

Universidad Autónoma de Baja California

Facultad de Odontología Tijuana

Especialidad en Odontología Pediátrica



**Remineralización del esmalte adyacente e integridad marginal con
alkasite y giómero en hipomineralización, *in vitro* y Caso clínico.**

Trabajo terminal para obtener el DIPLOMA de
ESPECIALIDAD EN ODONTOLOGÍA PEDIÁTRICA

PRESENTA

Valeria Dominguez Sandoval

DIRECTOR

Dra. Irma Alicia Verdugo Valenzuela

SINODAL

MC Betsabé De La Cruz Corona

SINODAL

Dr. Julio César García Briones

SINODAL

Dra. María Fernanda Araiza Verduzco

Tijuana, Baja California, a 25 de octubre de 2023

**Comité de Estudios de Posgrado
Presente**

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **Remineralización del esmalte adyacente e integridad marginal con alkasite y giómero en hipomineralización, *in vitro* y Caso Clínico.**

Propuesto por la **CD Valeria Dominguez Sandoval**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

ATENTAMENTE


Dra. Irma Alicia Verdugo Valenzuela
Director

Ccp.- Archivo.

Tijuana, Baja California, a 30 de octubre de 2023

**Comité de Estudios de Posgrado
Presente**

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **Remineralización del esmalte adyacente e integridad marginal con alkasite y giómero en hipomineralización, *in vitro* y Caso Clínico.**

Propuesto por la **CD Valeria Dominguez Sandoval**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

ATENTAMENTE



MC Betsabé De La Cruz Corona
Sinodal

Ccp.- Archivo.

Tijuana, Baja California, a 30 de octubre de 2023

**Comité de Estudios de Posgrado
Presente**

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **Remineralización del esmalte adyacente e integridad marginal con alkasite y giómero en hipomineralización, *in vitro* y Caso Clínico.**

Propuesto por la **CD Valeria Dominguez Sandoval**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

ATENTAMENTE


Dr. Julio Cesar Garcia Briones
Sinodal

Ccp.- Archivo.

Tijuana, Baja California, a 27 de octubre de 2023

**Comité de Estudios de Posgrado
Presente**

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **Remineralización del esmalte adyacente e integridad marginal con alkasite y glómero en hipomineralización, *in vitro* y Caso Clínico.**

Propuesto por la **CD Valeria Dominguez Sandoval**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

ATENTAMENTE



Dra. María Fernanda Araiza Verduzco
Sinodal

Ccp.- Archivo.

Agradecimientos

Agradezco a todos los docentes que fueron parte de mi proceso de formación durante estos dos años, cada uno aportó un grano de arena a las lecciones académicas aprendidas; desde el propedéutico, laboratorios y teorías hasta la clínica.

A la Dra. Betsabé de la Cruz Corona, que fungió como docente y coordinadora durante el primer año de mi formación, a quien admiro su capacidad para adaptarse a los cambios provocados por la pandemia; le agradezco darme la oportunidad de desarrollarme como especialista y por todas sus enseñanzas.

A la Dra. Lucrecia Arzamendi Cepeda le agradezco por compartir su invaluable experiencia, conocimientos y su motivación para seguir adelante.

A la Dra. Irma Alicia Verdugo Valenzuela le agradezco infinitamente el haber compartido con gran energía e interés sus conocimientos, experiencias y por plantar en mí, una semilla de conocimiento que ha crecido, acompañada de un deseo de seguir aprendiendo siempre. Gracias por su paciencia, consejos, bromas y anécdotas que alegraban el día.

A mis colegas, ahora amigos, agradezco con todo mi corazón todas las risas que pasamos juntos, hemos recolectado muchas memorias juntos, así también agradezco su apoyo en los tiempos de adversidad, la compañía, paciencia, ayuda y las porras.

Dedicatoria

A mis padres, Patricia Sandoval Ramírez y Ramón Dominguez Delgadillo, han sido mi mayor inspiración, motivación, pilar y maestros de vida; les dedico este trabajo con mucho amor, gracias por confiar en mí, aún en los momentos en que yo no lo hice, por darme su cariño, apoyo, valores y paciencia.

Resumen

Introducción: la hipomineralización molar-incisivo es una condición en la calidad del esmalte que afecta por lo menos a uno de los primeros molares permanentes y se presenta con opacidades en incisivos permanentes, el esmalte hipomineralizado es deficiente en contenido mineral, por lo que tiene una superficie porosa con dureza reducida. Debido a la complejidad de restaurar estos molares, se buscan materiales que brinden remineralización del esmalte defectuoso. La Fluorescencia Cuantitativa Inducida por Luz ha demostrado ser una herramienta útil para medir la remineralización. La integridad marginal se puede medir con el criterio de Ryge, éste clasifica en tres categorías el estado de la restauración. El objetivo del presente estudio fue comparar la remineralización e integridad marginal entre alkasite y giómero en premolares hipomineralizados, *in vitro*. **Método:** se seleccionaron 60 premolares humanos extraídos, fueron desmineralizados y restaurados con alkasite y giómero. Posteriormente se midió la Fluorescencia Cuantitativa Inducida por Luz con DIAGNOdent. Se reservaron en envases herméticos con saliva artificial con pH 7 e incubados a 37°C. Se evaluó la densidad mineral y la integridad marginal. **Resultado:** hubo aumento de la densidad mineral en alkasite y en giómero con diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.0001$) del día 0 al día 28, sin diferencia intergrupo ($p = 0.810$); regresando al nivel inicial (día 0) en el mes 6, al 9 y 12, sin diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.05$) intragrupo en intergrupo; las restauraciones se mantuvieron íntegras al terminar los 12 meses, sin diferencia entre los grupos ($p = 0.986$). **Conclusión:** la densidad mineral aumentó en ambos grupos en los primeros 28 días, comenzó a disminuir desde el mes 6 hasta el 12. No existió diferencia estadísticamente significativa entre alkasite y giómero, ambos materiales mantienen la integridad marginal hasta los 12 meses.

Abstract

Introduction: Molar-incisor Hypomineralization is a condition in the quality of the enamel that affects at least one of the first permanent molars and presents with opacities in permanent incisors. Hypomineralized enamel is deficient in mineral content, so it has a porous surface with reduced hardness. Due to the complexity of restoring these molars, materials are sought that provide remineralization of the defective enamel. Quantitative Light Induced Fluorescence has proven to be a useful tool for measuring remineralization. Marginal integrity can be measured with the Ryge criterion, which classifies the state of the restoration into three categories. The objective of the present study was to compare remineralization and marginal integrity between alkasite and giomer in hypomineralized premolars, in vitro. **Method:** 60 extracted human premolars were selected, demineralized, and restored with alkasite and Giomer. Subsequently, Quantitative Light Induced Fluorescence was measured with DIAGNOdent. They were stored in airtight containers with artificial saliva with pH 7 and incubated at 37°C. Mineral density and marginal integrity were evaluated. **Result:** there was an increase in mineral density in alkasite and giomer with a statistically significant difference ($p < 0.0001$) from day 0 to day 28, without intergroup difference ($p = 0.810$); returning to the initial level (day 0) in month 6, 9 and 12, without statistically significant difference ($p > 0.05$) intragroup or intergroup; The restorations remained intact at the end of the 12 months, with no difference between the groups ($p = 0.986$). **Conclusion:** the mineral density increased in both groups in the first 28 days, it began to decrease from month 6 to 12. There was no statistically significant difference between alkasite and giomer, both materials maintain marginal integrity up to 12 months.

ÍNDICE

1.	Introducción	1
2.	Planteamiento del problema	18
3.	Justificación	20
4.	Hipótesis	22
5.	Objetivos	23
6.	Materiales y Métodos	24
7.	Resultados	43
8.	Discusión	54
9.	Conclusiones	56
10.	Recomendaciones	57
11.	Caso Clínico	58
12.	Referencias	76
13.	Anexos	81

Introducción

La presente investigación se enfoca en la diferencia de remineralización del esmalte adyacente y la integridad marginal en molares hipomineralizados restaurados con el alcasite Cention N® (Ivoclar Vivadent Shaan Liechstein) y el giómero BEAUTIFIL-II (Shofu, Kyoto, Japan). La problemática principal de la Hipomineralización Molar-Incisivo es la dificultad para restaurar estos dientes debido a la porosidad del esmalte que se presenta en los molares e incisivos afectados. A pesar de la gran variedad de materiales restauradores en el mercado, hoy en día es un reto para el odontólogo pediatra tomar decisiones clínicas con respecto a la elección del material adecuado y mejor plan de tratamiento. La necesidad de determinar y comparar la remineralización en el esmalte adyacente e Integridad Marginal (IM) en los molares obturados con los materiales mencionados, surge del interés de rehabilitar con tratamientos menos invasivos para los molares que sufren de este defecto, así como determinar la integridad marginal de los materiales utilizados a corto, mediano y largo plazo. Para esto se realizó un estudio experimental *in vitro*, donde para la selección de la muestra se obtuvieron piezas dentales premolares permanentes humanas extraídas.

Antecedentes

Diversos autores han investigado la relación entre la remineralización de materiales liberadores de flúor, también se ha investigado la integridad marginal de las restauraciones a lo largo de un periodo de tiempo, a continuación, se presentan algunos comentarios respecto a las investigaciones:

Clift F, 2021. *Artificial methods for the remineralization of hydroxyapatite in enamel.* (Métodos artificiales para la remineralización de hidroxiapatita en el esmalte). Esta revisión es un análisis de técnicas relevantes para la mineralización de hidroxiapatita (HAP) en el esmalte. Conclusiones: Cuando intentaron recrear la estructura del esmalte se encontraron con tres dificultades, la primera es que tienen que imitar la alta densidad del esmalte, segundo que tienen que crear un tratamiento que repare las cavidades dentales, antes de que la infección proliferare. Los tratamientos con proteínas y péptidos pueden resolver estos problemas, pero su radio de mineralización es muy bajo para reemplazar rellenos sintéticos en caries extensas. Se necesita que exista una exposición a los iones mantenida por semanas para que pueda existir una reparación significativa. Los investigadores están muy cerca de crear métodos que regeneren el esmalte de manera artificial, pero ninguno se aplica clínicamente.¹

Kim MJ. et al., 2021 *Enamel Demineralization Resistance and Remineralization by Various Fluoride-Releasing Dental Restorative Materials* (Resistencia a la Desmineralización del Esmalte y Remineralización por diversos materiales de restauración dental que liberan fluoruro) El objetivo de este estudio fue investigar la resistencia de diversos materiales restauradores liberadores de fluoruro contra la desmineralización y remineralización de las superficies del esmalte, incluidos aquellos

que se han introducido recientemente en el mercado. Se consideraron tres materiales restauradores liberadores de fluoruro diferentes: ionómero de vidrio, ionómero de vidrio modificado con resina y un material restaurador alcasite. La capacidad de neutralización del ácido se investigó mediante medición del pH y se midieron las concentraciones de iones de fluoruro y calcio liberados. Finalmente, se observaron los efectos de la resistencia a la desmineralización y la remineralización del esmalte utilizando un probador de microdureza. Cention mostró un aumento sustancial inicial en el pH seguido de un aumento constante, con valores superiores a los de los otros grupos ($p < 0,05$).²

Rusnac ME, et al., 2019. *Giomers in dentistry - at the boundary between dental composites and glass-ionomers*. (giómeros en odontología- el límite entre resinas compuestas y ionómeros de vidrio). Revisión de la literatura disponible sobre los giómeros, en cuanto a su composición química, propiedades de manipulación y estética, adhesión y microfiltración, liberación de fluoruro y protección ofrecida, indicaciones clínicas.³

Naz F, et al., 2021. *Comparative evaluation of mechanical and physical properties of a new bulk-fill alcasite with conventional restorative materials*. (Evaluación comparativa de las propiedades mecánicas y físicas de un nuevo alcasite en bloque con materiales restaurativos convencionales). Se utilizaron premolares extraídos de humanos para investigar la resistencia al corte. La rugosidad de la superficie tridimensional se evaluó antes y después de los ciclos de simulación de masticación (50.000). Las muestras se fatigaron mecánicamente utilizando un simulador de masticación y se investigaron con un microscopio electrónico de barrido con el propósito de obtener el rendimiento físico y

mecánico del material restaurador (alkasite) y se comparó con el cemento de ionómero de vidrio y compuestos nano híbridos.⁴

Bassir L, et al., 2017. *The Effect of Mlpaste Plus and Reminpro on Incipient Caries Using DIAGNOdent and SEM: An in vitro Study.* (El efecto de Mlpaste Plus y Reminpro en caries incipientes usando DIAGNOdent y MEB: Estudio *in vitro*). En 15 muestras de primeros premolares maxilares con esmalte sano y 15 muestras de primeros molares mandibulares primarios bajo el efecto de un gel desmineralizante, se ha creado caries dental artificial. Las muestras están divididas en 3 grupos de 20. Después de realizar los ciclos de desmineralización y remineralización durante 5 semanas, las muestras fueron medidas con DIAGNOdent y dos muestras de cada grupo se compararon con Microscopio Electrónico de Barrido.⁵

Marin LM et al., 2022. *Engineered Salivary Peptides Reduce Enamel Demineralization Provoked by Cariogenic S. mutans Biofilm* (Péptidos salivales diseñados reducen la desmineralización del esmalte provocada por la biopelícula cariogénica de S. mutans) En este estudio, evaluaron el efecto de los péptidos salivales diseñados DR9-DR9 y DR9-RR14 sobre la desmineralización del esmalte en dos condiciones experimentales: (1) absorbidos en la superficie del esmalte formando el AEP y (2) formando el AEP combinado con sus usos para tratar las biopelículas 2 veces al día, utilizando un modelo de biopelícula *in vitro* cariogénico validado de Streptococcus mutans.⁶

Wierichs R., et al., 2016 *Re- and Demineralization Characteristics of Enamel Depending on Baseline Mineral Loss and Lesion Depth in situ.* (Características de remineralización y desmineralización del esmalte según la pérdida mineral inicial y la

profundidad de la lesión in situ). El objetivo de este estudio doble ciego, aleatorizado, cruzado in situ fue evaluar la remineralización y la desmineralización características del esmalte sano, así como de esmalte poco desmineralizado y lesiones del esmalte similares a caries altamente desmineralizadas después de la aplicación de diferentes compuestos de fluoruro.⁷

