

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE MEDICINA HUMANA

ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA



TESIS

**EFFECTO DEL TIEMPO DE FOTOCURADO E INTENSIDAD
DE LUZ SOBRE EL SELLADO MARGINAL EN RESTAURACIONES
CLASE I DE RESINAS BULK FILL, CUSCO - 2025**

PRESENTADO POR:

Br. VIANEY CAROLINA DIAZ SANCHEZ

**PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL
DE CIRUJANO DENTISTA**

ASESOR:

Mg. ROQUE EDGAR BERRIO BENAVENTE

CUSCO – PERÚ

2025



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor ROQUE EDGAR BERRIO BENAVENTE
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: "EFECTO DEL TIEMPO DE FOTOCURADO E
INTENSIDAD DE LUZ SOBRE EL SELADO MARGINAL EN RESTAURACIONES
CLASE I DE RESINAS BULK FIL, CUSCO - 2025"

Presentado por: YIANEY CAROLINA DIAZ SANCHEZ DNI N° 73254401;
presentado por: DNI N°:
Para optar el título Profesional/Grado Académico de CIRUJANO DENTISTA

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de
Similitud en la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 6.....%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	<u>X</u>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto**
las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 04 de diciembre de 2025

Edgar Berrio B.

Firma

Post firma R. Edgar Berrio Benavente

Nro. de DNI 23863007

ORCID del Asesor 0009-0000-0077-854X

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: **oid:** 27259:536279704

VIANEY CAROLINA DIAZ SANCHEZ

EFECTO DEL TIEMPO DE FOTOCURADO E INTENSIDAD DE LUZ SOBRE EL SELLADO MARGINAL EN RESTAURACIONES C...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:536279704

Fecha de entrega

4 dic 2025, 8:28 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

4 dic 2025, 8:34 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

EFECTO DEL TIEMPO DE FOTOCURADO E INTENSIDAD DE LUZ SOBRE EL SELLADO MARGINAL EN R....pdf

Tamaño del archivo

4.1 MB

84 páginas

17.187 palabras

98.940 caracteres




6% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)
- Trabajos entregados

Fuentes principales

- 6%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A mis padres, con infinito amor y gratitud, por su sacrificio, esfuerzo y apoyo incondicional. Gracias por enseñarme con su ejemplo el valor de la perseverancia y la humildad.

A mis hermanas y sobrinos, por estar siempre presentes con su cariño, alegría y compañía, recordándome que la unión familiar es un motor que impulsa mis sueños.

A mi compañero de vida, por su amor, paciencia y apoyo incondicional, y a mi hija, mi más grande amor y motivo de lucha, a quien entrego este logro con todo mi corazón.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la vida, la fortaleza necesaria y por ser mi refugio en los momentos de dificultad, permitiéndome culminar este trabajo.

A mi amada familia, por su amor, comprensión y apoyo constante, que han sido el motor y la inspiración en cada etapa de mi vida.

A mi querida Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, por brindarme las herramientas necesarias para mi formación profesional.

A los doctores y docentes que me apoyaron durante este proceso, compartiendo generosamente su experiencia y brindándome acceso a los laboratorios, contribuyendo de manera invaluable al desarrollo de esta investigación. De manera especial al Esp. CD. Elmer Jurado Zapata, cuya orientación fue fundamental para la validez de este estudio.

A mi asesor, Mg. Roque Edgar Berrio Benavente, por su guía, dedicación y valiosas recomendaciones, que me permitieron culminar con éxito este trabajo académico.

Finalmente, a mis compañeras y amigas, quienes con su apoyo, compañía y palabras de aliento me acompañaron en este camino, recordándome la importancia de la amistad sincera.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ABREVIATURAS.....	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	xi
CAPITULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Caracterización del problema	1
1.2. Formulación del problema.....	2
1.2.1. Problema general.....	2
1.2.2. Problemas específicos.....	2
1.3. Justificación	3
1.3.1. Relevancia social	3
1.3.2. Valor teórico	3
1.3.3. Conveniencia.....	3
1.3.4. Implicancias prácticas	3
1.3.5. Utilidad metodológica	4
1.4. Objetivos de la investigación.....	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Delimitación del estudio	4
1.5.1. Delimitación espacial.....	4
1.5.2. Delimitación temporal.....	5
1.6. Limitaciones del estudio.....	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1. Estudios previos.....	6
2.1.1. Estudios Internacionales	6
2.1.2. Estudios Nacionales	8

2.2. Bases teóricas	11
2.2.1. Resinas Compuestas	11
2.2.2. Fotopolimerización	14
2.2.3. Lámparas de fotopolimerización.....	18
2.2.4. Sellado Marginal	21
2.3. Definición de términos básicos.....	23
CAPITULO III.....	25
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
3.1. Diseño de investigación	25
3.2. Tipo de investigación	25
3.3. Población	25
3.4. Muestra	25
3.4.1. Criterios de selección de la muestra	25
3.4.2. Tipo de muestreo	26
3.5. Unidad de análisis.....	26
3.6. Variables	26
3.6.1. Identificación de variables.....	26
3.6.2 Operacionalización de variables	26
3.7. Hipótesis	27
3.7.1. Hipótesis general	27
3.8. Técnica e instrumento de recolección de datos	27
3.8.1. Técnica de recolección de datos.....	27
3.8.2. Instrumento.....	27
3.8.3 Procedimientos	27
3.9. Validez y confiabilidad de instrumentos.....	30
3.10. Prueba piloto.....	30
3.11. Calibración	30
3.12. Plan de análisis de datos	31
3.13. Aspectos éticos.....	31
3.15. Recursos.....	32
3.15.1. Recursos Humanos	32
3.15.2. Recursos Materiales	32
CAPITULO IV	34
RESULTADOS.....	34

4.1. Resultados respecto al objetivo general.....	34
4.2. Resultados respecto a los objetivos específicos	35
CAPITULO V	39
DISCUSIÓN Y COMENTARIOS	39
CONCLUSIONES	43
SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES.....	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
ANEXOS.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Efecto del tiempo de fotocurado e intensidad de luz sobre el sellado marginal en restauraciones de clase I	34
Tabla 2. Comparación del sellado marginal en restauraciones de clase I, fotopolimerizadas a una intensidad de 1200 mW/cm ² durante 10 y 20 segundos.	35
Tabla 3. Comparación del sellado marginal en restauraciones de clase I, fotopolimerizadas a una intensidad de 2500 mW/cm ² durante 10 y 20 segundos.	36
Tabla 4. Comparación del sellado marginal en restauraciones de clase I, fotopolimerizadas durante 10 segundos a intensidades de 1200 y 2500 mW/cm ²	37
Tabla 5. Comparación del sellado marginal en restauraciones de clase I, fotopolimerizadas durante 20 segundos a una intensidades de 1200 y 2500 mW/cm ²	38

ABREVIATURAS

OMS: Organización Mundial de la Salud

LED: *Light Emitting Diode* (Diodo emisor de luz)

UFP: Unidad de fotopolimerización

SEM: *Scanning Electron Microscopy* (Microscopía electrónica de barrido)

QTH: *Quartz Tungsten Halogen* (Lámpara halógena de cuarzo-tungsteno)

RESUMEN

La correcta fotopolimerización de las resinas compuestas es fundamental para garantizar la durabilidad y el sellado marginal de las restauraciones dentales.

