuir al fracaso de la adhesión, sellado e integridad de la interface^{16,17}.

Estos alcasites son colocados en un solo incremento, a pesar de los resultados negativos sobre estas nuevas resinas,^{16,17,18,19,20-22} este material también tiene esta técnica de obturación, a pesar de esta adversidad presentó buena adaptación marginal y menor contracción al endurecer, en los resultados en el MEB. Se tendrán que observar mas estudios a estos nuevos materiales, además se debe de observar su comportamiento clínico a más años.

Presentan dos grandes ventajas como materiales de obturación, la principal es que son materiales bioactivos² y su resistencia flexural²³.

La resistencia flexural y el módulo de elasticidad fueron comparados a las resinas de llenado a granel y se mantuvieron hasta tres meses en condiciones neutras y ácidas²⁴. Esto último sugiere una buena estabilidad mecánica. Tienen otras propiedades que ya se han explicado.

En los dos grupos, tanto en unión a esmalte y dentina, ya sea con colocación de adhesivo o no presentaron buena adaptación marginal y formación de capa híbrida, excepto en la unión a esmalte colocando adhesivo presento pequeños gaps, que por su tamaño son insignificantes por la medición que se encontraron en nanómetros.

Conclusión

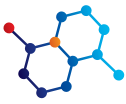
La literatura de este material explica que cuando la cavidad tenga retención, no se coloca adhesivo y cuando la cavidad no este retentiva se colocara adhesivo. En este estudio de MEB se demostró, que tanto esmalte y dentina tienen excelente adaptación marginal, ya sea colocando adhesivo o no. Por lo tanto se concluye que se pueden elegir cualquiera de las dos técnicas. Esto no restringe su cualidad bioactiva.

Conflictos de interés

Este estudio de investigación demostró, que el material a base de Alcasites presento excelente adaptación marginal al esmalte y dentina con o sin la utilización de adhesivo dentinario.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo económico de CONACYT mediante la concesión INFR-2016-01/269533 por medio de la Universidad Autónoma de Cd. Juárez a través del instituto de Ingeniería y Tecnología, Departamento de Física y Matemáticas.



REFERENCIAS

1. Moszner N, Fischer U K, Angermann J, Rheinberger V. A partially aromatic urethane dimethacrylate as a new substitute for Bis-GMA in restorative composites. *Dental Materials* 2008; 24: 694-699.
2. Featherstone J D B. Prevention and reversal of dental caries: role of low level fluoride. *Community Dent Oral Epidemiology* 1999; 27: 31-40.
3. Zero DT, Raubertas RF, Fu J, Pederson AM, Hayes AL, Featherstone JCB. Fluoride concentrations in plaque, whole saliva, and ductal saliva after application of home-use topical fluorides. *J. Dent Res* 1992; 71 (11): 1768-1775.
4. Fischer C, Lussi A, Hotz P. Kariostatische Wirkungsmechanismen der Fluoride. Eine Übersicht. *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* 1995; 105 (3): 311-317.
5. Borges FT, Campos WR, Munari LS, Moreira AN, Paiva SM, Magalhães CS. Cariostatic effect of fluoride-containing restorative materials associated with fluoride gels on root dentin. *J Appl Oral Sci.* 2010 Sep-Oct;18(5):453-60.
6. Balzar Ekenbäck S, Lars Linder E, Sund EM, Lönnies H. Effect of fluoride on glucose incorporation and metabolism in biofilm cells of *Streptococcus mutans*. *Eur J Oral Sci.* 2001; 109: 182-186.
7. Loveren C van. The antimicrobial action of fluoride and its role in caries inhibition. *J. Dent Res.* 1990; 69: 676-681.
8. Schenck L, Burtscher P, Vogel K, Weinhold H-C. Major breakthrough in the field of direct posterior composite resins - thanks to the combined use of Tetric EvoCeram Bulk Fill and Bluephase Style. *Special Feature DZW.* 2011; 38/11 3-15
9. Burtscher P, Rheinberger V. Germanium based photoinitiator as an alternative to camphorquinone/amine. *IADR abstract* 2008; 1611
10. Moszner N, Fischer U, Ganster B, Liska R, Rheinberger V. Benzoyl germanium derivatives as novel visible light photoinitiators for dental materials. *Dent Mater.* 2008. Jul 24 (7) 901-7
11. Heintze SD. Clinical relevance of tests on bond strength, microleakage and marginal adaptation. *Dent Mater.* 2013 Jan; 29 (1): 59-84. doi: 10.1016/j.dental.2012.07.158. Epub 2012 Aug 21.
12. Skudutyte-Rysstad R, Tveit AB, Espelid I, Kopperud SE. Posterior composites and new caries on adjacent surfaces – any association? Longitudinal study with a split-mouth design. *BMC Oral Health* 2016; 16:11.
13. NOM-013-SSA2-1994. Modificación a la Norma Oficial Mexicana, para la prevención y control de enfermedades bucales. *Diario oficial de la federación*, 21, Enero de 1999.
14. González J. Los valores bioéticos y la relación médico paciente. *Revista de la Comisión Nacional de Arbitraje Médico (CONAMED).* 1998; 3: 9.
15. Estrela C. Metodología científica, ensino e pesquisa em odontologia. Sao Paulo: Ed. Artes Médicas Divisão Odontológica; 2001. p. 223- 249.
16. Leprince JG, Palin WM, Vanacker J, Sabbagh J, Devaux J, Leloup G. Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *J Dent* 2014; 42(8): 993-1000.
17. Tiba A, Zeller G, Estrich C, Hong A. A laboratory evaluation of bulk-fill versus traditional multi increment fill resin-based composites. *ADA Professional Product Review.* 2013; 8(3):13-26.
18. Rodríguez D, Pereira N. Evolución y tendencias actuales en Resinas Compuestas. *Act Odont Venez* 2008;46(3):381-92.
19. Álvarez R. Descripción de la adaptación a tejidos dentarios del sistema de resina compuesta SonicFill (Kerr) y un material de restauración de resina compuesta convencional [citado 24 de abril. 2015]. <http://www.repositorio.uchile.cl/handle/2250/112719>.
20. Braga RR, Ballester RY, Ferracane JL. Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: a systematic review. *Dent Mater* 2005; 21(10): 962-970.
21. Park J, Chang J, Ferracane J, Lee IB. How should composite be layered to reduce shrinkage stress: incremental or bulk filling? *Dent Mater* 2008; 24(11): 1501-1505
22. Versluis A, Douglas WH, Cross M, Sakaguchi RL. Does an incremental filling technique reduce polymerization shrinkage stresses? *J Dent Res* 1996; 75(3): 871-878.
23. Heintze S, Zimmerli B. Relevanz von In-Vitro-Untersuchungen von Adhäsiv- und Kompositmaterialien. Eine Übersicht in 3 Teilen. Teil1: Zulassungsanforderungen und standardisierte Prüfungen nach ISO von Kompositmaterialien. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2011. Vol 121 9/201
24. Nicoleta Ilie. Comparative Effect of Self- or Dual-Curing on Polymerization Kinetics and Mechanical Properties in a Novel, Dental-Resin-Based Composite with Alkaline Filler. Running Title: Resin-Composites with Alkaline Fillers. *Journals Materials* 2018, 11, 108; doi:10.3390/ma11010108.