Alhamed A, et al., 2020. *Effect of different remineralizing agents on the initial carious lesions – A comparative study* (Efecto de diferentes agentes remineralizantes en las lesiones cariosas iniciales – Un estudio comparativo). Este estudio se enfocó en evaluar y comparar la efectividad de 3 diferentes agentes remineralizantes: pasta de fosfato tricálcico, barniz de flúor y gel de nano hidroxiapatita utilizando DIAGNOdent. Se realizó sobre 90 lesiones cariosas iniciales detectadas por los criterios diagnósticos de caries ICDAS y luego se tomó el registro basal mediante el dispositivo DIAGNOdent, se clasificaron en tres grupos según su tratamiento con pasta de fosfato tricálcico, barniz de fluoruro y gel de nano hidroxiapatita. Los agentes de remineralización fueron aplicados durante 4 minutos, una vez a la semana durante 4 semanas. Después de la quinta semana, los registros de DIAGNOdent para lesiones cariosas iniciales fueron recolectados para evaluar el efecto de los agentes remineralizantes. Fue utilizado una prueba t de Student pareada para comparar entre la fecha de referencia y seguimiento. Fue utilizado el examen de Hoc Tukey para determinar la diferencia significativa entre dos grupos. En los resultados hubo una diferencia significativa entre las puntuaciones basales y de seguimiento, múltiples comparaciones entre cada dos grupos mostraron una diferencia estadísticamente significativa en los registros de seguimiento y la nano hidroxiapatita fue la mejor de ellas.⁸

Alfeel J, et al., 2021. *Evaluating the effect of Clinpro Tooth Creme on remineralization of pre-carious White Spot Lesions in anterior primary teeth: Randomized controlled clinical trial* (Evaluando el efecto de la crema dental Clinpro en la remineralización de lesiones blancas en dientes primarios anteriores: un ensayo clínico aleatorizado). Se incluyeron 84 dientes con lesiones de manchas blancas en 18 niños de tres a cinco años, sin decoloración amarilla o marrón, cavidades de caries o defectos de desarrollo, y dieron el valor de 5 a 17 cuando se midieron con DIAGNOdent, se aplicó Clinpro Tooth Creme durante 3 minutos después de limpiar y secar cada diente. La intensidad de la fluorescencia del láser se midió con DIAGNOdent antes de cada aplicación y 10 minutos después. El cambio de apariencia clínica se evaluó calculando la relación entre el área de la lesión de mancha blanca y el área total de la superficie bucal de cada diente usando AutoCAD 2015. Los resultados fueron analizados estadísticamente usando los exámenes de MannWhitney y Kruskal-Wallis. Los análisis estadísticos mostraron que había una importante diferencia significativa entre los valores de Diagnodent del grupo de Clinpro y el otro grupo, pero no cambios significativos en el radio del área de las lesiones de mancha blanca en el área total de la superficie bucal del diente. Clinpro Tooth Crème mejoró la remineralización de las manchas blancas, pero no mejoró el aspecto clínico tras su aplicación con el protocolo utilizado.⁹

Miletic V, et al., 2016. *Local deformation fields and marginal integrity of sculptable bulk-fill, low-shrinkage and conventional composites* (Campos de deformación local e integridad marginal en composites de volumen completo moldeable, de baja contracción y convencionales). Su objetivo fue comparar la deformación y desplazamiento de relleno, se obturaron con (Filtek Bulk Fill Posterior, 3M ESPE; Tetric EvoCeram Bulk Fill, Ivoclar

Vivadent; reforzado con fibra EverX Posterior, GC; giómero Beautifil Bulk, Schofu), de baja contracción (Kalore, GC), nanohíbrido (Tetric EvoCeram, Ivoclar Vivadent) o composites microhíbridos (Filtek Z250, 3M ESPE). La deformación y el desplazamiento se determinaron utilizando el método de correlación de imágenes digitales 3D basado en dos cámaras con una sensibilidad de desplazamiento de 1 μm y una resolución de 1600x1200 píxeles (Aramis, GOM). La microfiltración a lo largo de las paredes de la cavidad gingival y axial de la dentina se midió con un estereomicroscopio utilizando un conjunto de dientes diferente (n=8/grupo). Los datos se analizaron mediante análisis de varianza con la prueba de Tukey, la correlación de Pearson y la prueba t en pares ($\alpha = 0,05$). Resultados: la tensión de TEC Bulk, Filtek Bulk, Beautifil Bulk y Kalore estuvo en el rango de 1 a 1,5%. EverX y los de control mostraron una deformación del 1,5 al 2%. Los desplazamientos axiales estaban entre 5 μm y 30 μm . La menor deformación se identificó a 2 mm por debajo de la superficie oclusal en compuestos de 4 mm, pero no en capas de 2 mm. Se produjo una mayor microfiltración a lo largo de la pared gingival que en la axial ($p < 0,05$). No se encontró correlación entre deformaciones/desplazamientos y microfiltración axialmente ($r^2 = 0.082$, $p = 0.821$; $r^2 = -0.2$, $p = 0.605$, respectivamente) o gingivalmente ($r^2 = -0.126$, $p = 0.729$, $r^2 = -0.278$, $p = 0,469$, respectivamente) la microfiltración a lo largo de las paredes de la cavidad gingival y axial de la dentina se midió con un microscopio estereoscópico. Significativamente la deformación, fue comparable a la de los composites de control, pero la distribución de la deformación a lo largo de la restauración y la profundidad difería. La integridad marginal estaba más comprometida a lo largo de la encía que la axial.¹⁰

Khalid H, et al. 2021. *Characterization of a Bioactive SiO₂-CaO-CaF₂-Na₂O Glass Used in Composites* (Caracterización de un vidrio bioactivo SiO₂-CaO-CaF₂-Na₂O usado en composites), su objetivo fue comparar la liberación de los iones, cambios en el pH y la formación de apatita de un vidrio bioactivo libre de fosfato, se sintetizó un vidrio de SiO₂-CaO-CaF₂-Na₂O por una ruta de fusión con una composición cercana a el vidrio reactivo del compuesto comercial Cention N, después se realizó una inmersión en tres medios: Saliva artificial pH4 (AS4) Saliva artificial pH7 (AS7) y en Saliva artificial pH 6.5 alta en fosfato (AS6.5). La liberación del flúor y pH fueron medidos utilizando un medidor de pH y un electrodo selectivo de iones. La concentración de Ca, P, Na y Si fueron medidos por Espectroscopía de Emisión Atómica con Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-OES). Los polvos de vidrio después de su inmersión fueron caracterizados por Transformación Infrarroja de Fourier (FTIR), difracción de rayos X en polvo y Magic angle spinning nuclear magnetic resonance (F MAS- NMR). Los resultados demostraron la habilidad del vidrio de incrementar el pH y formar fluorapatita en un medio que contenía fosfato lo que puede explicar la baja incidencia de caries dental secundaria encontrada en el composite comercial.¹¹

Kelic K, et al., 2020. *Fluoride-Releasing Restorative Materials: The Effect of a Resinous Coat on Ion Release* (Materiales restaurativos liberadores de flúor: El efecto de una capa resinosa en la liberación de iones). Determinar el efecto de dos sistemas adhesivos y una resina de revestimiento de ionómero de vidrio sobre la liberación de fluoruro y los cambios de pH concurrentes durante un período de 168 días. Material y métodos: Se investigaron cuatro materiales restauradores: un giómero Beautiful II, un material “alkasite” Cention, un composite convencional Filtek Z250 y un cemento de

ionómero de vidrio Fuji IX Extra. Las muestras de composite fotopolimerizables se recubrieron con G-aenial Bond y Clearfil Universal Bond Quick. Las muestras de ionómero de vidrio se recubrieron usando GC Fuji Coat LC. Se utilizaron muestras sin recubrimiento como referencias. Se midió la liberación cuantitativa de fluoruro y los cambios de pH después de 1 h, 24 h, 2 días, 7 días, 28 días, 84 días y 168 días. Resultados: La liberación acumulada de fluoruro después de 168 días aumentó para las muestras sin recubrimiento en el siguiente orden: Filtek Z250 <Beautifil II <Cention <Fuji IX Extra. Se midió una liberación de fluoruro comparativamente más baja para los composites recubiertos con Clearfil Universal Bond Quick, con valores acumulativos después de 168 días que aumentaron en el siguiente orden: Filtek Z250 <Beautifil II <Cention. Los composites recubiertos con G-aenial Bond mostraron una menor liberación de fluoruro en comparación con las muestras sin recubrimiento, con valores acumulativos que aumentaron en el siguiente orden: Filtek Z250 <Beautifil II <Cention. Los composites recubiertos con G-aenial Bond mostraron valores de pH en el rango ácido (4.4-5.7) después de 1 h y 24 h. Conclusión: la liberación de flúor difirió entre los materiales de restauración investigados y dependió del uso de adhesivos y recubrimientos dentales.¹²

Existen muchos defectos del desarrollo del esmalte en los que se ven afectados diferentes aspectos del esmalte de los dientes, como su dureza, color, translucidez. Por esto se tiene la constante necesidad de encontrar nuevos materiales y técnicas que aporten a los molares hipomineralizados un tratamiento restaurador funcional, estético, remineralizante, que mantenga su integridad física por un largo periodo de tiempo.

Esmalte Dental

El esmalte dental es la sustancia más dura del cuerpo humano y sirve como capa exterior resistente al desgaste de la corona dental. Forma una barrera que protege el diente de fuerzas físicas, térmicas y químicas. Sus propiedades se derivan de su estructura y composición, los defectos de desarrollo o las influencias ambientales que afectan la estructura del esmalte provocan cambios en su opacidad y/o color. El tejido del esmalte carece de células, así que una vez mineralizado ya no se remodela, en comparación con el hueso, las alteraciones del esmalte tienen un alto impacto.¹³

El proceso de formación del esmalte se conoce como amelogénesis. Las proteínas de la matriz del esmalte son secretadas por los ameloblastos en el espacio del esmalte y luego son degradadas y eliminadas proteolíticamente. Los ameloblastos regulan la formación de un material inorgánico a base de hidroxapatita dentro del espacio del esmalte. El esmalte formado tiene una apariencia prismática característica compuesta de varillas, cada una formada por un solo ameloblasto y que se extiende desde la unión amelodentinaria hasta la superficie del esmalte.¹³

Existen proteínas específicas que tienen gran importancia en la formación del esmalte, estas se encuentran en la matriz proteínica que cambia constantemente de abundancia y composición. El alto contenido de fosfato de calcio (95%) en dientes adultos saludables es logrado mediante la mineralización de la matriz proteínica.¹⁴

Hipomineralización Molar-Incisivo

La hipomineralización molar-incisivo es una condición dental del desarrollo que se presenta en la infancia. Áreas de esmalte pobremente formado afectan a uno a más

primeros molares permanentes y pueden causar opacidades en los dientes anteriores. HMI presenta una variedad de retos para el equipo dental, así como impactos funcionales y sociales para los niños afectados.¹⁵

Clínicamente la Hipomineralización Molar-Incisivo es caracterizada por opacidades asimétricas, bien delimitadas en los dientes afectados; los defectos pueden ocasionar una ruptura del esmalte que comúnmente se ha asociado a los defectos de color amarillo/marrón.¹⁶

Estudios han reportado un promedio de prevalencia global alrededor del 14.2%, oscilando entre el 11-18% dependiendo de la región geográfica. Comparado con el esmalte de un diente sano, el esmalte hipomineralizado es deficiente en contenido mineral, carece de organización, los prismas ensanchados y contenido de calcio reducido, pero alto contenido proteínico y de carbono, lo que ocasiona que tenga una superficie porosa con dureza reducida.¹⁷

Clasificación de Hipomineralización Molar-Incisivo

Determinar un diagnóstico definitivo de Hipomineralización Molar-Incisivo puede ser retador, particularmente en los niños que están pasando por la etapa de erupción de los primeros molares permanentes, por ello se debe tomar en cuenta diagnósticos diferenciales como amelogénesis imperfecta y fluorosis dental. Se han propuesto diferentes criterios para el diagnóstico, en el caso del Índice de tratamiento necesario para la Hipomineralización Molar incisivo por sus siglas en inglés (MIH-TNI).¹⁸

La clasificación del MIH-TNI se basa en los dos síntomas más importantes: hipersensibilidad y destrucción. Los hallazgos se recolectan visualmente con espejo, táctil con una sonda y secando con la jeringa triple.

Los valores de los índices son:

Índice 0 – No HMI, clínicamente libre de HMI.

Índice 1 – HMI sin hipersensibilidad, con defecto.

Índice 2 – HMI sin hipersensibilidad, con defecto.

- 2a: menor a 1/3 de extensión del defecto.
- 2b: mayor a 1/3, menor a 2/3 de extensión del defecto.
- 2c: mayor a 2/3 de extensión del defecto y/ o defecto cercano a la pulpa dental, extracción o restauración atípica.

Índice 3 HMI con hipersensibilidad, sin defecto.

Índice 4 HMI con hipersensibilidad, con defecto.

- 4a: menor a 1/3 de extensión del defecto.
- 4b: mayor a 1/3, menor a 2/3 de extensión del defecto.
- 4c: mayor a 2/3 de extensión del defecto y/ o defecto cercano a la pulpa dental, extracción o restauración atípica.¹⁸

Remineralización dental

Debido a que el esmalte dental carece de células vivas al finalizar su maduración, este no puede regenerarse por sí mismo. Parte del mecanismo de mineralización del

esmalte durante su formación incluye que en su matriz proteínica se utilizan diferentes proteínas que tienen funciones de absorber grandes cantidades de fosfato y calcio para exportar, regular el pH y controlar la endocitosis.¹⁹

Existe un intercambio de iones con otros que son similares en forma y carga, estos afectan la estabilidad y solubilidad de las estructuras dentales. Los iones hidróxido son desplazados por los iones de fluoruro, convierten la hidroxiapatita en fluorapatita y disminuye la solubilidad del esmalte. Los iones de carbonato sustituyen a los iones de fosfato, incrementando la solubilidad. El mayor efecto del fluoruro no es en el índice de la desmineralización, sino en el índice de la remineralización, el fluoruro actúa como un catalizador para la adición del fosfato y iones de calcio en la red de cristales e incrementa el crecimiento de cristales del esmalte. Esto ha demostrado inactivar lesiones cariosas mediante la mineralización de cavidades donde la bacteria cariogénica reside y así disminuir la severidad de la lesión.¹ Investigadores han encontrado que los iones de flúor mejoran diferentes métodos artificiales de regeneración del esmalte, por esto deben incluir fluoruro, para aumentar la velocidad y mejorar la estabilidad de los cristales formados a pesar de que no genere el c-axis de la hidroxiapatita.¹

Giómero

Los giómeros son una nueva clase de material híbrido que tiene como propósito incorporar lo mejor de las propiedades de la resina y de los ionómeros; tiene una matriz bis-GMA y rellenos de vidrio bioactivo, su polimerización es activada por luz y la consistencia puede ser fluida o convencional. Entre las propiedades del giómero BEAUTIFIL-II (Shofu, Kyoto, Japón) se resaltan la estética y manejo, este último es fácil en comparación con las resinas compuestas porque tienen alta flexibilidad; relevante a

la estética tiene color similar al esmalte, fluorescencia y translucidez, todo en conjunto logra imitar el color natural del diente y otras propiedades ópticas.³