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto del tiempo de fotocurado y de la intensidad de luz sobre el sellado marginal en restauraciones de clase I con resina *bulk fill*. Se realizó un estudio de tipo experimental *in vitro* y de enfoque cuantitativo, con 40 premolares distribuidos en cuatro grupos según la combinación de la intensidad de luz (1200 y 2500 mW/cm²) y del tiempo de fotocurado (10 y 20 segundos). Las cavidades fueron restauradas con resina Beautifil Bulk Restorative, empleando la técnica de grabado total. Posteriormente, las muestras se sometieron a 1000 ciclos de termociclado, se sumergieron en una solución de azul de metileno al 2% y fueron evaluadas bajo un estereomicroscopio. Los datos fueron analizados mediante las pruebas de U de Mann-Whitney y Kruskal-Wallis, con un nivel de significancia del 5%.

Los resultados demostraron que el tiempo y la intensidad de luz influyeron significativamente en el sellado marginal ($p = 0.001$). A 1200 mW/cm², el tiempo de 10 segundos generó mayor microfiltración, mientras que 20 segundos mejoró significativamente el sellado ($p = 0.001$). En contraste, a 2500 mW/cm², el tiempo de 10 segundos obtuvo mejor sellado, mientras que 20 segundos incrementó la microfiltración ($p = 0.001$).

En conclusión, el sellado marginal depende de la adecuada relación entre ambos parámetros, ya que tanto una dosis insuficiente como una dosis excesiva de energía incrementan la microfiltración.

PALABRAS CLAVE: Resina compuesta, Resinas bulk fill, Microfiltración, Fotopolimerización.

ABSTRACT

Proper photopolymerization of composite resins is essential to ensure the durability and marginal sealing of dental restorations.

The objective of this study was to evaluate the effect of curing time and light intensity on the marginal sealing of Class I restorations using a bulk fill resin. An *in vitro* experimental study with a quantitative approach was conducted on 40 premolars, distributed into four groups according to the combination of light intensity (1200 and 2500 mW/cm²) and curing time (10 and 20 seconds). The cavities were restored with Beautifil Bulk Restorative resin using the total-etch technique. The samples were subjected to 1000 thermocycling cycles, immersed in a 2% methylene blue solution, and evaluated under a stereomicroscope. Data were analyzed using Mann-Whitney U and Kruskal-Wallis tests, with a significance level set at 5%.

The results showed that curing time and light intensity had a significant effect on marginal sealing ($p = 0.001$). At 1200 mW/cm², a curing time of 10 seconds resulted in greater microleakage, while 20 seconds significantly improved the seal ($p = 0.001$). In contrast, at 2500 mW/cm², a curing time of 10 seconds produced a better seal, whereas 20 seconds increased microleakage ($p = 0.001$).

In conclusion, the marginal seal depends on the appropriate relationship between both parameters, since both insufficient and excessive energy doses increased microleakage.

KEY WORDS: Composite resins, Bulk-fill resin, Microleakage, Photopolymerization.

INTRODUCCIÓN

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la caries dental constituye uno de los problemas de salud más prevalentes a nivel mundial, afectando aproximadamente al 90% de la población. Su tratamiento implica la remoción del tejido afectado y la posterior restauración de la pieza dentaria, lo que ha impulsado constantes avances en la odontología restauradora. (1,2) Estos avances se reflejan no solo en el desarrollo de resinas compuestas con mejores propiedades físicas, químicas y mecánicas, sino también en la incorporación de modernas unidades de fotopolimerización (UFP), en particular, las lámparas de diodos emisores de luz (LED), que ofrecen mayor intensidad lumínica y un espectro de emisión optimizado.(3,4)

El proceso de fotopolimerización es fundamental para garantizar un adecuado desempeño clínico de las restauraciones. La intensidad de luz y el tiempo de fotocurado influyen directamente en el grado de conversión de la resina, lo que a su vez repercute en su resistencia, estabilidad dimensional y adaptación marginal. Una correcta polimerización favorece la longevidad de las restauraciones, mientras que una inadecuada puede comprometer la integridad de la restauración. (5)

En este contexto, las resinas *bulk fill* han ganado popularidad ya que permiten su aplicación en incrementos de mayor volumen, reduciendo el tiempo clínico y ofreciendo menor contracción de polimerización.(6) Sin embargo, su comportamiento frente a diferentes combinaciones de intensidad y tiempos de fotocurado aún no está plenamente establecido, lo que motiva la realización de nuevas investigaciones orientadas a optimizar la práctica clínica y garantizar resultados predecibles.

De esta manera, este trabajo de investigación cuenta con la siguiente estructura: el Capítulo I presenta el planteamiento y caracterización del problema; el Capítulo II desarrolla todo el marco teórico y conceptual; el Capítulo III describe los materiales y métodos utilizados; el Capítulo IV expone los resultados obtenidos; y el Capítulo V incluye la discusión, conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Caracterización del problema

La odontología restauradora enfrenta el desafío de ofrecer tratamientos que no solo restituyan la función y la estética dental, sino que también garanticen una adecuada longevidad clínica. El éxito de las restauraciones con resinas compuestas depende en gran medida de la calidad del sellado marginal, factor clave para prevenir la microfiltración, sensibilidad posoperatoria, recurrencia de caries y, en última instancia, el fracaso de la restauración. La microfiltración, definida como el paso de fluidos, bacterias y sustancias a través de la interfase diente-restauración, sigue siendo una de las principales causas del reemplazo de restauraciones.(7)

Entre los múltiples factores que afectan el sellado, la intensidad de luz y el tiempo de fotocurado desempeñan un papel decisivo, pues determinan el grado de conversión de la resina y, con ello, la influencia directa en sus propiedades mecánicas y en su estabilidad dimensional. Un grado de conversión insuficiente puede producir una matriz orgánica débil y más susceptible a la degradación hidrolítica y al desgaste; en contraste, un exceso de contracción de polimerización puede comprometer la adaptación marginal y favorece la microfiltración.(8)

El desarrollo de lámparas LED de segunda y tercera generación ha permitido alcanzar potencias lumínicas más altas y tiempos de fotocurado variables. Como resultado, en la práctica clínica se cuenta con unidades de fotopolimerización de diferentes generaciones y niveles de intensidad, pero, no siempre se conoce ni se verifica la intensidad real emitida. Esta falta de control puede llevar a la aplicación de protocolos estandarizados, empleando tiempos empíricos basados en la experiencia o en recomendaciones externas, lo cual no garantiza la entrega adecuada de la energía total necesaria para una polimerización óptima.

A nivel internacional, diversos estudios, como el de Kopperud *et al.*(9), han reportado que un porcentaje significativo de restauraciones fallan por defectos marginales en periodos relativamente cortos. Este escenario ha impulsado la evaluación de parámetros como la intensidad y el tiempo de fotocurado; no obstante, la evidencia disponible continúa mostrando resultados divergentes.