El sistema de autoadhesión busca lograr un lazo impenetrable con la estructura dental para proteger a la cámara pulpar de estímulos negativos. En ocasiones se utilizan soluciones tópicas fluoradas para incrementar la protección antimicrobiana, sin embargo, esto sigue siendo estudiado en el caso de las restauraciones con giómero por la posibilidad de que afecten la fuerza de adhesión entre giómero y estructura dental e incremento de microfiltración. En restauraciones convencionales la clorhexidina es utilizada como desinfectante para evitar lesiones cariosas secundarias, sin embargo, esto también puede aumentar el riesgo de microfiltraciones. El vidrio bioactivo de la composición de los giómeros se disuelve en contacto con los fluidos biológicos, lo que permite una liberación de iones fosfato, flúor y calcio permitiendo la formación de apatita.³²

En el ámbito de la ortodoncia previene lesiones de mancha blanca y los fabricantes lo recomiendan para todo tipo de restauraciones, carillas directas, selladores de fasetas y fisuras, barniz en áreas expuestas hipersensibles. Los giómeros pueden verse afectados por hábitos dietéticos y procedimientos dentales, como consumo de bebidas ácidas, blanqueamiento dental y métodos profilácticos.³

Alkasite

Cention N (Ivoclar Vivadent, USA) es uno de los materiales con color a similar al diente e introducido recientemente, clasificado como alkasite, el cual ha sido designado como un subgrupo de materiales resinosos. Sin embargo, es capaz de liberar fluoruro,

calcio y iones de hidroxilo, resultando un material anticariogénico. Debido a su curado dual, puede ser usado como un material de relleno.⁴

El fabricante de Cention N ha comparado la mayoría de sus propiedades con los de amalgama y el ionómero de vidrio. Su dureza compresiva y durabilidad fueron comparadas con la amalgama y la liberación de fluoruro fue comparada con los CIV. En términos de estética, es superior a los CIV por su translucidez. Sin embargo, no se encontraron estudios donde haya sido comparado con otros materiales como composites basados en resina.¹¹

Es un material de obturación básico del color del órgano dental para restauraciones directas, es auto curable o con fotopolimerización adicional opcional, está disponible en el tono de órgano dental A2, es radiopaco y libera iones de fluoruro, calcio e hidróxido, se puede utilizar como un material de reemplazo de volumen completo (bulk fill).²⁰

La fotopolimerización opcional se realiza con luz azul en el rango de longitud de onda de aproximadamente 400-500 nm, por lo tanto, toda la luz de polimerización estándar se puede utilizar para curar el material.²⁰

Cention N® (Ivoclar Vivadent, Schaan Liechtenstein) consiste en un polvo y un líquido empaquetados por separado que se mezclan a mano directamente antes de usar, se utiliza una cucharada de polvo por una gota de líquido, el líquido comprende de di metacrilatos e iniciadores, mientras que el polvo contiene varios rellenos de vidrio, pigmentos, está diseñado para restaurar piezas dentales temporales deciduas y para restauraciones permanentes de una clase I, II o V.²¹

No se realiza ningún grabado con ácido fosfórico cuando se usa sin adhesivo, sin embargo, se puede utilizar con o sin adhesivo, si se usa sin adhesivo se requiere una preparación con cortes, similar a la que se usa para una amalgama y en el esmalte los márgenes no deben de estar biselados. Si se usa con un adhesivo, se prepara la cavidad mediante la técnica de mínima invasión.²¹

Fluorescencia Cuantitativa Inducida por Luz

Estudios han demostrado que puede utilizarse DIAGNOdent como una valiosa herramienta clínica para detectar la remineralización y monitorear el progreso de la remineralización de una lesión determinada.²² El principio físico de este dispositivo se basa en la en la variación de la fluorescencia de la hidroxiapatita y metabolitos de las bacterias de la caries (principalmente compuestos de porfirina) excitadas por luz con una longitud de onda de 655 nm que lo hacen fluorescente.²³

Cuando existe una lesión cariosa, un aumento de la dispersión de la luz se traduce en un valor numérico escala que va de 0 a 99. La pérdida de las imágenes de fluorescencia se puede cuantificar en relación con el tejido sano adyacente. Cualquier área con una disminución de la fluorescencia superior al 5% se considera como lesión. El tejido duro de la dentina contiene relativamente más cromóforos productores de fluorescencia que el esmalte orgánico, resultando en fluorescencia mucho más brillante que el esmalte.²⁴

Integridad Marginal

El criterio de Ryge es una clasificación para las restauraciones dentales, donde se evalúa visualmente el margen de la restauración, así como de manera táctil con la ayuda de una sonda y los criterios que se detallan a continuación:

Alpha (A) si el explorador no se retiene cuando es deslizado a través de la superficie de la restauración hacia el diente y si no hay una fisura visible en la periferia de la restauración. Bravo (B) es cuando el explorador se retiene y se encuentra una fisura visible que el explorador puede penetrar, indicando que margen de la restauración no está adaptada correctamente a la estructura dental, la dentina no se encuentra expuesta y la restauración no es móvil. Charlie (C) cuando el explorador penetra la fisura extendida hasta la unión amelodentinaria.²⁵

Planteamiento del problema

La Hipomineralización Molar-Incisivo presenta una variedad de retos para el profesional de la salud dental, así como impactos funcionales y sociales para los niños afectados. Uno de los mayores problemas que presenta es la ruptura del tejido post eruptivo, sensibilidad y susceptibilidad a caries dental debido a que presentan una dureza, elasticidad reducida y porosidad aumentada.¹⁵

Existen diferentes recomendaciones con un alto nivel de evidencia de tratamientos para molares hipomineralizados según la guía práctica clínica de la Asociación Europea de Odontología Pediátrica por sus siglas en inglés (EAPD), algunos de estos tratamientos son: selladores de fisuras utilizando adhesivo, restauraciones con ionómero de vidrio con bajo mínima intervención, restauraciones de resina, coronas preformadas de acero-cromo, restauraciones fabricadas en laboratorio y extracciones; sin embargo, es necesario evaluar cada caso en particular para optar por una técnica de restauración.²⁵

En el mercado existen materiales restauradores como el Cention N® (Ivoclar Vivadent Shaan, Liechstein) y BEAUTIFIL® con liberación de iones que son parte del proceso de remineralización del esmalte dental y pueden ser una buena alternativa para restaurar molares hipomineralizados.

Los giómeros han sido probados para incorporar las cualidades mecánicas y estéticas de las resinas compuestas y protección cariogénica mediante la liberación de flúor desde el componente de ionómero de vidrio.

Al describir la liberación de iones, cambios en el potencial de hidrógeno (pH) y formación de apatita en un vidrio bioactivo libre de fosfato, los resultados demostraron la habilidad del vidrio de incrementar el pH y formar fluorapatita en un medio que contenía

fosfato lo que puede explicar la baja incidencia de caries secundaria encontrada en el alkasite comercial Cention N.⁴

Debido a que los dientes hipomineralizados permanentes constituyen un reto para su rehabilitación, se propone evaluar la remineralización del esmalte adyacente y la integridad marginal de las restauraciones realizadas con dos diferentes materiales (alkasite y giómero) a corto, mediano y largo plazo para compararlos y obtener resultados que permitan mejorar las opciones de tratamiento en cuanto a la elección del material más eficiente. Por lo que se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Existe diferencia en la remineralización del esmalte adyacente e integridad marginal entre las restauraciones con alkasite o giómero en dientes con hipomineralización, *in vitro*?

Justificación

A pesar de que existe una guía de práctica clínica de la Asociación Europea de Odontología Pediátrica (EAPD)²⁶ para el diagnóstico y las alternativas de tratamiento en Hipomineralización Molar-Incisivo, entre los profesionales de la salud oral se experimenta una serie de problemas sociales, culturales y factores en los servicios de salud, debido a la alta susceptibilidad a la ruptura de tejido dental post-eruptivo, así mismo, están predispuestos a la caries dental y regularmente presentan sensibilidad, por lo que su restauración puede ser un reto.¹⁵

Los resultados obtenidos en esta investigación fueron de mucha importancia a la comunidad de la Odontología Pediátrica, debido que en ésta especialidad se tienen más posibilidades de tener el primer encuentro con el defecto del esmalte ya que se presenta en la infancia, el Odontólogo Pediatra es el primer responsable de diagnosticar y de tener información de diferentes materiales restauradores que pueden facilitar la tarea de elegir el material adecuado, que tenga capacidad remineralizante y con buen pronóstico en cuanto al mantenimiento de la integridad marginal mediante un correcto sellado, considerando otros factores igualmente importantes (edad y cooperación del paciente, historia médica, sintomatología, número de dientes afectados, tamaño del defecto, superficies afectadas, presencia de lesiones cariosas, inclusión de la pulpa).¹⁷

La presente investigación se enfocó en examinar el nivel de la remineralización del esmalte adyacente en premolares humanos extraídos hipomineralizados y restaurados con alcasite y giómero, por medio de Fluorescencia Cuantitativa Inducida por Luz del sistema DIAGNOdent™ y la integridad marginal fue examinada por medio del criterio de evaluación Ryge modificado, el cual es un criterio disponible para evaluar

la adaptación de restauraciones a largo plazo, es considerada válida para estudios con diferentes periodos de observación con propósitos comparativos. Se obtiene por una inspección visual y con explorador.²⁷ Lo que permitió comparar entre ambos materiales su capacidad de remineralizar y de mantener una integridad marginal al evaluarlos.

Hipótesis

De trabajo: existe diferencia en el grado de mineralización del esmalte adyacente en las piezas dentales hipomineralizadas e integridad marginal, obturadas con alcasite o giómero.

Nula: la diferencia en el grado de mineralización del esmalte adyacente en las piezas dentales hipomineralizadas y la integridad marginal, obturadas con alcasite o giómero son iguales.

Objetivos

Objetivo general: Comparar la diferencia de la remineralización del esmalte adyacente a restauraciones con alcasite contra giómero en piezas dentales hipomineralizadas y la integridad marginal *in vitro*.

Objetivos específicos:

- I. Determinar la remineralización del esmalte adyacente a la restauración con alcasite Cention N® (Ivoclar Vivadent, Shaan, Liechstein) al día 0, 7, 14, 21 y 28; a los 6, 9 y 12 meses en piezas dentales hipomineralizadas.
- II. Determinar la remineralización del esmalte adyacente a la restauración con giómero BEAUTIFIL-II (Shofu, Kyoto, Japan) al día 0, 7, 14, 21 y 28; a los 6, 9 y 12 meses en piezas dentales hipomineralizadas.
- III. Identificar la integridad marginal de la restauración con alcasite Cention N® (Ivoclar Vivadent, Shaan, Liechstein) a los 3, 6, 9 y 12 meses después de su colocación en piezas dentales hipomineralizadas.
- IV. Identificar la integridad marginal de la restauración con giómero BEAUTIFIL-II (Shofu, Kyoto, Japan) a los 3, 6, 9 y 12 meses después de su colocación en piezas dentales hipomineralizadas.

Materiales y métodos

Tipo de estudio y diseño general.

Estudio experimental, *in vitro*.

Selección de la muestra.

Premolares permanentes humanos extraídos y donados.

Criterios de inclusión, exclusión y eliminación.

Inclusión: primeros o segundos premolares superiores o inferiores extraídos, sin anomalías, lesión cariosa y fracturas.

Exclusión: premolares con lesión cariosa, con restauraciones previas o con presencia de fracturas.

Eliminación: premolares fracturados durante el proceso de experimentación.

Variables y definición operacional de cada una.

Nombre de la variable: remineralización.

Definición: ganancia neta de material calcificado en la estructura dental, que reemplaza el que previamente se perdió por desmineralización.

Tipo de medición: cuantitativa.

Instrumento de medición: DIAGNOdent

Escala: 0-99.

Uso: evaluar la remineralización dental por medio de la densidad mineral de las piezas dentales hipomineralizadas y la remineralización después de la aplicación de alkasite o giómero.

Nombre de la variable: integridad marginal de la restauración.

Definición: estado de la periferia de una restauración adyacente a la estructura dental.

Tipo de medición: cualitativa

Instrumento de medición: Criterio de Ryge

Escala: Alpha, Bravo y Charlie

Uso: determinar la integridad marginal de la restauración con alcasite o con giómero.

Nombre de la variable: tiempo

Definición: periodo determinado en que se realiza una acción

Tipo de medición: cuantitativa

Instrumento de medición: calendario

Escala: semanas, meses, años.

Uso: determinar el tiempo transcurrido para la remineralización del esmalte adyacente y la integridad marginal de las restauraciones con alcasite o giómero.

Aspectos éticos y legales

Procedimientos para mantener la identificación de los participantes.

Se le asignó un número de control para cada espécimen para poder ser identificado en la hoja de control.

Procedimientos para salvaguardar la integridad de los sujetos de prueba durante el estudio.

Los especímenes fueron identificados y separados por grupos en recipientes con número de control cada uno para después ser almacenados en saliva artificial.

Sujetos Humanos

Si: No: x

Proceso de selección o reclutamiento

En este estudio se utilizaron 60 premolares que fueron donados para ser sometidos a experimentación.

Copia de consentimiento informado.

No aplica

Copia de asentimiento informado o consentimiento del padre o tutor para estudios con menores de edad.

No aplica

Carta de derecho de los animales

No aplica

Alternativas terapéuticas

Para el tratamiento de las piezas dentales con Hipomineralización Molar-Incisivo se cuentan con diferentes alternativas de tratamiento dependiendo de la severidad del defecto del esmalte. Entre estos se encuentran las resinas compuestas, ionómeros de vidrio y coronas.

Riesgos potenciales de los sujetos de estudio y personal participante

Ninguna.

Procedimientos para el manejo de riesgos

El personal capacitado para la investigación utilizó todas las barreras de protección: lentes, careta, gorro, cubrebocas, guantes y bata para el procedimiento realizado.

Beneficios potenciales

No aplica

Costos e incentivos inherentes a los sujetos humanos de prueba.

No aplica

Financiamiento para el estudio

Si: x No:

Impacto colateral en personal participante

No aplica

Declaración de conflicto de intereses

Revisar anexos

Uso de especies biológicas

Si: x No:

Bioética

Durante la manipulación de los especímenes el operador utilizó bata, cubrebocas, lentes de protección y guantes. Las superficies fueron desinfectadas con toallas desinfectantes (Cloralex, Nuevo León, México).

Durante la conservación de los especímenes se tomaron medidas de higiene para proteger la contaminación cruzada, utilizando pinzas de curación (Hu Friedy, Chicago, EUA) estériles, pipeta y taza desinfectada durante cada cambio de saliva realizado. Se realizó el cambio de saliva artificial (Viarden Lab, Mission, EUA) cada 3 días para mantener los dientes en un medio estéril y con una carga de iones de Na^{++} , K^{+} , Ca^{++} , Mg^{++} , F , Cl , PO^4 . Se conservaron en la incubadora GCA/Precision Scientific (Thelco®, EUA) a 37° Celsius.

Durante la toma de mediciones se desinfectó el calibrador e instrumento de medición DIAGNOdent™ pen (KaVo, Biberach, Germany) y explorador No. 23 (Hu Friedy, Chicago, EUA) de un extremo, estéril.

Procedimiento

En esta investigación se evaluaron 60 premolares humanos previamente extraídos (Figura 1), fueron desmineralizados en el laboratorio por un proceso que incluyó el uso de Cloramina T para reservar los especímenes (Figura 2), posterior se eliminaron los restos de tejido blando con una cureta.



Figura 1. Grupos experimentales. Especímenes extraídos pertenecientes al grupo A y grupo B.



Figura 2. Limpieza y desinfección. desinfección en solución de Cloramina T.

Para la preparación del agente desmineralizante se utilizó un vaso de precipitado, con la pipeta graduada se colocaron 60 ml de saliva artificial (Viarden Lab, Mission, EUA) y ácido láctico, se mezclaron con la varilla de agitación y se midieron con tiras de pH hasta que se obtuvo un pH crítico (debajo de 5.5) (Figura 3), con la revisión cada 10 minutos hasta observar clínicamente la formación de una mancha blanca (Figura 4 y 5).

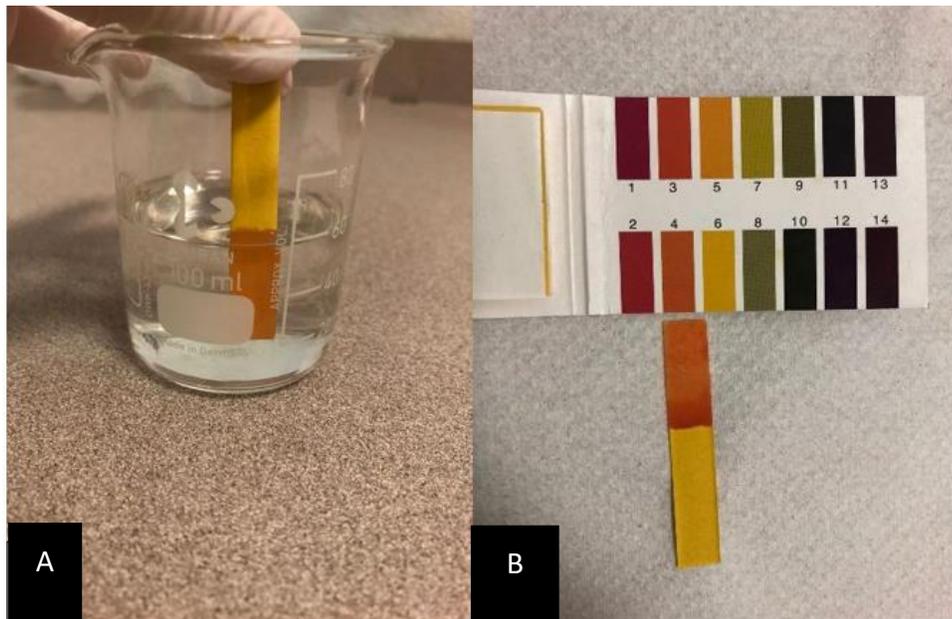


Figura 3. Agente desmineralizante. Medición de agente desmineralizante (A); obtención de pH crítico debajo de 5.5 (B).

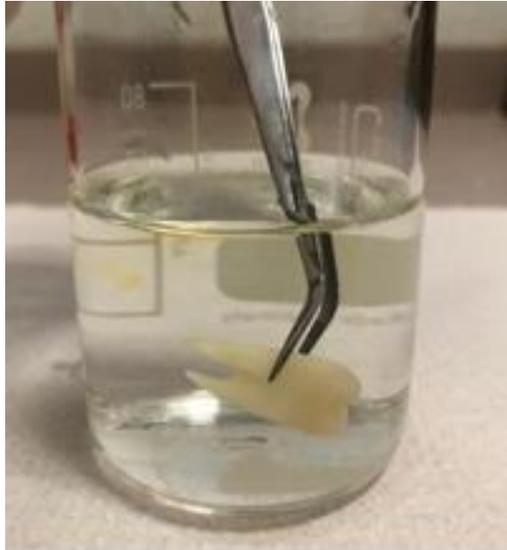


Figura 4. Desmineralización de especímenes. Especímenes sumergidos en ácido láctico y saliva artificial hasta lograr ver mancha blanca clínicamente.



Figura 5. Especímenes desmineralizados. Se muestra la diferencia clínica antes y después de la desmineralización.

Se secó con una jeringa triple durante 8 segundos cada premolar, se midió la densidad mineral de cada espécimen con el sistema DIAGNOdent™ *pen* (KaVo, Biberach, Germany) el cual dio un valor que representó la cantidad de mineralización del tejido y los datos obtenidos se registraron como Medida inicial en la tabla de control de cada premolar de ambos grupos.

Posteriormente para el grupo A (n=30) se les realizó una cavidad con diseño de Clase I, con pieza de alta velocidad y fresa de carburo 330, con una inclinación desde el borde cavo superficial hasta el piso pulpar, para la retención mecánica, ya que no se aplicó adhesivo (Figura 6). En una loseta de papel se colocó una medida de polvo y una medida de líquido de alcasite (Cention® N, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), se mezcló de 40 a 60 segundos según las indicaciones del fabricante, se colocó en la cavidad y se esperó 2 minutos 30 segundos para su polimerización.

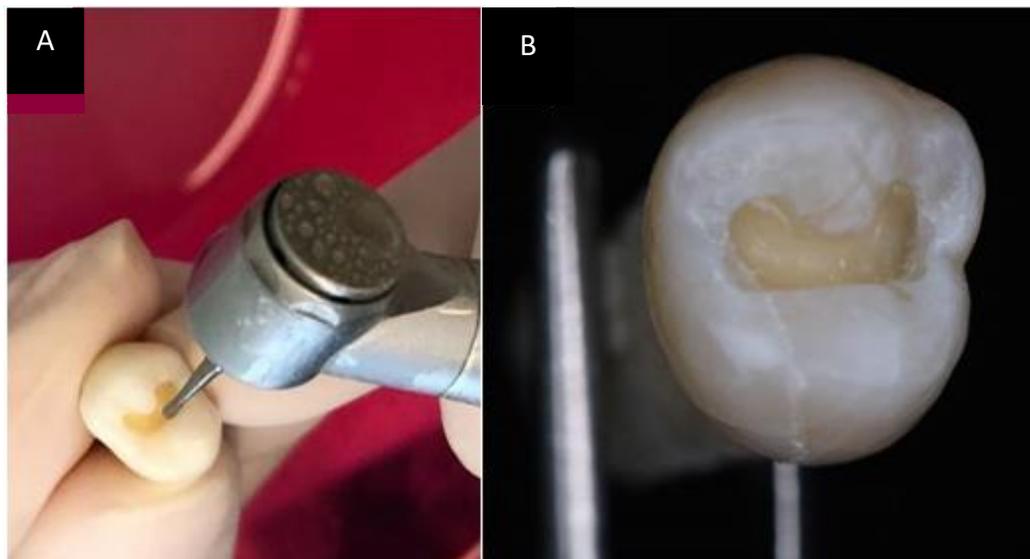


Figura 6. Cavidad Clase I. Se realizó cavidad Clase I con pieza de alta velocidad y fresa de carburo 330(A); cavidad Clase I de Black (B).

En el grupo B (n=30) se realizó el mismo procedimiento. Previo a la obturación se les aplicó adhesivo Beautibond (Shofu, Kyoto, Japón) y el material restaurador BEAUTIFIL-II (Shofu, Kyoto, Japón) (Figura 7).



Figura 7. Material para obturación con giómero.
Especímenes pertenecientes al grupo B.

Cada espécimen se colocó en su respectivo tubo de ensayo sumergido en saliva artificial (Viarden Lab, Mission, EUA) (Figura 8) que se cambió cada tercer día para evitar contaminación, fueron almacenados en la incubadora GCA/Precision Scientific (Thelco®, EUA) a 37° Celsius (Figura 9).

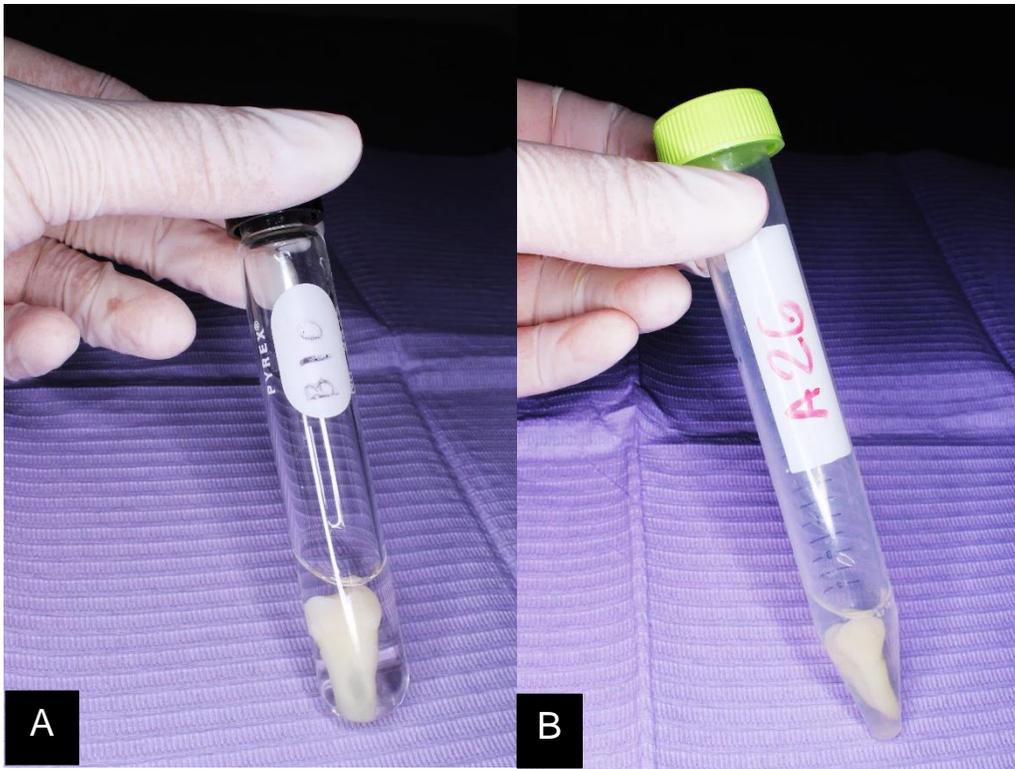


Figura 8. A) Espécimen B10. sumergido en su medio de saliva artificial. **B) Espécimen A26** sumergido en su medio de saliva artificial.



Figura 9. Incubadora GCA/Precision. Se almacenaron los especímenes a 37° C.

Medición de la densidad mineral

El instrumento fue calibrado cada vez que se revisaba un espécimen, colocando la punta del instrumento sobre el círculo calibrador, haciendo que coincida el número que aparece en el círculo con el número que marca la pantalla del DIAGNOdent™ *pen* (KaVo, Biberach, Alemania) (Figura 10).

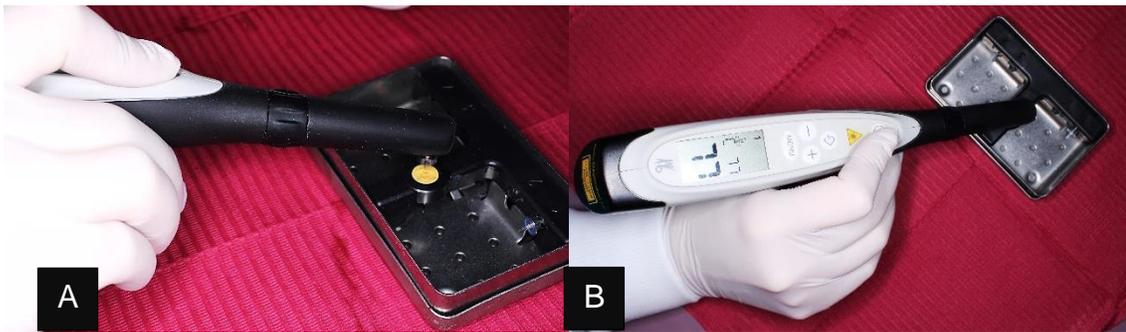


Figura 10. Calibración de instrumento de medición. A) Punta de DIAGNOdent *pen* colocada en el círculo calibrador. B) Monitor de DIAGNOdent *pen* mostrando la coincidencia del número 77.

Se obtuvo la Fluorescencia cuantitativa inducida por luz (FCIL) de cada espécimen utilizando el instrumento DIAGNOdent™ *pen* (KaVo, Biberach, Alemania) se colocó la punta en las superficies vestibular, mesial y distal adyacentes a la restauración (Figura 11) el monitor mostró valores numéricos de 00-99.

El valor 00 representa menor luz reflejada (mayor densidad mineral) y 99 mayor luz reflejada (menor densidad mineral). Se recolectó el valor inicial después de ser hipomineralizados como día 0, al día 7, 14, 21 y 28; a los 6, 9 y 12 meses. Se registró en las tablas de control.

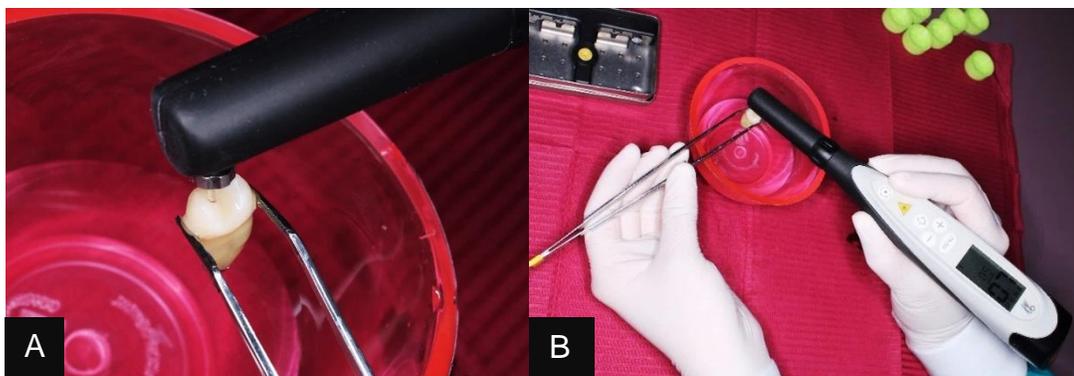


Figura 11. Medición de la densidad mineral. A) Punta de DIAGNOdent pen colocada en un espécimen B) Monitor de DIAGNOdent pen mostrando el valor 07 que indica la cantidad de luz reflejada.

Medición de la integridad Marginal

La integridad marginal se obtuvo sosteniendo el premolar con una pinza de curación (Integra Miltex, Rietheim-Weilheim, Alemania) y colocando la punta de un explorador de un solo extremo No.23 (Hu Friedy, Chicago, EUA) en el margen de la restauración. Se registró en la tabla de recolección de datos como Alpha (A) si el explorador no se retuvo cuando fue deslizado a través de la superficie de la restauración hacia el diente y sin una fisura visible en la periferia de la restauración. Bravo (B) cuando el explorador se retuvo y se encontró una fisura visible, Charlie (C) cuando el explorador penetró la fisura extendida hasta la unión amelodentinaria.