Mientras que Puthiyapurayil *et al.*(10) señalaron que un mayor tiempo disminuye la microfiltración, Lu *et al.*(11) no encontraron diferencias significativas. En contraste, Altamirano (12) reportó que el exceso de energía compromete el comportamiento marginal. Esta falta de consenso refleja la necesidad de mayor investigación sobre los parámetros óptimos de polimerización.

A nivel Nacional, la literatura disponible aún es limitada en cuanto a estudios que evalúen específicamente la interacción entre estos parámetros sobre el sellado marginal. Sin embargo, existen investigaciones que abordan factores estrechamente relacionados, lo que aporta un panorama amplio del problema y confirma que la interacción entre los parámetros mencionados es relevante.

En la ciudad del Cusco, la información es aún más escasa, pues no se han identificado estudios que evalúen esta relación. Esta situación adquiere mayor relevancia considerando el uso creciente de las resinas *bulk fill*, material de reciente introducción que, aunque diseñados para disminuir la contracción de polimerización, aún representan un desafío clínico por las tensiones residuales que pueden comprometer el sellado marginal. (13)

En tal sentido, y considerando lo expuesto, resulta pertinente desarrollar una investigación, que permita esclarecer dicha relación, aportando datos que orienten la práctica clínica y optimicen los resultados restauradores en nuestro contexto.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el efecto del tiempo de fotocurado y de la intensidad de luz sobre el sellado marginal en restauraciones de clase I con resinas bulk fill, Cusco - 2025?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuál es la diferencia en el sellado marginal de restauraciones de clase I, fotopolimerizadas a una intensidad de 1200 mW/cm² durante 10 y 20 segundos?
2. ¿Cuál es la diferencia en el sellado marginal de restauraciones de clase I, fotopolimerizadas a una intensidad de 2500 mW/cm² durante 10 y 20 segundos?

3. ¿Cuál es la diferencia en el sellado marginal de restauraciones de clase I, fotopolimerizadas a intensidades de 1200 y 2500 mW/cm² durante 10 segundos?
4. ¿Cuál es la diferencia en el sellado marginal de restauraciones de clase I, fotopolimerizadas a intensidades de 1200 y 2500 mW/cm² durante 20 segundos?

1.3. Justificación

1.3.1. Relevancia social

Esta investigación contribuirá a mejorar la calidad y durabilidad de las restauraciones de resina compuesta, principalmente de las resinas *bulk fill*, mediante la correcta aplicación de la intensidad de luz y el tiempo de fotocurado. Esto permitirá optimizar el sellado marginal y reducir la microfiltración, previniendo complicaciones clínicas como la caries secundaria y la sensibilidad posoperatoria. De este modo, se promueve la salud bucal y la calidad de vida de la población, evitando tratamientos repetitivos que generen costos adicionales tanto para el paciente como para el sistema de salud.

1.3.2. Valor teórico

Busca ampliar el conocimiento existente sobre la influencia de ambas variables sobre el sellado marginal de las resinas *bulk fill*, ya que la interacción entre ellas no se encuentra ampliamente desarrollada en la literatura científica. Por ello, su análisis fortalece la base conceptual de la odontología restauradora y ofrece evidencia relevante para futuras investigaciones.

1.3.3. Conveniencia

El tema abordado es actual, pertinente y responde a la necesidad concreta en la odontología restauradora moderna; conocer y aplicar correctamente los parámetros de fotopolimerización, como el tiempo y la intensidad de luz. Esto permitirá optimizar los protocolos clínicos y ofrecer criterios científicos que respalden la toma de decisiones.

1.3.4. Implicancias prácticas

Los hallazgos de este estudio permitirán orientar al estudiante y al profesional en la elección adecuada de los parámetros de fotopolimerización evaluados. De esta manera, podrán seleccionar el tiempo de fotocurado más idóneo según la

intensidad de luz que presenten sus lámparas, ajustando sus protocolos clínicos de manera informada y otorgando un enfoque individualizado al momento de emplear las resinas compuestas del tipo *bulk fill*.

1.3.5. Utilidad metodológica

Aporta valor metodológico al utilizar un diseño experimental con enfoque cuantitativo y nivel explicativo, lo cual permite establecer relaciones causales sobre cómo afecta el tiempo de exposición e intensidad de luz sobre el sellado marginal. Para garantizar la reproducibilidad y comparabilidad de los resultados, se adoptó la metodología establecida en la norma ISO/TS 11405:2015.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el efecto del tiempo de fotocurado y de la intensidad de luz sobre el sellado marginal en restauraciones de clase I con resina bulk fill, Cusco - 2025

1.4.2. Objetivos específicos

1. Comparar el sellado marginal de restauraciones de clase I, fotopolimerizadas a una intensidad de 1200 mW/cm² durante 10 y 20 segundos.
2. Comparar el sellado marginal en restauraciones de clase I, fotopolimerizadas a una intensidad de 2500 mW/cm² durante 10 y 20 segundos.
3. Comparar el sellado marginal de restauraciones de clase I, fotopolimerizadas a intensidades de 1200 y 2500 mW/cm² durante 10 segundos.
4. Comparar el sellado marginal de restauraciones de clase I, fotopolimerizadas a intensidades de 1200 y 2500 mW/cm² durante 20 segundos.

1.5. Delimitación del estudio

1.5.1. Delimitación espacial

La investigación se desarrolló en la ciudad del Cusco. La elaboración de las muestras se realizó en un consultorio dental privado, mientras que el termociclado manual se llevó a cabo en el laboratorio de Investigación en Genética y Genética molecular y la evaluación de la microfiltración en el laboratorio de Parasitología, ambos laboratorios de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

1.5.2. Delimitación temporal

La fase experimental de la investigación, que comprendió la recolección de muestras dentarias, preparación de las restauraciones, el termociclado y la evaluación de la microfiltración, se desarrolló en el periodo comprendido entre abril y agosto del 2025.

1.6. Limitaciones del estudio

Entre las limitaciones de este estudio se encuentra que, al ser de tipo *in vitro*, no reproduce de manera exacta el entorno clínico, donde influyen factores adicionales como la humedad, el flujo salival y la carga masticatoria. Además, la variabilidad anatómica propia de los dientes dificultó la estandarización absoluta en la preparación de cavidades de clase I, lo cual pudo generar ligeras variaciones en el volumen y por ende, en la distribución de la resina compuesta.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Estudios previos

2.1.1. Estudios Internacionales

Lu Y, et al. (China-2025) realizaron su trabajo titulado “Efecto del fotocurado de alta irradiancia sobre la microfiltración del sellador de fisuras de resina” cuyo objetivo fue evaluar el efecto de la fotopolimerización de alta irradiancia con un tiempo más corto sobre la microfiltración de un sellador. Estudio de tipo experimental *in vitro*, cuantitativo y transversal, donde la muestra estuvo conformada por 100 molares distribuidos en cinco grupos ($n = 20$), empleando intensidades de 1000 y 3200 mW/cm² con exposiciones de 3, 6 y 20 segundos. Las muestras se sometieron a 250 ciclos de termociclado, inmersión en azul de metileno al 2%, y posterior evaluación del sellado marginal en un estereomicroscopio. El análisis estadístico se realizó con la prueba de Kruskal-Wallis. Los resultados demostraron que todos los grupos presentaron microfiltración, sin embargo, no se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$). Concluyendo que los patrones de fotopolimerización de alta irradiación y menor duración no afectaron significativamente la microfiltración del sellador de fisuras.(14)