Se utilizó el criterio de Ryge USPHS modificado (Figura 12). Las mediciones fueron recolectadas a los 3, 6, 9 y 12 meses y se registraron en las tablas de control utilizando el intercambio numérico que corresponde a Alpha = 1, Bravo = 2 y Charlie = 3 para posteriormente realizar el análisis estadístico.



Figura 12. Medición de la integridad marginal. Criterio Ryge con explorador de un solo extremo No.23 Hu Friedy.

Para el cambio de saliva artificial y la toma de mediciones el operador utilizó indumentaria para proteger la integridad de los especímenes: bata anti-fluidos (Kanaus, CDMX, México), cubrebocas KN95 (3M, Two Harbors, EUA), lentes de protección (Uline, Apodaca, México), gorro (Kanaus, CDMX, México) y guantes talla XS (Ambiderm, Zapopan, México) (Figura 13).



Figura 13. Operador. Realizando el cambio de saliva en los grupos de estudio.

Durante la fase de experimentación al día 7, se eliminaron los especímenes codificados A28, A29, A30; al tercer mes se eliminó el espécimen codificado A23, al noveno mes se eliminó el espécimen A6 pertenecientes al grupo A que fueron obturados con alkasite (Cention® N, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), el espécimen B8 perteneciente al grupo B obturado con BEAUTIFIL-II (Shofu, Kyoto, Japón) fue eliminado al tercer mes. El diagrama de flujo (Figura 14) muestra el tiempo y especímenes que fueron eliminados de cada grupo siguiendo los criterios de exclusión, debido a que estas piezas dentales se fracturaron durante la fase de experimentación.

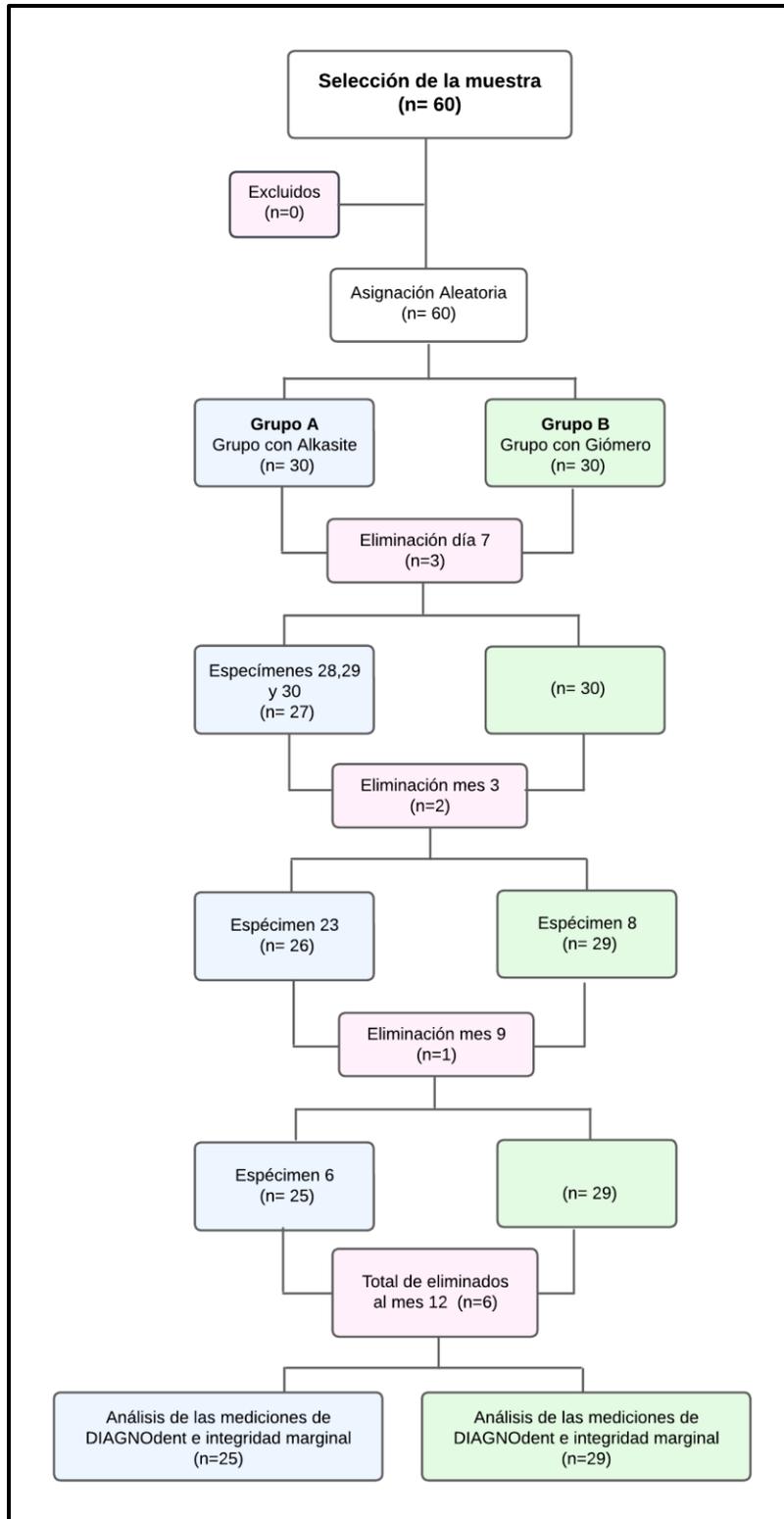


Figura 14. Diagrama de flujo. Selección de la muestra, asignación aleatoria de los grupos, eliminación de los especímenes y total de la muestra analizada en cada grupo.

Técnicas analíticas

Para realizar el análisis de datos se utilizó una hoja de cálculo donde se registraron los datos de identificación de los premolares, fechas y resultados de las mediciones obtenidas. Los datos fueron tomados y tabulados por medio de hojas de cálculo del programa (Microsoft Excel, Microsoft Co., Redmond, EUA). Se realizó la observación de las implicaciones clínicas del estudio in vitro.

Se realizó la prueba analítica ANOVA de dos vías y comparativo múltiple de Tukey con el programa (GraphPad Prism, Dotmatics, Boston, EUA) de los datos correspondientes a premolares desmineralizados sin restauración (día 0) y con restauración de alcasite y giómero organizados por separado para obtener las diferencias significativas intragrupo, se realizó el análisis estadístico descriptivo donde se obtuvo media, mediana, moda y desviación estándar de las mediciones de mineralización de piezas dentales analizadas en dos fases de tiempo; la primera fase consistió en la medición inicial después de la hipomineralización de las piezas dentales (día 0), a los 7, 14, 21 y 28 días. La segunda fase consistió en la 6 meses, 9 meses y 12 meses.

Se obtuvieron las diferencias significativas de la mineralización de las piezas dentales analizadas de ambas fases para comparar el Grupo A contra el Grupo B con el análisis comparativo múltiple de Sidak.

Se realizó la prueba analítica ANOVA de una vía y comparativo múltiple de Tukey con el programa (GraphPad Prism, Dotmatics, Boston, EUA) de los datos correspondientes a premolares desmineralizados con restauración de alcasite y giómero organizados por separado para obtener las diferencias significativas intragrupo, se realizó el análisis estadístico descriptivo donde se obtuvo media, mediana, moda y desviación estándar de

las mediciones de integridad marginal de piezas dentales analizadas a los 3, 6, 9 y 12 meses.

Se obtuvieron las diferencias significativas de la integridad marginal de las piezas dentales analizadas para comparar el Grupo A contra el Grupo B con el análisis comparativo múltiple de Sidak. El valor de significancia fue establecido en $p \leq 0.05$.

Resultados

El estudio fue dividido para su análisis de remineralización en dos partes: en la primera se realizó la evaluación a los 7, 14, 21 y 28 días; en la segunda parte: al mes 6, 9 y 12 con evaluación de integridad marginal desde el tercer mes.

Remineralización

Primera fase

En la Tabla 1 se muestran los valores de la estadística descriptiva correspondientes a la densidad mineral obtenida durante la primera fase por medio de Fluorescencia Cuantitativa Inducida por Luz dentro del Grupo A y B del día 0 (línea de inicio), 7, 14, 21 y 28 días.

Análisis de las diferencias Intragrupo a los 7, 14, 21 y 28 días

Grupo A. Alkasite

Se observó disminución de la lectura de la Fluorescencia Cuantitativa Inducida por Luz reflejada por el sistema DIAGNOdent™ pen de la Media y la DS inicial (4.689 ± 1.781) a la Media y la DS del día 7 (3.383 ± 1.355) lo que indica que aumentó la densidad mineral del esmalte adyacente a la restauración con Alkasite durante la primera semana posterior a la obturación (Tabla 1). Continuando en el día 14 (2.914 ± 1.056), así como en el día 21 (1.667 ± 8.000). También hubo disminución de la lectura de la Medición inicial, que fue al

día 28 (2.556 ± 0.9152) presentó aumento de la densidad mineral y el alkasite tuvo efecto remineralizante en los márgenes vestibular, mesial y distal adyacentes a la restauración, con diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.0001$).

Grupo B. Giómero

Se observa también en la Tabla 1 disminución de la lectura FCIL reflejada por el sistema DIAGNOdent™ pen de la Media y la DS en el día 0 (6.978 ± 3.588) con la Media y la DS del día 7 (3.633 ± 1.388) por lo que aumentó la densidad mineral del esmalte adyacente a la restauración con el giómero en la primera semana de aplicación, que continuó en el día 14 (2.922 ± 0.5719), en el día 21 (3.333 ± 0.6492) y finalmente en el día 28 (2.767 ± 0.5407) con diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.0001$).

Tabla 1. Valores de la Fluorescencia Cuantitativa Inducida por Luz (FCIL) intragrupo del Grupo A y Grupo B de la primera fase de análisis.						
Grupo	Variables de tiempo					
	Día 0 Media \pm DE (mínimo y máximo)	Día 7 Media \pm DE (mínimo y máximo)	Día 14 Media \pm DE (mínimo y máximo)	Día 21 Media \pm DE (mínimo y máximo)	Día 28 Media \pm DE (mínimo y máximo)	Valor p
Grupo A n=30	4.689 \pm 1.781 (1.333-8.333)	3.383 \pm 1.355 (1.667-6.667)	2.914 \pm 1.056 (1.000-5.333)	1.667 \pm 8.000 (3.099-0.2602)	2.556 \pm 0.9152 (1.667-6.333)	<0.0001*
Grupo B n=30	6.978 \pm 3.588 (2.000-16.33)	3.633 \pm 1.388 (2.000-7.667)	2.922 \pm 0.5719 (1.667-4.000)	3.333 \pm 0.6492 (2.000-4.333)	2.767 \pm 0.5407 (2.000-4.000)	<0.0001*

Análisis de las diferencias Intergrupo (A vs. B) a los 7, 14, 21 y 28 días

Después de comparar los valores de la lectura de la Fluorescencia Cuantitativa Inducida por Luz reflejada por el sistema DIAGNOdent™pen del Grupo A contra el Grupo B al día 7 se obtuvo un valor de (p 0.7433). Al día 14 se obtuvo un valor de (0.9996). Al día 21 se obtuvo un valor de (0.7711). Por último, al día 28 se encontró un valor de (0.8101), lo cual indica que no se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos durante la primera fase (tabla 2).

Tabla 2. Comparación de valores de Fluorescencia Cuantitativa Inducida por Luz (FCIL) en intergrupos A y Grupo B de la primera fase.										
Valor de p										
Grupo, Media y DE	vs. Grupo, Media y DE	Inicial	Día 7		Día 14		Día 21		Día 28	
			Media (DE)	Media (DE)	Valor de p	Media (DE)	Valor de p	Media (DE)	Valor de p	Media (DE)
Grupo A alkasite	Grupo B Giómero	Grupo A 4.689±1.781	Grupo A 3.383±1.355	0.7433	Grupo A 2.914±1.056	0.9996	Grupo A 1.667±8.000	0.7711	Grupo A 2.556±0.9152	0.8101
		Grupo B 6.978±3.588	Grupo B 3.633±1.388		Grupo B 2.922±0.5719		Grupo B 3.333±0.6492		Grupo B 2.767±0.5407	

Segunda fase

Análisis de las diferencias Intragrupo a los 6, 9 y 12 meses

Grupo A. Alkasite

Se observó un aumento en la FCIL desde la medición inicial (4.307 ± 1.542) a los 12 meses (4.747 ± 1.156), a pesar de haber disminuido la densidad mineral, no hubo una diferencia estadísticamente significativa (0.1527) (tabla 3). También se observó un aumento de la lectura de la Fluorescencia Cuantitativa Inducida por Luz reflejada por el sistema DIAGNOdent™pen de la Media y la DS del sexto mes (3.547 ± 1.377) a la Media y la DS del noveno mes (4.400 ± 1.063) (tabla 3) con una diferencia estadísticamente significativa ($<0.0001^*$) (tabla 4) lo que indica que disminuyó la densidad mineral del esmalte adyacente a la restauración con Alkasite en el noveno mes después de su obturación.

Grupo B. Giómero

Se observó una disminución en la FCIL desde la medición inicial (6.897 ± 3.623) a los 12 meses (5.000 ± 1.324), con una diferencia estadísticamente significativa (0.1704^*) (tabla 3). Se obtuvo una disminución de la lectura de la Fluorescencia Cuantitativa Inducida por Luz reflejada por el sistema DIAGNOdent™pen de la Media y la DS del sexto mes (4.586 ± 1.427) al noveno mes (4.057 ± 1.151) (tabla 3) con una diferencia estadísticamente significativa (0.0193^*) (tabla 5) lo que indica que aumentó la densidad mineral del esmalte adyacente a la restauración con alkasite con respecto al sexto. En el doceavo mes hubo un aumento de la FCIL (5.000 ± 1.324) (tabla 3), lo que indica una disminución de la densidad mineral en comparación el noveno mes estadísticamente significativa ($p < 0.0001^*$) (tabla 5).

Tabla 3. Valores de Fluorescencia Cuantitativa Inducida por Luz (FCIL) intragrupo del Grupo A y Grupo B de la segunda fase de análisis.

	Medida de la mineralización				Valor de p
	Día 0 (Día de inicio) Media ± DE (mínimo y máximo)	6 meses Media ± DE (mínimo y máximo)	9 meses Media ± DE (mínimo y máximo)	12 meses Media ± DE (mínimo y máximo)	
Grupo A (alkasite) n= 25	4.307±1.542 (1.333-7.333)	3.547±1.377 (1.000-7-000)	4.400±1.063 (2.667-6.333)	4.747±1.156 (2.333-8.000)	0.1527
Grupo B (Giómero) n= 29	6.897±3.623 (2.000-16.33)	4.586±1.427 (2.667-9.000)	4.057±1.151 (2.000-6.333)	5.000±1.324 (2.333-8.000)	0.1704

Tabla 4. Comparativo del grupo A de los 6 a los 12 meses de los valores de Fluorescencia Cuantitativa Inducida por Luz (FCIL).

Test de múltiples comparaciones	Valor de p ajustado
9 meses vs. 6 meses	<0.0001*
12 meses vs. 6 meses	<0.0001*
12 meses vs 9 meses	0.2067

Tabla 5. Comparativo del grupo B de los 6 a los 12 meses de los valores de Fluorescencia Cuantitativa Inducida por Luz (FCIL).

Test de múltiples comparaciones	Valor de p ajustado
9 meses vs. 6 meses	0.0193*
12 meses vs. 6 meses	0.0896
12 meses vs 9 meses	<0.0001*

Análisis de las diferencias Intergrupo (A vs. B) a los 6, 9 y 12 meses

Después de comparar los valores de la lectura de la Fluorescencia Cuantitativa Inducida por Luz reflejada por el sistema DIAGNOdent™pen del Grupo A contra el Grupo B, al sexto mes se obtuvo un valor de (p 0.1341). Al noveno mes se obtuvo un valor de (p 0.9302). Al doceavo mes se obtuvo un valor de (0.9760), no se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos durante la segunda fase (tabla 6) (Figura 15).

Tabla 6. Comparación de valores de Fluorescencia Cuantitativa Inducida por Luz (FCIL) en intergrupos A y Grupo B de la segunda fase.							
Valor de p							
Grupo, Media y DE	vs. Grupo, Media y DE	6 meses		9 meses		12 meses	
		Media (DE)	Valor de p	Media (DE)	Valor de p	Media (DE)	Valor de p
Grupo A alkasite	Grupo B Giómero	Grupo A 3.547±1.377	0.1341	Grupo A 4.400±1.063	0.9302	Grupo A 4.747±1.156	0.9760
		Grupo B 4.586±1.427		Grupo B 4.057±1.151		Grupo B 5.000±1.324	

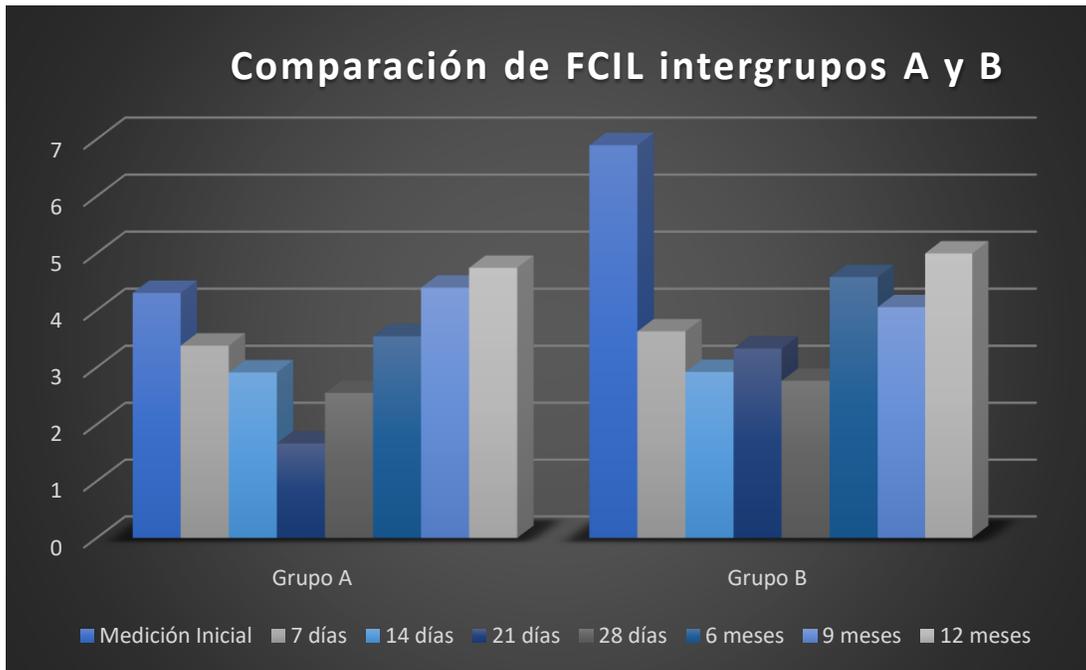


Figura 15. Gráfica de barras. Comparación intergrupo de la media de la Fluorescencia Cuantitativa Inducida por Luz los Grupos A y Grupo B desde su medición inicial hasta los 12 meses.

Integridad Marginal

Se muestra una distribución de la cantidad de especímenes, separándolos según la medición obtenida (Alpha, Bravo, Charlie) utilizando el criterio de Ryge USPHS modificado en cada variable de tiempo, que fue medida durante la fase de experimentación del Grupo A (tabla 7) y Grupo B (tabla 8).

Tabla 7. Distribución del número de piezas dentales por su Integridad marginal según el criterio de Ryge del Grupo A.

	Variable de tiempo			
Integridad Marginal	3 meses	6 meses	9 meses	12 meses
Alpha (A)	15	13	12	11
Bravo (B)	10	12	13	14
Charlie (C)	0	0	0	0

Tabla 8. Distribución del número de piezas dentales por su Integridad marginal según el criterio de Ryge del Grupo B.

	Variable de tiempo			
Integridad Marginal	3 meses	6 meses	9 meses	12 meses
Alpha (A)	20	17	13	11
Bravo (B)	9	12	16	18
Charlie (C)	0	0	0	0

Análisis de las diferencias Intragrupo de la integridad marginal

Grupo A. Alkasite

En la tabla 9, se observan los valores de la Media (M), desviación estándar (DE) y rangos de frecuencia de la cantidad de Integridad Marginal de los especímenes obturados con alkasite Cention N® (Ivoclar Vivadent, Shaan, Liechstein) del mes 3, 6, 9, 12, donde se obtuvieron resultados que indican que la media fue ligeramente en aumento desde el tercer mes (1.400 ± 0.5000) hasta el doceavo mes (1.560 ± 0.5066), estos cambios no fueron estadísticamente significativos (p 0.6802) (tabla 9) según los valores obtenidos, por lo que la integridad se mantuvo a lo largo de los doce meses.

Grupo B. Giómero

Después de analizar los valores de la Media (M), desviación estándar (DE) y rangos de frecuencia de la cantidad de Integridad Marginal de los especímenes obturados con giómero BEAUTIFIL-II (Shofu, Kyoto, Japan) del mes 3, 6, 9, 12, se obtuvieron resultados que indican que la media fue ligeramente en aumento desde el tercer mes (1.310 ± 0.4708) hasta el doceavo mes (1.621 ± 0.4938), estos cambios no fueron estadísticamente significativos (p 0.0837) (tabla 9) según los valores obtenidos, por lo que la integridad se mantuvo durante los doce meses que fueron medidos.

Tabla 9. Valores de la Integridad Marginal intragrupo del Grupo A y Grupo B.					
Grupo	Variables de tiempo				Valor de p
	3 meses Media \pm DE (mínimo y máximo)	6 meses Media \pm DE (mínimo y máximo)	9 meses Media \pm DE (mínimo y máximo)	12 meses Media \pm DE (mínimo y máximo)	
Grupo A n=25	1.400 \pm 0.5000 (1-2)	1.480 \pm 0.5099 (1-2)	1.520 \pm 0.5099 (1-2)	1.560 \pm 0.5066 (1-2)	0.6802
Grupo B n=29	1.310 \pm 0.4708 (1-2)	1.414 \pm 0.5012 (1-2)	1.552 \pm 0.5061 (1-2)	1.621 \pm 0.4938 (1-2)	0.0837

Análisis de las diferencias Intergrupo A vs B de la integridad marginal

Después de comparar los valores de las mediciones de Integridad Marginal del Grupo A contra el Grupo B, al tercer mes se obtuvo un valor de (p 0.9430). Al sexto mes se obtuvo un valor de (p 0.9808). Al noveno mes se obtuvo un valor de (0.9989). Al doceavo mes se obtuvo un valor de (0.9861), no se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos durante los doce meses analizados (tabla 10) (Figura 16).

Tabla 10. Comparación de valores de Integridad Marginal intergrupo del Grupo A y Grupo B.									
		Valor de p							
Grupo, Media y DE	vs. Grupo, Media y DE	3 meses		6 meses		9 meses		12 meses	
		Media (DE)	Valor de p						
Grupo A alkasite n=25	Grupo B giómero n=29	Grupo A 1.400 \pm .5000	0.9430	Grupo A 1.480 \pm .5099	0.9808	Grupo A 1.520 \pm .5099	0.9989	Grupo A 1.560 \pm .5066	0.9861
		Grupo B 1.310 \pm .4708		Grupo B 1.414 \pm .5012		Grupo B 1.552 \pm .5061		Grupo B 1.621 \pm .4938	

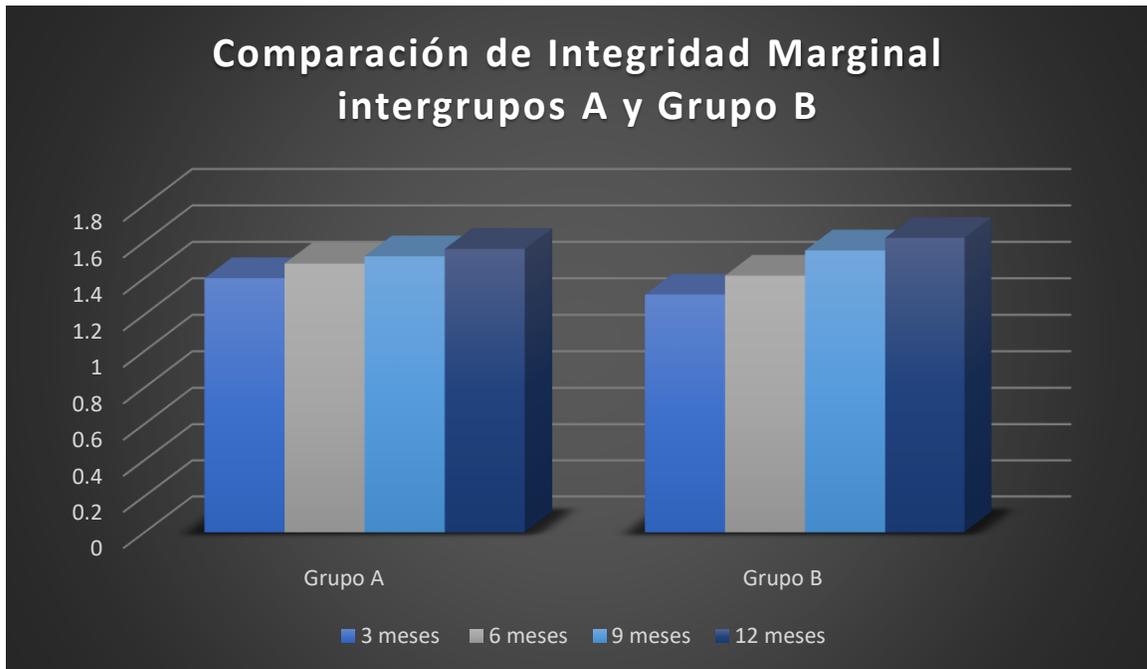


Figura 16. Gráfica de barras. Comparación intergrupo de la media de la Integridad Marginal del Grupo A y Grupo B.

Discusión

Con base en los antecedentes sobre alkasite, principalmente en el estudio de Kim MJ et al. (2021) sobre el efecto remineralizante de alkasite de los 7 a los 30 días,² el presente estudio fue dividido para su análisis de remineralización en dos partes: en la primera se realizó la evaluación a los 7, 14, 21 y 28 días; en la segunda parte: al mes 6, 9 y 12 con evaluación de integridad marginal desde el tercer mes, con el propósito de observar *in vitro* el comportamiento de los materiales a largo plazo. Clift F. (2021) mencionó que los iones de flúor mejoran diferentes métodos artificiales de regeneración del esmalte, por esto deben incluir fluoruro, para aumentar la velocidad y mejorar la estabilidad de los cristales formados a pesar de que no genere el c-axis de la hidroxiapatita.¹

En esta investigación se optó por utilizar el material para obturar los premolares hipomineralizados con el alkasite Cention N® (Ivoclar Vivadent Shaan, Liechstein) debido a que diversos autores incluyendo a Naz F et al. (2020) aseguran que es capaz de liberar fluoruro, calcio y iones de hidroxilo, resultando un material anticariogénico.⁴ El otro material seleccionado es un vidrio bioactivo de la composición del glómero BEAUTIFIL-II (Shofu, Kyoto, Japan) que se disuelve en contacto con los fluidos biológicos, lo que permite una liberación de iones fosfato, calcio y fluoruro permitiendo la formación de apatita.³ De acuerdo con lo antes mencionado, es esperado que la densidad mineral aumentara, como fue a corto plazo durante los primeros 28 días de las mediciones de la FCIL en ambos grupos.

Se concuerda con Bassir L. et al. (2017) que el DIAGNOdent pen es una buena herramienta para la evaluación de densidad mineral, ya que en su estudio las lecturas de DIAGNOdent aumentaron linealmente con las mediciones histológicas clínicas. Se informó que el instrumento era capaz de distinguir con buena sensibilidad entre estructura dental sana, lesión de mancha blanca y desmineralización hasta lesiones cariosas más profundas que se extienden hacia la dentina.⁵

Según Wierichs R et al. (2016) se refleja el creciente potencial de desmineralización con la pérdida de minerales basal disminuida, bajo condiciones desmineralizantes;⁷ las condiciones conocidas como desmineralizantes del esmalte son acumulación de biopelículas en la superficie dental y exposición frecuente a sacarosa, a pesar de que no fue la intención de esta investigación, cuanto menor es el pH⁸ produce desmineralización del esmalte, debido a la producción de ácidos por parte de bacterias que pudieron ser incluidas inadvertidamente en las muestras de los especímenes durante la segunda fase de experimentación y sea la causa del comportamiento de los tejidos dentales adyacentes a las restauraciones a largo plazo en este estudio *in vitro*.

Conclusiones

1. La comparación de la densidad mineral adyacente a la restauración del alcasite contra el giómero mostró que no existió durante el presente estudio, *in vitro*, diferencia estadísticamente significativa durante los 12 meses, entre ambos grupos.
2. Se mantuvo la integridad marginal del alcasite y del giómero durante los 3, 6, 9 y 12 meses.
3. Fue aceptada la hipótesis nula.

Recomendaciones

Se obtuvo un aumento en la densidad mineral de los especímenes analizados durante la primera fase (corto plazo) y después disminuyó. A pesar de que este estudio no pudo comprobar una remineralización en un largo periodo de tiempo, es necesario realizar ensayos clínicos controlados para analizar el comportamiento remineralizante de estos materiales en contacto con fluidos bucales y comparar los resultados obtenidos con la presente investigación, por lo que se puede utilizar como un precedente para futuras investigaciones y así tener un mayor evidencia clínica en la elección de los materiales para tratar Hipomineralización Molar-Incisivo.