Lu Y, et al. (China- 2025) realizaron su trabajo titulado “Efecto del fotocurado rápido de alta intensidad sobre la microfiltración en composites de resinas convencionales y de relleno masivo” cuyo objetivo fue comparar el efecto de la fotopolimerización de alta intensidad frente a la convencional en la microfiltración de resinas compuestas convencionales y de relleno en bloque. Estudio experimental *in vitro*, donde la muestra estuvo conformada por 60 molares, en los que se confeccionaron cavidades de clase V en superficies mesiales y distales, restauradas con una resina compuesta convencional y una *bulk fill*. Las muestras se fotopolimerizaron con dos intensidades: 1000 mW/cm² durante 10 y 20 segundos y 3200 mW/cm² durante 3 y 6 segundos. Posteriormente fueron sometidas a 57 ciclos de termociclado, luego sumergidas en azul de metileno al 2% y, finalmente, evaluadas mediante un estereomicroscopio. El análisis estadístico se realizó mediante la prueba de Kruskal-Wallis. Los resultados mostraron que en la resina

bulk fill no hubo diferencias significativas entre los modos de irradiación ($p>0.05$), mientras que, en la resina convencional sí hubo diferencia significativa ($p<0.05$). Concluyendo que el empleo de luz de alta potencia y corta duración no resulta adecuado para todos los materiales. (11)

Puthiyapurayil G, et al. (India-2024) realizaron su trabajo titulado “Efecto del tiempo de fotopolimerización en la resistencia al cizallamiento y la microfiltración de adhesivos ortodónticos: Estudio *in vitro*” cuyo objetivo fue evaluar la resistencia adhesiva al cizallamiento y la microfiltración de tres adhesivos diferentes a los 10, 15 y 20 segundos de fotopolimerización. Estudio de tipo experimental, transversal y cuantitativo. La muestra estuvo conformada por 45 premolares, divididos en tres grupos según el adhesivo utilizado y a su vez subdividido en tres subgrupos (10s, 15s y 20s). Se empleó una maquina universal de ensayos y perfilador óptico 3D para valorar el cizallamiento y la microfiltración respectivamente. Las muestras se sumergieron en azul de metileno al 0.5%. Los datos fueron analizados mediante las pruebas de ANOVA de una vía y ANOVA de medidas repetidas. Los resultados demostraron que la mayor microfiltración se observó con *Orthofix* fotopolimerizado durante 10 segundos, mientras que la menor microfiltración correspondió a *Transbond XT* a los 15 segundos. Concluyendo que la microfiltración disminuye a medida que se aumenta el tiempo de fotocurado. (10)

Altamirano J. (Ecuador- 2023) realizó su trabajo titulado “Influencia del fotocurado en la filtración marginal de restauraciones de resinas compuestas con dos sistemas adhesivos” cuyo objetivo fue establecer qué tipo de lámpara tiene un menor grado de microfiltración en relación con los sistemas adhesivos de quinta y séptima generación. Estudio cuantitativo, experimental *in vitro*, donde la muestra estuvo conformada por 80 premolares. Se realizó cavidades de clase II, para posteriormente ser restaurados y fotocurados con 2 tipos de lámparas LED: *LED B* a una intensidad de 1978 mW/cm^2 y la *I LED* a una intensidad de 2070 mW/cm^2 , ambas aplicadas durante 15 segundos. El análisis estadístico empleado fue la prueba de Shapiro-Wilk, Kruskal-Wallis y corrección de Bonferroni. Los resultados demostraron diferencias significativas ($p<0.001$) en las combinaciones con adhesivo de séptima generación, destacando la lámpara *I-LED* como la más efectiva, mientras que la comparación entre los otros grupos no presentó diferencia significativa. Concluyendo que, la lámpara *I LED* mostró mejor efectividad en la

disminución de la microfiltración marginal durante el proceso de fotocurado en restauraciones de resinas compuestas.(12)

Yücel M, et al. (Turquía-2023) realizaron su trabajo titulado “Evaluación de la microfiltración y de la eficiencia de la fotopolimerización en diferentes métodos de estratificación de dispositivos de luz LED de nueva generación” cuyo objetivo fue evaluar los valores de microfiltración, utilizando dos resinas compuestas, con tres métodos de estratificación y cinco lámparas LED de segunda y tercera generación. La muestra estuvo conformada por 150 molares inferiores, donde se realizaron cavidades de clase II. Las restauraciones se realizaron con resina compuesta nanocerámica y resina compuesta de relleno masivo (*SDR flow*), empleando tres métodos de estratificación (masivo, horizontal y centrípeta) con intensidades entre 1000 y 3200 mW/cm² y tiempos de exposición de 20 y 40 segundos. Posteriormente, las muestras fueron sometidas a 1500 ciclos de termociclado, luego sumergidas en azul de metileno al 0,2% y, finalmente, evaluadas a través de un estereomicroscopio. El análisis estadístico empleado fue de Kruskal Wallis y U de Mann Whitney. Los resultados mostraron que ni el método de estratificación ni la lámpara influyeron significativamente ($p = 0.7683$). Se concluyó que tanto la técnica de estratificación como el uso de unidades LED de segunda y tercera generación no producen diferencias estadísticamente significativas en el sellado marginal.(15)

2.1.2. Estudios Nacionales

López Y, et al. (Lima- 2023) realizaron su trabajo titulado “Microfiltración de restauraciones de resina compuesta Bulk Fill de clase II curadas con diodo emisor de luz versus luz halógena de tungsteno de cuarzo: un estudio *in vitro* en dientes humanos”, cuyo objetivo fue evaluar la microfiltración en restauraciones clase II realizadas con resinas *bulk fill*, fotopolimerizadas con lámparas LED de tercera generación y una lámpara halógena (QTH). Estudio de tipo experimental *in vitro*, donde la muestra incluyó 30 molares, en los cuales se confeccionaron 60 cavidades de clase II. Se compararon tres protocolos de fotocurado: 700 mW/cm² por 40 segundos, 1200 mW/cm² y 1000 mW/cm² por 10 segundos. Las muestras fueron sometidas a 20000 ciclos de termociclado e inmersas en nitrato de plata al 1M. El análisis estadístico empleado fue Kruskal-Wallis y U de Mann-Whitney. Los resultados demostraron que no existe diferencias significativas entre los grupos

($p > 0.05$). Concluyendo que el tipo de lámpara y la combinación de tiempo e intensidad no influyeron de manera significativa en el grado de microfiltración.(16)