Caso Clínico

Densidad mineral del tejido adyacente a la restauración e integridad marginal de giómero en Hipomineralización Molar-Incisivo

Resumen

Introducción: los molares afectados con Hipomineralización Molar Incisivo (HMI) pueden presentar problemas clínicos como fractura post-eruptiva y predisponerse a caries dental, ocasionando restauraciones complicadas, mayor acumulación de placa y desarrollo de caries dental. Exterkate R. et al (2022) proponen el uso de biomateriales que permiten obtener las propiedades del ionómero de vidrio: la liberación de iones de fluoruro que proporciona un efecto anticariogénico por su absorción en el esmalte y dentina y recarga de fluoruro; propiedades de la resina: la estética, fácil manipulación y sus propiedades físicas.

Objetivo: evaluar la densidad mineral del tejido adyacente a la restauración e integridad marginal de giómero en Hipomineralización Molar-Incisivo.

Reporte de caso: paciente femenino de 9.2 años acude con múltiples lesiones cariosas. En la exploración clínica se observó mancha blanca opaca en vestibular, surcos y fosetas con pérdida de esmalte y dentina y pigmentaciones marrón, incluyendo 2/3 de la cara oclusal, sin incluir cúspides, las pruebas de percusión dieron resultados negativos y no presentó movilidad. En la exploración radiológica se observó área radiolúcida en esmalte y dentina. Se diagnosticó el molar #36 con HMI índice MIH-TNI 1, lesión cariosa cavitada activa Grupo I grado 2 con pulpa normal sin alteración periapical, desarrollo radicular

grupo IV de la clasificación de Patterson. Se tomó la Fluorescencia Cuantitativa Inducida por Luz (FCIL) inicial mesial: 63, vestibular: 65, distal: 62. Se restauró el Molar #36 con el giómero Beautifil II por sus propiedades para devolver función y estética; se evaluó la FCIL a los 3 meses donde se obtuvieron mesial: 02, vestibular: 06, distal: 03, la integridad marginal Alpha. A los 6 meses se obtuvo la FCIL mesial: 02, vestibular: 05, distal: 02, la integridad marginal Alpha.

Discusión: de acuerdo con Exterkate R. et al (2022) en el caso de la remineralización adyacente a la restauración con materiales liberadores de fluoruro que rodean al esmalte y dentina se mantienen protegidos contra la desmineralización incluso después de que la liberación de fluoruro había disminuido, esto puede deberse a la recarga de iones de calcio y fluoruro.

Conclusión: el uso del giómero aumentó la densidad mineral del esmalte adyacente a la restauración y mantuvo una integridad marginal a los 6 meses de seguimiento, además de proporcionar fácil manipulación semejante a la resina convencional.

Palabras clave: *hipomineralización molar-incisivo, giómero, HMI, mínima intervención.*

Summary

Introduction: molars affected with Incisor Molar Hypomineralization (MIH) may present clinical problems such as post-eruptive fracture and be predisposed to dental caries, causing complicated restorations, greater plaque accumulation and the development of dental caries. Exterkate R. et al (2022) propose the use of biomaterials that allow the properties of the glass ionomer to be obtained: the release of fluoride ions that provide an anticariogenic effect due to their absorption in the enamel and dentin and fluoride recharge; properties of the resin: aesthetics, easy handling, and its physical properties.

Objective: to evaluate the mineral density of the tissue additive to the restoration and marginal integrity of the giomer in Molar-Incisor Hypomineralization

Case report: A 9.2-year-old female patient presents with multiple carious lesions. In the clinical examination, an opaque white spot was observed in the vestibular, grooves and pits with loss of enamel and dentin and brown pigmentation, including 2/3 of the occlusal surface, not including cusps. The percussion tests gave negative results and no mobility was observed. In the radiological examination, the radiolucent area in enamel and dentin is examined. Molar #36 was diagnosed with HMI index MIH-TNI 1, active cavitated carious lesion Group I grade 2 with normal pulp without periapical alteration, root development group IV of the Patterson classification. The initial Quantitative Light Induced Fluorescence (QLIF) was taken mesial: 63, vestibular: 65, distal: 62. Molar #36 was restored with the Beautifil II giomer for its properties to restore function and aesthetics; The QLIF was evaluated at 3 months where mesial: 02, vestibular: 06, distal: 03, and marginal integrity Alpha were obtained. At 6 months, the mesial IL: 02, vestibular: 05, distal: 02, and Alpha marginal integrity were obtained.

Discussion: according to Exterkate R. et al (2022) in the case of remineralization adjacent to the restoration with fluoride-releasing materials that surrounded the dentin remain protected against demineralization even after the material release of fluoride had decreased, this may be due to the recharge of calcium and fluoride ions.

Conclusion: the use of the giomer increased the mineral density of the enamel additive to the restoration and maintained marginal integrity at 6 months of follow-up, in addition to providing easy handling like conventional resin.

Keywords: Molar-Incisor Hypomineralization, giomer, HMI, minimal intervention.

Introducción: la Hipomineralización Molar-Incisivo (HMI) es una condición dental que se presenta en la niñez, con áreas de esmalte hipomineralizado bien demarcado afectando a uno o más primeros molares permanentes. En consecuencia, estos dientes pueden ser muy sensibles, sufrir degradación post-eruptiva del tejido y estar predispuesto a la caries dental.¹⁵ Existen diferentes clasificaciones de la Hipomineralización Molar-Incisivo dentro de la clasificación del sistema de puntuación de la gravedad de la hipomineralización MIH (MIH-SSS)¹⁶ donde se clasifican del 0 al 9:

- (0) translucidez normal del esmalte, sin opacidad del esmalte.
- (1) la presencia de opacidad de esmalte blanco/cremoso.
- (2) la presencia de opacidad amarillo/marrón.
- (3) Fractura posteruptiva (PEB) restringida al esmalte asociada con opacidad blanca/cremosa.
- (4) PEB restringido al esmalte asociado con opacidad amarilla/marrón.
- (5) PEB que expone la dentina, la dentina es dura.
- (6) PEB que expone la dentina, la dentina es blanda.
- (7) restauración atípica sin defecto marginal.
- (8) restauración atípica con defecto marginal
- (9) diente extraído debido a MIH.

También existe una clasificación muy reciente llamada MIH-TNI por sus siglas en inglés Molar Incisor Hypomineralization Treatment Need Index¹⁸ que toma en consideración las dos problemáticas más importantes de esta condición: la hipersensibilidad y la extensión del defecto y los divide en 4 índice con subcategorías:

- Índice 0: Sin HMI, clínicamente libre de HMI
- Índice 1: HMI sin hipersensibilidad, sin defecto.
- Índice 2: HMI sin hipersensibilidad, con defecto.

-2a < 1/3 extensión del defecto.

-2b > 1/3 extensión del defecto <2/3.

-2c > 2/3 extensión del defecto y/o defecto cerca de la pulpa o extracción o restauración atípica.

- Índice 3 HMI con hipersensibilidad, sin defecto.
- Índice 4 HMI con hipersensibilidad, con defecto.

-4a < 1/3 extensión del defecto.

-4b > 1/3 extensión del defecto <2/3.

-4c > 2/3 extensión del defecto y/o defecto cerca de la pulpa o extracción o restauración atípica.¹⁸

Debido a la rápida pérdida mineral que sufren estos molares es necesario actuar con prontitud y de manera conservadora, preservando la máxima estructura dental posible.¹⁷

Para dientes inmaduros jóvenes es importante considerar la clasificación de Patterson de las estructuras dentales permanentes según su desarrollo radicular y apical que quedó dividida en cinco grados:²⁸

- Grado 1: desarrollo parcial de la raíz con lumen apical mayor que el diámetro del conducto. Desarrollo radicular hasta la mitad de su longitud total. Ápice abierto en embudo (raíz en 2/3 de formación).
- Grado 2: desarrollo casi completo de la raíz con lumen apical mayor que el conducto. Desarrollo radicular de 2/3 de su longitud y ápice de paredes divergentes. El conducto tiene forma de trombón.
- Grado 3: desarrollo completo radicular con lumen apical de igual diámetro que el conducto. Desarrollo radicular de 3/4 de su longitud y ápice de paredes paralelas.
- Grado 4: desarrollo completo radicular con diámetro apical más pequeño que el del conducto. Ápice abierto. Conducto con forma cilíndrica.
- Grado 5: desarrollo completo radicular con tamaño microscópico apical. El conducto presenta la forma cónica de la estructura adulta. Formación de unión cemento dentinaria 3 años después de la erupción permitiendo el cierre apical.

Cuando se requiere restaurar siguiendo los criterios de mínima intervención se deben seguir los siguientes principios:

- Conservar tejido remineralizable y no desmineralizado.
- Lograr un sellado adecuado mediante una restauración con márgenes sobre dentina sana y/o esmalte, controlando así la lesión e inactivando las bacterias residuales.

- Evitar la incomodidad/dolor y la ansiedad dental, ya que ambos influyen significativamente en la planificación del tratamiento y en los resultados.
- Mantener la salud de la pulpa preservando la dentina (evitar la irritación innecesaria de la pulpa) y evitando la exposición pulpar (es decir, dejar dentina blanda en la proximidad de la pulpa si es necesario).²⁹

Es importante proteger el complejo dentino-pulpar y restaurar con un material que asegure el correcto sellado de la cavidad y tenga dureza compresiva. Beautifil II es capaz de liberar iones de hidroxilo, calcio y fluoruro, resultando un material anticariogénico.³⁰

Para evaluar la remineralización que se obtiene después de restaurar un molar con HMI, se puede medir la densidad mineral anterior y posterior a la realización de la restauración, obteniendo la Fluorescencia Cuantitativa Inducida por Luz con la herramienta DIAGNOdent pen, que arroja valores numéricos de 00-99, donde 00 representa menor luz reflejada (mayor mineralización) y 99 mayor luz reflejada (menor mineralización).²²

Para conocer si una restauración mantiene su adaptación marginal, se puede medir utilizando un explorador y el criterio de Ryge modificado que considera Alpha (A) si el explorador no se retiene cuando es deslizado a través de la superficie de la restauración hacia el diente y si no hay una fisura visible en la periferia de la restauración. Bravo (B) cuando el explorador se retiene y se encuentra una fisura visible que el explorador puede penetrar, indicando que margen de la restauración no está adaptada correctamente a la estructura dental, la dentina no se encuentra expuesta y la restauración no es móvil. Charlie (C) cuando el explorador penetra la fisura extendida hasta la unión amelodentinaria.²⁷

Objetivo: presentar la densidad mineral del tejido adyacente a la restauración e integridad marginal de giómero en Hipomineralización Molar-Incisivo

Reporte de caso: paciente femenino de 9.2 años (Figura 17) se presentó a la clínica, en la anamnesis la paciente negó tener síntomas de dolor espontáneo ni provocado en el cuadrante inferior izquierdo.



Figura 17. Fotografía extraoral. Asimetrías de línea superciliar, bipupilar, comisural tercio inferior aumentado.

En la exploración clínica se observó mancha blanca opaca en vestibular, surcos y fosetas con pérdida de esmalte y dentina y pigmentaciones marrón, incluyendo 2/3 de la cara oclusal, sin incluir cúspides, las pruebas de percusión dieron resultados negativos y no presentó movilidad (Figura 18). En la exploración radiológica se observó área radiolúcida en esmalte y dentina. (Figura 19).



Figura 18. Fotografía intraoral de pieza dental #36. se observa mancha blanca opaca en vestibular. Surcos y fosetas con pérdida de esmalte y dentina y pigmentaciones marrón en 2/3 de la cara oclusal, sin incluir cúspides.



Figura 19. Radiografía intraoral de pieza dental #36. Se observa zona radiolúcida en esmalte y dentina. Desarrollo de la raíz Clase IV según Patterson.

Después de obtener el diagnóstico de Hipomineralización Molar-Incisivo código 1 o el índice MIH-TNI 1 lesión cariosa activa y cavitada Grupo I grado 2-3 con pulpa normal sin alteración periapical (Figura 20), se eliminó todo el tejido infectado e hipomineralizado para poder tener una buena adhesión.



Figura 20. Hipomineralización Molar-Incisivo. Molar #36 con HMI código 1, lesión cariosa cavitada activa Grupo I grado 2 con pulpa normal sin alteración periapical.

Primero se infiltró anestesia con la técnica mandibular utilizando mepivacaína al 2% (Saint-Maur-des-Fossés, France), después se realizó aislamiento absoluto utilizando dique de goma y la grapa 14A, se realizó la remoción del tejido dental cariado, se utilizó una fresa de alta velocidad #329 y cucharilla de dentina Hu Friedy para asegurar la eliminación hasta dentina dura. Mediante la técnica visual y táctil se llegó a la capa de dentina dura.

Por último, se realizó una restauración con el giómero Beautifil II (Shofu, Kyoto, Japan) (Figura 21) siguiendo las instrucciones del fabricante, se utilizó el adhesivo Beautibond (Shofu, Kyoto, Japan) y se devolvió función y estética. Se tomó una radiografía final inmediata (Figura 22). Se obtuvieron los siguientes resultados antes de la restauración:

- mesial: 63, vestibular: 65, distal: 62

Y después de la restauración:

- mesial: 08, vestibular: 06, distal: 08



Figura 21. Procedimiento de restauración de Molar #36 con giómero. **a)** Anestesia del nervio mandibular con Mepivacaína al 2%, **b)** Molar con Hipomineralización Molar-Incisivo código MIH-SSS 1. **c)** Monitor de DIAGNOdent pen muestra la FCIL inicial. **d)** Remoción del tejido dental infectado hasta dentina firme. **e)** Colocación de adhesivo Beautibond en la cavidad del molar #36. **f)** Se llevó a la cavidad el giómero con espátula de resina American Eagle. **g)** Finalizada la conformación de la restauración se fotopolimerizó durante 20 segundos con la lámpara LED 3M™ Elipar™ Deep Cure. **h)** Restauración con giómero finalizada. **i)** Medición de la integridad marginal según el criterio Ryge con explorador de un solo extremo No.23 Hu Friedy. **j)** Punta de DIAGNOdent pen colocada adyacente a la restauración para obtener la FCIL del molar #36.



Figura 22. Radiografía final inmediata.
Restauración de gómero con sellado adecuado.