Agui J, Ilizarbe J. (Huancayo-2021) realizaron su trabajo titulado “Influencia del tiempo de fotopolimerización de un adhesivo universal en el grado de microfiltración en restauraciones directas con resina compuesta. Huancayo- 2021” cuyo objetivo fue evaluar la influencia del tiempo de fotopolimerización de un adhesivo universal sobre el grado de microfiltración en restauraciones con resina compuesta. El diseño fue experimental, transversal y explicativo. La muestra incluyó 40 incisivos de bovino, divididos en grupos según el tiempo de fotopolimerización (10, 20 y 30 segundos). Se realizaron cavidades de clase V y restauradas con resina convencional. La fotopolimerización se realizó a una intensidad de 1000 mW/cm². Posteriormente fueron sometidas a 200 ciclos de termociclado y sumergidas en azul de metileno al 2%. Los datos fueron analizados mediante la prueba ANOVA. Los resultados demostraron que no existen diferencias significativas entre los grupos ($p > 0.05$). En los grupos polimerizados a 20 y 30 segundos, el 30% de las restauraciones no presentó microfiltración, mientras que en los grupos de 10 y 20 segundos se observó microfiltración de grado 3 en un 30% y 50% de las restauraciones, respectivamente. Concluyendo que, a pesar que se encontraron diferencias, estas no fueron significativas, por lo que, el tiempo de fotocurado no influye en la microfiltración del adhesivo universal.(17)

Armas L. (Lima-2023) realizó su trabajo titulado “Efectividad de polimerización en lámparas led de segunda y tercera generación sobre la microfiltración marginal de restauraciones clase I de resinas *bulk-fill in vitro*” cuyo objetivo fue evaluar la efectividad de polimerización en lámparas led de segunda y tercera generación sobre el sellado marginal. Estudio de tipo experimental, transversal y explicativo, la muestra incluyó 40 premolares, en los cuales se confeccionaron cavidades de clase I. Fueron restaurados con resina *bulk fill* y fotopolimerizadas a intensidades entre 1200 y 3500 mW/cm². Los datos fueron analizados mediante las pruebas de Chi cuadrado y Fisher. Los resultados demostraron que las lámparas de segunda generación presentaron mayor microfiltración, alcanzando un 40%, mientras las de tercera generación alcanzaron solo un 5%. Asimismo, que el 55% de las restauraciones fotopolimerizadas con lámparas de tercera generación no

presentaron microfiltración, en comparación con las de segunda generación, donde solo el 15% no presentó microfiltración. El análisis comparativo entre ambos grupos evidenció diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Concluyendo que, las lámparas LED de tercera generación mostraron más eficacia que las de segunda generación. (18)

Paredes D. (Trujillo-2024) realizó su trabajo titulado “Efecto de la intensidad y tiempo fotocurado de dos lámparas en la microdureza de una resina de diferentes espesores” cuyo objetivo fue determinar el efecto de la intensidad y tiempo de fotocurado a 2 y 4 mm en la microdureza de una resina compuesta de nanorrelleno. Estudio de tipo aplicada y experimental. La muestra estuvo conformada por 56 discos de resina divididos en 8 grupos. Las muestras fueron polimerizadas a intensidades de 1400 y 1600 mW/cm^2 durante 10 y 20 segundos. El análisis estadístico empleado fue la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. Los resultados demostraron que, con un espesor de 2mm, la mayor microdureza se alcanzó al fotopolimerizar con 1400 mW/cm^2 durante 20 segundos y a un espesor de 4mm, se alcanzó la mayor microdureza al fotopolimerizar con 1600 mW/cm^2 durante 10 segundos. Concluyendo que la microdureza de la resina esta influenciada por la intensidad y el tiempo de fotocurado, siendo más favorable la combinación de mayor intensidad con menor tiempo en incrementos de 2 mm, y de menor intensidad con mayor tiempo en incrementos de 4 mm. (19)

Portella J, Vásquez E. (Lima-2022), realizaron su trabajo titulado “Evaluación del tiempo de exposición de una resina *bulk fill* en preparaciones profundas” cuyo objetivo fue determinar el tiempo de fotocurado necesario para lograr una polimerización adecuada en una resina *bulk fill*. Estudio experimental in vitro, constituido por 30 discos de resina, confeccionados con resina *bulk fill*, fotopolimerizadas a una intensidad de 1470 mW/cm^2 a diferentes distancias (0 y 3 mm) y tiempos de exposición (10s, 20s, 30s, 40s). Se realizaron 3 identaciones en la superficie superior e inferior de los discos para evaluar su microdureza. Para su análisis se emplearon las pruebas de Shapiro-Wilk y ANOVA. Los resultados demostraron que los mejores valores de microdureza se obtuvieron en los grupos de 0 mm a 20 s, 3 mm a 30 s y 3 mm a 40 s, mientras que los menores valores correspondieron a los grupos de 3 mm a 10 y 20 s. Concluyendo que, para lograr

una polimerización adecuada en preparaciones profundas, es necesario prolongar el tiempo de fotocurado, siendo 40 segundos el más favorable.(20)

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Resinas Compuestas

Las resinas compuestas son materiales odontológicos formados por una matriz tridimensional de resinas polimerizables combinadas con partículas de relleno inorgánico. Constituyen el material restaurador más utilizado debido a sus propiedades favorables como adecuada manipulación, resistencia al desgaste y estética.(21,22)

A. Clasificación

Son clasificadas según el tamaño de sus partículas inorgánicas:

- **Resinas de macrorelleno:** Fueron las primeras en emplearse y actualmente están en desuso. Sus partículas miden de 10 a 50 μm . (21,23)
- **Resinas de microrelleno:** Partículas de 0.01 a 0.05 μm ; recomendadas para restauraciones del sector anterior, por su buena estética y capacidad de pulido, pero su resistencia a la fractura es baja. Su relleno se basa en sílice coloidal.(21)
- **Resinas híbridas:** Combinan vidrio de diversos tamaños (0.6 a 1 μm) y sílice coloidal (0.04 μm), representando aproximadamente el 60% del contenido total. Brindan variedad de colores y buena mimetización con la estructura dental.(21)
- **Nanohíbridas:** Con partículas de 0.4 a 1 μm , brindan óptimas propiedades mecánicas y resistencia a la fractura, pero son difíciles de pulir.(21,24)
- **Nanorelleno:** Contienen partículas menores a 10nm, caracterizadas por alta translucidez, excelente pulido y resistencia al desgaste. (21)

B. Propiedades

- **Resistencia al desgaste:** Corresponde a la capacidad del material para soportar la fricción y el roce producido durante la masticación. Clínicamente, una alta resistencia al desgaste es esencial para mantener la integridad y forma de la restauración. Esta propiedad está condicionada por la composición del material y por la dimensión de sus partículas. (25)