Seguimiento: a los 3 meses se tomaron fotografías (Figura 23), radiografías (Figura 24), se evaluó la integridad marginal donde se obtuvo Alpha según el criterio de Ryge y se tomó la FCIL donde se obtuvieron los siguientes resultados de la FCIL:

- mesial: 02
- vestibular: 06
- distal: 03

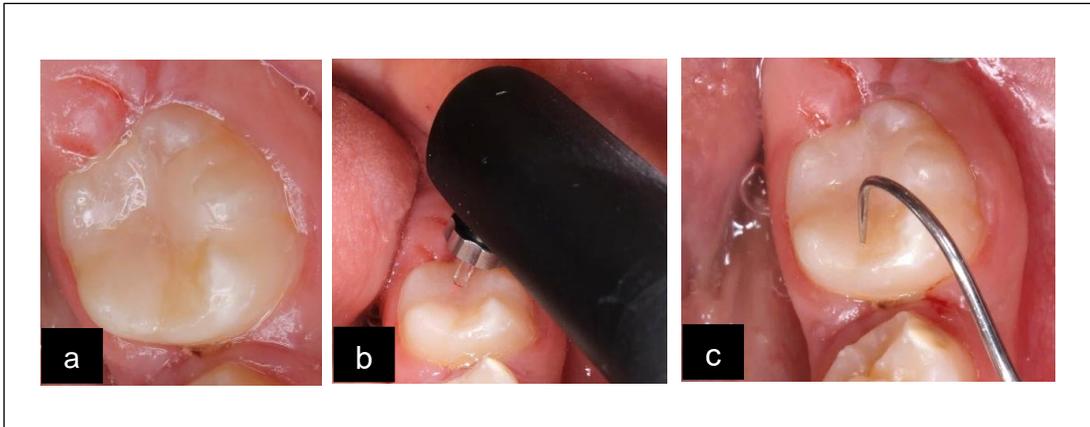


Figura 23. Seguimiento a los 3 meses. a) Molar #36 a los 3 meses de seguimiento. b) toma de FCIL con DIAGNOdent. c) evaluación de la integridad marginal.



Figura 24. Radiografía de seguimiento a los 3 meses Se observa restauración de giómero con sellado adecuado. Desarrollo de la raíz clasificación IV según Patterson.

A los 6 meses se tomaron fotografías (Figura 25), radiografías (Figura 26), se evaluó la integridad marginal donde se obtuvo Alpha según el criterio de Ryge y se tomó la FCIL donde se obtuvieron los siguientes resultados de la FCIL:

- mesial: 02
- vestibular: 05
- distal: 02

Se realizó una tabla para comparar las medidas obtenidas de la Fluorescencia Cuantitativa Inducida por Luz durante los 6 meses de seguimiento (tabla 11). También se realizó una tabla para comparar el mantenimiento de la restauración realizada con el giómero Beautifil II (Shofu, Kyoto, Japan) en el molar 36 (tabla 12).

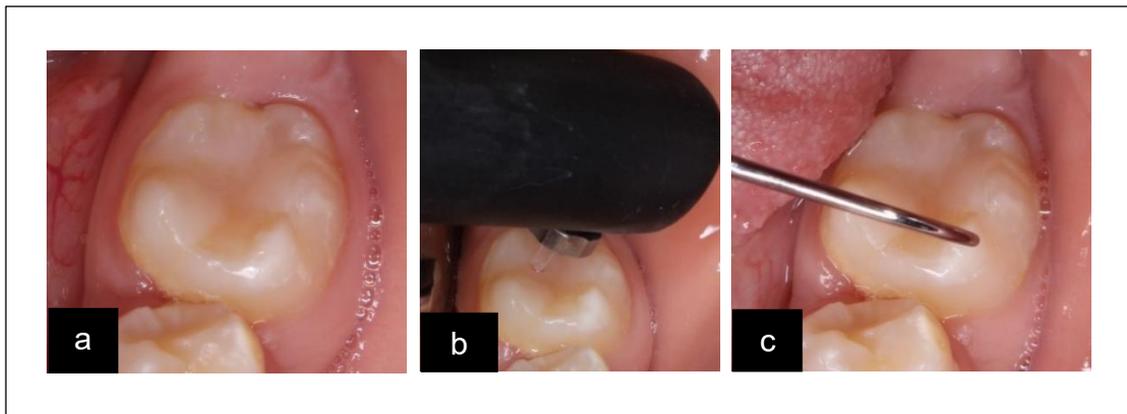


Figura 25. Seguimiento a los 6 meses. a) Molar #36 a los 6 meses de seguimiento. **b)** toma de FCIL con DIAGNOdent. **c)** evaluación de la integridad marginal.



Figura 26. Radiografía de seguimiento a los 6 meses Se observa restauración de giómero con sellado adecuado. Desarrollo de la raíz clasificación IV según Patterson.

Tabla 11. Valores del seguimiento de la medición de la FCIL del molar #36

	Antes de restaurar	Después de restaurar	3 meses	6 meses
Mesial	63	08	02	02
Vestibular	65	06	06	05
Distal	62	08	03	02

Tabla 12. Valores de la medición de Integridad Marginal del molar #36

	Después de restaurar	3 meses	6 meses
Molar #36	Alpha	Alpha	Alpha

Discusión: de acuerdo con Exterkate R. et al (2022) en el caso de la remineralización adyacente a la restauración con materiales liberadores de flúor que rodeaban la dentina se mantienen protegidos contra la desmineralización incluso después de que la liberación de fluoruro del material había disminuido, esto puede deberse a la recarga de iones de calcio y fluoruro.³²

Conclusión: el uso del giómero aumentó la densidad mineral del esmalte adyacente a la restauración y mantuvo una integridad marginal a los 6 meses de seguimiento, además de proporcionar fácil manipulación semejante a la resina convencional y estabilidad de la integridad marginal.

Referencias Bibliográficas

1. Clift F. Artificial methods for the remineralization of hydroxyapatite in enamel. *Mater. Today Chem.* 2021;(21):100-498
2. Kim MJ, Lee MJ, Kim KM, Yang SY, Seo JY, Choi SH, Kwon JS. Enamel Demineralization Resistance and Remineralization by Various Fluoride-Releasing Dental Restorative Materials. *Materials (Basel).* 2021;14(16):45-54.
3. Rusnac ME, Gasparik C, Irimie AI, Grecu AG, Mesaroş AŞ, Ducea D. Gionomers in dentistry - at the boundary between dental composites and glass-ionomers. *Med Pharm Rep.* 2019;92(2):123-128.
4. Naz F, Samad Khan A, Kader MA, Al Gelban LOS, Mousa NMA, Asiri RSH, Hakeem AS. Comparative evaluation of mechanical and physical properties of a new bulk-fill alkasite with conventional restorative materials. *Saudi Dent J.* 2021;33(7):666-673.
5. Bassir L., Nemati S, Neda H, Khanemasjedi M. The Effect of MIpaste Plus and Reminpro on Incipient Caries Using DIAGNOdent and SEM: An Invitro Study. *J Natl Med Assoc.* 2017;109(3):192-197.
6. Marin LM, Xiao Y, Cury JA, Siqueira WL. Engineered Salivary Peptides Reduce Enamel Demineralization Provoked by Cariogenic *S. mutans* Biofilm. *Microorganisms.* 2022;30(4):7-42.
7. Wierichs RJ, Lausch J, Meyer-Lueckel H, Esteves-Oliveira M. Re- and Demineralization Characteristics of Enamel Depending on Baseline Mineral Loss and Lesion Depth in situ. *Caries Res.* 2016;50(2):141-50.

8. Alhamed M, Almalki F, Alselami A, Alotaibi T, Elkwatehy W. Effect of different remineralizing agents on the initial carious lesions - A comparative study. *Saudi Dent J.* 2020;32(8):390-395.
9. Alfeel A, Laflouf M, AlKurdi M. Evaluating the effect of Clinpro Tooth Creme on remineralization of pre-carious White Spot Lesions in anterior primary teeth: Randomized controlled clinical trial. *Pediatric. Dent. J.* 2021;31(2):152-158.
10. Miletic V, Peric D, Milosevic M, Manojlovic D, Mitrovic N. Local deformation fields and marginal integrity of sculptable bulk-fill, low-shrinkage, and conventional composites. *Dent Mater.* 2016;32(11):1441-1451.
11. Khalid H, Aleesa N, Grosjean M, Hill R, Wong F. Characterization of a Bioactive SiO₂-CaO-CaF₂-Na₂O Glass Used in Composites. *Dent Mater.* 2021;37(1):1-9.
12. Kelić K, Par M, Peroš K, Šutej I, Tarle Z. Fluoride-Releasing Restorative Materials: The Effect of a Resinous Coat on Ion Release. *Acta Stomatol Croat.* 2020;54(4):371-381.
13. Lacruz RS, Habelitz S, Wright JT, Paine ML. Dental enamel formation and implications for oral health and disease. *Physiol Rev.* 2017;1;97(3):939-993.
14. Gil-Bona A, Bidlack FB. Tooth Enamel and its Dynamic Protein Matrix. *Int J Mol Sci.* 2020;23(12):44-58.
15. Rodd HD, Graham A, Tajmehr N, Timms L, Hasmun N. Molar Incisor Hypomineralisation: Current Knowledge and Practice. *Int Dent J.* 2021;71(4):285-291.

16. Cabral RN, Nyvad B, Soviero VLVM, Freitas E, Leal SC. Reliability and validity of a new classification of MIH based on severity. *Clin Oral Investig*. 2020;24(2):727-734.
17. Enax, J.; Amaechi, B.T., Farah, R., Liu, J.A.; Schulze zur, Wiesche, E., Meyer, F. Remineralization Strategies for Teeth with Molar Incisor Hypomineralization (MIH): A Literature Review. *Dent. J.* 2023;11(3):80-85.
18. Steffen R, Krämer N, Bekes K. The Würzburg MIH concept: the MIH treatment need index (MIH TNI): A new index to assess and plan treatment in patients with molar incisor hypomineralisation (MIH). *Eur Arch Paediatr Dent*. 2017;18(5):355-361.
19. Abou Neel EA, Aljabo A, Strange A, Ibrahim S, Coathup M, Young AM, Bozec L, Mudera V. Demineralization-remineralization dynamics in teeth and bone. *Int J Nanomedicine*. 2016;19(11):4743-4763.
20. Adsul PS, Dhawan P, Tuli A, *et al.* Evaluation and Comparison of Physical Properties of Cention N with Other Restorative Materials in Artificial Saliva: An *In Vitro* Study. *Int J Clin Pediatr Dent* 2022;15(3):350–355.
21. Chen L, Sadananda V, Shetty C, Hegde M, Bhat G. Comparative evaluation of microleakage around class v cavities restored with new alkasite material and two different flowable composite resin- an in vitro study. *J Dent Med*. 2018;3(1):1–9.
22. Rashid MF, Karobari MI, Halim MS, Noorani TY. Effectiveness of Visual-Tactile Examination and DIAGNOdent Pen in Detecting Early Enamel Caries and Its Remineralisation: An In Vitro Study. *Biomed Res Int*. 2022;(22):1-28.

23. Dąbrowski P, Grzelak J, Kulus M, Staniowski T. Diagnodent and VistaCam may be unsuitable for the evaluation of dental caries in archeological teeth. *Am J Phys Anthropol.* 2019;168(4):797–808.
24. Achilleos E, Rahiotis C, Kavvadia K, Vougiouklakis G. In vivo validation of Diagnodent and Vista proof devices vs ICDAS clinical criteria on incipient carious lesions in adults. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2021; (34):102-252.
25. Ryge G, Snyder M. Evaluating the clinical quality of restorations. *J Am Dent Assoc.* 1973;87(2):369-77.
26. Lygidakis NA, Garot E, Somani C, Taylor GD, Rouas P, Wong FSL. Best clinical practice guidance for clinicians dealing with children presenting with molar-incisor-hypomineralisation (MIH): an updated European Academy of Paediatric Dentistry policy document. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2022;23(1):3-21.
27. Ryge G, DeVincenzi RG. Assessment of the clinical quality of health care. Search for a reliable method. *Eval Health Prof.* 1983;6(3):311-26.
28. Velásquez-Reyes V, Álvarez-Páucar M. Tratamiento pulpar en la apexificación del diente inmaduro mediante agregado de trióxido mineral. *Odontología Sanmarquina.* 2009;12(1):29-32.
29. Schwendicke F, Frencken JE, Bjørndal L, Maltz M, Manton DJ, Ricketts D, Van Landuyt K, Banerjee A, Campus G, Doméjean S, Fontana M, Leal S, Lo E, Machiulskiene V, Schulte A, Splieth C, Zandona AF, Innes NP. Managing Carious Lesions: Consensus Recommendations on Carious Tissue Removal. *Adv Dent Res.* 2016;28(2):58-67.

30. Colceriu Burtea L, Prejmerean C, Prodan D, Baldea I, Vlassa M, Filip M, Moldovan M, Moldovan ML, Antoniac A, Prejmerean V, Ambrosie I. New Pre-reacted Glass Containing Dental Composites (giomers) with Improved Fluoride Release and Biocompatibility. *Materials (Basel)*. 2019;12(23):4021.
31. Hickel R, Roulet JF, Bayne S, Heintze SD, Mjör IA, Peters M, Rousson V, Randall R, Schmalz G, Tyas M, Vanherle G. Recommendations for conducting controlled clinical studies of dental restorative materials. *Clin Oral Investig*. 2007;11(1):5-33.
32. Exterkate RAM, Brandt BW, Crielaard W. Effects of Surface Prereacted Glass on Saliva-Derived Polymicrobial Biofilms in an Active Attachment Biofilm Model. *Caries Res*. 2022;56(3):215-225.

Anexos

Anexo 1

CARTA DE CONFLICTOS DE INTERÉS

Manifiesto, bajo protesta de decir verdad, ante el Comité de Estudios de Posgrado de la Especialidad en Odontología Pediátrica de la Facultad de Odontología Campus Tijuana de la Universidad Autónoma de Baja California, que la integridad de la investigación titulada *Remineralización del esmalte adyacente e integridad marginal con alkasite y giómero en hipomineralización, in vitro*, NO esta indebidamente influenciada por un interés secundario de carácter económico o personal, en términos de lo establecido por el artículo 15.2 de la Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos de que los beneficios no deben constituir incentivos indebidos para participar en las actividades de investigación.



Valeria Dominguez Sandoval

CARTA DE CONFIDENCIALIDAD

Yo Valeria Dominguez Sandoval, con capacidad para realizar actos jurídicos, en mi carácter de Estudiante de la Especialidad en Odontología Pediátrica de la Universidad Autónoma de Baja California, manifiesto que toda la información individual recabada (datos, imágenes, materiales, así como los resultados de laboratorio de los participantes, generada o utilizada en el desarrollo de estudio, en particular de los asociados al proyecto: *Remineralización del esmalte adyacente e integridad marginal con alkasite y glómero en hipomineralización, in vitro*, son propiedad exclusiva de los investigadores y de ninguna manera serán divulgados. Dicha información se tratará en la manera más confidencial posible, de conformidad en las leyes locales, estatales y federales de la Ley General de Salud y de los artículos 17 al 23 en caso de investigación. La información personal de los participantes, relacionada con este estudio se mantendrá como confidencial en todo momento.

Firmo de conformidad la presente para los efectos legales y administrativos necesarios, sin que medie vicio alguno que impida su celebración, plena validez y existencia.



Valeria Dominguez Sandoval

25/10/2023