- **Coefficiente de expansión térmica:** Es el cambio de volumen a causa de las variaciones de la temperatura, producida por la resina y tejidos dentarios adyacentes. Un coeficiente similar al del diente es deseable para evitar tensiones internas. (25)
- **Sorción acuosa y expansión hidrostática:** Hace referencia a la propiedad del material para absorber agua. La absorción excesiva puede deteriorar las propiedades mecánicas y dimensionales de la resina. (25)
- **Módulo de elasticidad:** Se refiere a la rigidez del material. Un módulo adecuado permite que la resina absorba y distribuya las fuerzas masticatorias sin fracturarse ni deformarse, a mayor módulo de elasticidad mayor rigidez, a menor valor, mayor flexibilidad. (25)
- **Radiopacidad:** Es la capacidad del material para ser distinguido radiográficamente, facilitando la detección de patologías. (25)
- **Contracción de Polimerización:** Es la reducción volumétrica que es causada por el rompimiento de los dobles enlaces de los monómeros, lo que causa brechas marginales y microfiltración. (21,25)
- **Dureza:** Define la resistencia superficial del material a la penetración o abrasión. Una alta dureza indica un buen grado de polimerización y resistencia al desgaste, asegurando una restauración duradera y funcional. Esta característica se ve afectado por su composición y características de las unidades de fotopolimerización. (26)

C. Resinas Bulk Fill

También llamadas de relleno único o a granel, fueron desarrolladas para ser aplicadas en restauraciones posteriores extensas y profundas. Estas resinas presentan la ventaja de minorar el tiempo de trabajo, a través de su aplicación con la técnica monoincremental con capas de hasta 4 mm, en contraste con la técnica tradicional que requiere incrementos menores de 2mm. Esta característica reduce significativamente el tiempo clínico y simplifica el procedimiento restaurador. (27)

- **Composición y fotoiniciadores:** Las resinas *bulk fill* contienen fotoiniciadores adicionales a la Canforoquinona, como *Ivocerin* o *Lucerin TPO*, que mejoran la penetración lumínica y aseguran una polimerización eficiente en capas gruesas. Esto permite un curado uniforme y propiedades mecánicas adecuadas a pesar del mayor grosor aplicado.(27)

- **Ventajas clínicas:** La técnica monoincremental disminuye la posibilidad de errores como burbujas o falta de adhesión entre capas, mejorando el sellado marginal y reduciendo la sensibilidad posoperatoria, lo que contribuye a la durabilidad de la restauración.(27)
- **Contracción y estrés de polimerización:** En comparación con las resinas convencionales, las resinas *bulk fill* presentan un menor grado de contracción de polimerización y, por ende, generan menores tensiones internas. (27)

a) Resina Beautifil Bulk (Shofu)

Beautifil Bulk (*Shofu Inc*, Japón) es un composite *bulk fill* perteneciente a la categoría de giómeros, caracterizado por su contenido de relleno bioactivo S-PRG, capaz de liberar, recargar flúor y neutralizar ácidos.(28)

Está conformada por una matriz orgánica a base de dimetacrilato (Bis-GMA, UDMA, Bis- MPEPP y TEGDMA) y el relleno inorgánico por partículas de vidrio fluoroaluminosilicato pre- reaccionado con ácido (S-PRG), además de vidrio de bario y silicato de estroncio que le otorgan radiopacidad. Sus partículas varían de 0.01 y 4,5 μm .(28)

Se encuentra en dos presentaciones: Fluida, ideal para bases y cavidades pequeñas y restaurativa, diseñada para restauraciones posteriores sometidas a carga oclusal.(28)

Propiedades:

Según Shofu Inc. (28)

- Permite colocar incrementos de hasta 4 mm, con adecuada profundidad de polimerización.
- Presenta baja contracción de polimerización y, por ende, baja tensión, lo cual mejora la estabilidad marginal.
- Presenta adecuada difusión óptica que facilita la adaptación del color al diente, efecto camaleón.
- Alta radiopacidad y buen pulido
- Está disponible en tonos universales
- Libera Flúor y capacidad de neutralizar ácidos

D. Clasificación de cavidades según Black

Es un sistema desarrollado por el Dr. Greene Vardiman Black en 1908, quien clasificó en cinco categorías a las lesiones cariosas, según el diente y la ubicación. Cada lesión cariosa presenta un diseño de cavidad.(29)

- **CLASE I:** Lesión cariosa que afecta a fosas y fisuras de premolares y molares, y la zona lingual de dientes anteriores. 2/3 oclusales de la cara vestibular de molares inferiores y de la cara palatina de molares superiores.(29,30)
- **CLASE II:** Lesión cariosa que afecta las caras proximales de premolares y molares.(29)
- **CLASE III:** Lesión cariosa que afecta las caras proximales de dientes anteriores, pero sin comprometer los ángulos incisales.(29)
- **CLASE IV:** Lesión cariosa que afecta los ángulos proximales de los dientes anteriores.(29)
- **CLASE V:** Lesión cariosa que afecta el tercio superior de todos los dientes, pudiendo ser en la cara vestibular o lingual/palatina.(29)

2.2.2. Fotopolimerización

A. Definición

Es el mecanismo por el cual los monómeros se transforman y organizan para dar origen a un polímero, alterando su consistencia y característica física, pasando de un estado viscoso a sólido.(31)

B. Luz azul y violeta

Forman parte del espectro electromagnético visible, ubicado entre los 380 y 500 nanómetros (nm), la cual constituye la fuente de energía necesaria para fotopolimerizar la resina compuesta. Esta luz está formada por partículas, llamadas fotones, los cuales viajan a gran velocidad y en ondas, la distancia entre estas se denomina longitud de onda, lo que determina el color. Anteriormente la luz azul, con un rango de 450 a 470 nm, era la más utilizada, ya que activaba de manera eficiente a la canforquinona, fotoiniciador presente en las resinas. Sin embargo, con las innovaciones recientes, la luz violeta, con un rango de 380 a 420 nm, ha cobrado relevancia, ya que activa otros fotoiniciadores presentes en las resinas

modernas, garantizando así una fotopolimerización más completa. De esta manera, la combinación de la luz azul y violeta permite una activación más efectiva de los fotoiniciadores involucrados en el proceso de fotopolimerización.(32)

C. Proceso de fotopolimerización

Este proceso comienza con la activación de los fotoiniciadores presentes en las resinas, a través de la absorción de una energía radiada, la cual debe estar dentro del rango de longitud de onda específico para cada fotoiniciador (31,33) Los fotoiniciadores transforman esta energía en radicales libres o iones para desempeñar una reacción química. Estos radicales se difunden a través de la resina para encontrar una zona llena de electrones, correspondientes a los dobles enlaces de carbono, dando inicio a la polimerización.

El radical libre toma un electrón de los dobles enlaces para formar enlaces covalentes entre él y el carbono. Este proceso se repite sucesivamente, formando cadenas de polímeros que crece en longitud, dando lugar a la disminución de monómeros y culminación de la polimerización.(31)

D. Fases de la fotopolimerización

La fotopolimerización continúa aún después de la emisión de la radiación de luz, finalizando a las 24 horas. Es por ello, que la fotopolimerización atraviesa dos fases: una lumínica, que ocurre mientras dura la emisión de luz y la fase oscura que se da después de finalizar la emisión. (34) En la fase lumínica se encuentran tres sub fases: la fase pregel, punto gel y la fase posgel. La primera se da al inicio de la fotopolimerización, donde los monómeros se mueven libremente, por ello la matriz de la resina se encuentra en un estado viscoso y es capaz de fluir. El punto gel se presenta cuando la contracción impide mantener la fluidez del material, marcando la transición hacia un estado más rígido. Finalmente, en la fase postgel, la formación de macromoléculas convierte la resina en un material sólido; sin embargo la reacción de polimerización continua.(35)

E. Importancia de una correcta fotopolimerización

La fotopolimerización es una herramienta fundamental en la odontología, por lo que es necesario aplicarla de manera correcta. Su importancia radica en conseguir mejores propiedades físicas, químicas y mecánicas de las resinas, considerando que los dientes están sometidos a constantes presiones y tensiones masticatorias.

Un manejo incorrecto del proceso de fotopolimerización altera el tamaño de las largas cadenas moleculares lo que afecta la masa molecular, la dureza, la adhesión y la longevidad del material. Esto influye directamente en la calidad y durabilidad de las restauraciones, generando disminución de la resistencia, menor dureza y un mayor riesgo de degradación y desgaste a largo plazo. (5,36)

F. Parámetros de fotopolimerización

- **Longitud de onda:** Es la distancia entre las crestas de las ondas producidas, lo cual determina el color de la luz emitida y es medida en nanómetros. Su importancia radica en que debe coincidir con el rango de absorción de los fotoiniciadores presentes en los materiales de restauración para dar inicio a la formación de cadenas poliméricas.(32)

Generalmente, debe ubicarse entre 380 y 500 nm: valores menores pueden generar riesgos a nivel ocular y valores mayores pueden causar daño pulpar.(23) Este rango varía según la unidad de fotopolimerización, ya que no todos requieren el mismo intervalo de longitud de onda.(5)

- **Distancia:** La distancia se mide desde la guía de luz hasta la superficie de la resina, la cual debe ser mínima, siendo lo recomendable 1 mm para evitar interferencias en la polimerización. A medida que la distancia aumenta, la superficie irradiada se incrementa y, en consecuencia, la intensidad de luz disminuye, lo que puede generar una polimerización deficiente. (5)
- **Intensidad de luz:** Se define como la potencia aplicada por unidad de área, y su unidad de medida es mW/cm^2 . El valor mínimo aceptado es $400 \text{ mW}/\text{cm}^2$: valores menores requieren mayor tiempo de exposición y valores mayores producen exceso de energía, afectando directamente a la pulpa. (34,36)

A medida que se usa, la intensidad puede disminuir; por ello, es fundamental evaluarla con un radiómetro antes de realizar el procedimiento restaurador. Esto permite establecer un tiempo de exposición adecuado y asegurar que la energía total entregada sea suficiente para una polimerización óptima.

Según la literatura y estudios previos, se adopta la siguiente clasificación de intensidad:

- ✓ Baja: menor a $1000 \text{ mW}/\text{cm}^2$
- ✓ Moderada: de 1000 a $2000 \text{ mW}/\text{cm}^2$
- ✓ Alta: mayor a $2000 \text{ mW}/\text{cm}^2$

- **Tiempo de Fotocurado:** Es la duración de la activación de la resina. Este valor debe ser lo suficiente para permitir que la polimerización se de en toda la profundidad de la resina. Sin embargo, no debe de excederse porque puede causar daño térmico a la pulpa dental.(34)
- **Energía Total:** Este valor resulta de la multiplicación de la intensidad de luz y del tiempo de fotocurado, dando un valor aceptable de 16 a 24 J/cm². Valores superiores pueden comprometer la vitalidad pulpar y aumentar la contracción de polimerización, mientras que valores inferiores se relacionan con una polimerización insuficiente. (5)

G. Contracción y tensión de polimerización

La contracción de polimerización es la reducción volumétrica que experimenta la resina compuesta durante el fotocurado, producida por el cambio de monómero a polímeros. A medida que los monómeros individuales se unen mediante enlaces covalentes para formar cadenas poliméricas, las moléculas se acercan, disminuyendo la distancia entre ellas y generando una contracción natural. Esta contracción produce un estrés de contracción, constituyendo el principal factor implicado en la mayoría de los problemas de adhesión. (35,37)

Cuando el estrés de contracción supera a la fuerza de adhesión, la integridad de interfase diente-resina se ve comprometida, pudiendo formarse microgrietas, por las que penetraran bacterias, fluidos y aire, provocando sensibilidad posoperatoria y riesgo de microfiltración. La estructura dentaria puede compensar parcialmente esta contracción mediante el estiramiento de las paredes cavitarias, un fenómeno de deformación elástica, aunque esta adaptación es limitada y depende de la anatomía y del tipo de la cavidad.(35)

Tipos de contracción

- **Contracción libre:** Ocurre cuando la resina no está adherida a ninguna superficie circundante. En este caso, la contracción se produce hacia el centro de la masa del material y no esta influenciada por agentes de unión. Los vectores de contracción son iguales en las fases pre-gel y post-gel, y, al no existir restricción, no se genera estrés de contracción.(35)
- **Contracción efectiva:** Se presenta cuando la resina esta adherida al menos a una superficie. En estas condiciones, la contracción hacia el centro de la masa se ve limitada, y el material tiende a encogerse hacia la superficie

adherida para compensar el volumen perdido. Al igual que en la contracción libre, no hay diferencias significativas entre las fases pre-gel y post-gel, pero la dirección de los vectores de contracción se ve condicionada por la adhesión.(35)

Factores que influyen

- **Composición y relleno:** Un mayor contenido de partículas inorgánicas reduce la contracción de polimerización al disminuir la proporción de matriz orgánica; sin embargo, también incrementa el módulo elástico, concentrando tensiones en la interfaz adhesiva. (35,37)
- **Tipo de monómero:** Monómeros de alto peso molecular y polimerización por apertura de anillo presentan menor contracción, ya que su estructura química reduce el número de enlaces reactivos. (35)
- **Protocolo de fotopolimerización:** La intensidad de luz y el tiempo de fotocurado influyen directamente en la velocidad de conversión y el estrés generado. (37)
- **Técnica operatoria:** El uso de capas incrementales ayuda a reducir tensiones, especialmente en cavidades con alto factor C.(35)

2.2.3. Lámparas de fotopolimerización

Son dispositivos odontológicos que desencadenan la reacción de polimerización, a través de la activación de fotoiniciadores y produciendo la ruptura de los dobles enlaces del monómero por medio de una luz de alta intensidad. (22,38)

A. Tipos de lámparas de fotopolimerización

Con la innovación de las resinas compuestas fotopolimerizables en los años 70, se incorporó en el mercado unidades de fotopolimerización que solo emitían luz de rayos ultravioleta no visibles, luego fueron desplazados por los sistemas de luz azul visible. Hasta la actualidad siguen en constante evolución, donde varía su espectro de luz, su forma ergonómica y su potencia de polimerización, para ofrecer mejor calidad en las restauraciones.(4)

a) Lámpara de Curado De Plasma

Estas unidades producían un potencial eléctrico extremadamente alto, siendo su intensidad de 2400 mW/cm². Su principal finalidad fue disminuir el tiempo de exposición y alcanzar una polimerización más profunda. Su longitud de onda

presenta un rango de intervalo de 460 a 480 nm. Entre sus desventajas destacan el ruido durante el funcionamiento, su alto costo, el tamaño voluminoso que dificulta su transporte, además de generar mayor estrés de polimerización, aumento de la contracción volumétrica y su escaso uso en la práctica odontológica. (4,34)

b) Lámparas Halógenas

Fueron ampliamente usados y en la actualidad algunos profesionales los siguen empleando en sus consultorios. Estas unidades están compuestas por una lámpara con filamento de tungsteno, un filtro, una punta conductora de luz y un sistema de refrigeración. Emiten un amplio espectro de luz visible, con una longitud de onda de 400 y 550 nm y una intensidad de 400 a 800 mW/cm². Dentro de sus desventajas podemos encontrar su vida limitada de 40 a 100 horas, mayor generación de calor causando daño al tejido pulpar, la degradación del filtro y de la bombilla y la reducción de la calidad de luz emitida. (34,39)

c) Lámparas de Laser

Estas unidades de fotopolimerización presentan alta intensidad y por ello el tiempo de exposición es corto, su longitud de onda va de 450 a 514 nm, con un pico máximo de 488nm. Dentro de sus desventajas esta su alto costo y contracción de polimerización elevada. (4)

d) Lámparas de Argón

Las lámparas de tipo argón presentan una intensidad de 800 mW/cm² y un rango de onda de 476,5 a 480 nm, dentro del rango para los materiales que tienen como fotoiniciador a la canforoquinona. Entre sus principales desventajas se encuentran la elevada generación de calor y una mayor contracción de fotopolimerización. (34)

e) Lámparas LED

Las lámparas tipo LED fueron la última evolución en unidades de fotopolimerización, hicieron su aparición por los años 90. Sus siglas en inglés significan “Light Emitting Diode” traducido al español “diodo emisor de luz”, por lo que su tecnología está establecida en diodos de emisión de luz azul basados en nitrato de Galio. (4,32) La energía eléctrica es transformada en luz mediante

la combinación de dos semiconductores sólidos diferentes, provocando la emisión de un espectro de luz visible con una longitud de onda entre 450 y 490 nm.(33) Presentan una mayor fuente de energía a comparación de otras unidades de fotopolimerización, bajo requerimiento de energía, menor producción de calor. Son inalámbricos y presentan larga vida, siendo de 1000 horas, no tienen incorporado un filtro y son silenciosas.(4,34)

Generaciones de Lámparas LED

– Primera generación

Surgieron en 1999 con una longitud de onda de 465 a 470 nm y presentaban baja intensidad (100-400 mW/cm²). Debido a ello, requerían tiempos de exposición prolongados, superiores a 60 segundos para polimerizar incrementos de 2 mm. Tuvo un impacto desfavorable en cuanto a su rendimiento, por ello decidieron aumentar los diodos, llegando a tener hasta 64 diodos, lo que permitió que las generaciones posteriores alcanzaran una mayor eficiencia. (32,34)

– Segunda generación

Fueron lanzadas al mercado en el año 2002, su característica principal fue la incorporación de diodos de mayor potencia organizados en chips. Estos chips mostraban mayor intensidad en comparación con las lámparas halógenas, con valores entre 500 a 1400 mW/cm² y un rango de longitud de onda de 420 a 490 nm. Esto permitió reducir el tiempo de exposición; sin embargo, el aumento de temperatura ocasionado por la alta densidad de fotones emitidos representó una desventaja para la longevidad de las restauraciones.(32,34)

– Tercera generación

También llamadas polywave, disponibles desde 2004, con una intensidad de 3200 mW/cm². Presentan mayor longitud de onda gracias a la ubicación de los chips y de los LEDs, que emiten diferentes colores. Su longitud de onda va de 380 nm y 500 nm, lo cual permite fotopolimerizar todos los materiales que presenten un fotoiniciador diferente a la canforoquinona. Utilizan baterías de litio, lo cual permite que tengan mayor rendimiento en

la práctica. Esta generación tiene la ventaja de poder modular la intensidad, por lo cual el tiempo disminuye y se consiguen mejores propiedades mecánicas, mayor grado de conversión y tasa máxima de polimerización. (32,34)

2.2.4. Sellado Marginal

Se define como la unión íntima entre un material restaurador y la estructura dental, para prevenir la penetración de fluidos, bacterias, moléculas o iones. La consecuencia más relevante es la filtración marginal, entendida como el paso de bacterias, líquidos, moléculas e iones a través de microespacios de 10-6 micrones, presente entre la pared de la cavidad y el material restaurador utilizado. Este fenómeno se origina principalmente por la contracción de polimerización y expansión térmica de las resinas. (6)

Las consecuencias más evidentes son el cambio de color de los márgenes, degradación marginal, caries recurrente, sensibilidad posoperatoria y patologías pulpares.

A. Factores que influyen en el sellado marginal

- a) **Factores relacionados a la polimerización:** La intensidad de luz y el tiempo de fotocurado influyen directamente en el grado de conversión de las resinas compuestas; valores inadecuados producen una polimerización incompleta y mayor grado de microfiltración. La longitud de onda constituye otro parámetro importante a considerar, pues determina la activación del fotoiniciador presente en la resina. (31)

La distancia y la orientación de la guía de luz también repercuten en el sellado marginal, porque al aumentar la distancia o emplear una orientación diferente a los 90° disminuye la energía entregada a la resina, originando un curado incompleto. (5,31)

- b) **Factores relacionados con el material restaurador:** Las propiedades intrínsecas de los materiales, como la variación de la matriz orgánica y la proporción de la carga inorgánica, influyen en la contracción de polimerización, generando diferentes grados de microfiltración. (6)
- c) **Factores relacionados con la técnica operatoria:** La técnica de inserción de la resina es importante, ya que determina el éxito de la restauración. No todas las resinas permiten su colocación en bloque, por lo cual en muchos

casos es mejor emplear la técnica incremental. Asimismo, el aislamiento del campo operatorio constituye un requisito indispensable para garantizar un adecuado sellado marginal.(3)

- d) Factores relacionados con la cavidad:** El diseño de la cavidad influye a través del factor C, que expresa la proporción de paredes adheridas y libres. Cavidades con un factor C elevado, como en la clase I de Black, genera mayor contracción de polimerización y presenta mayor riesgo de microfiltración.(40)

B. Métodos de evaluación del sellado Marginal

- a) Penetración de colorantes:** Es el método más tradicional y frecuentemente utilizado. Las restauraciones se sumergen en soluciones de tintes como azul de metileno o fucsina básica. Luego se seccionan y se observa la profundidad de penetración bajo microscopia. Es una técnica accesible y de bajo costo.(40)

Grado de microfiltración:

- Grado 0: No existe penetración.
- Grado 1: Existe penetración a nivel de esmalte.
- Grado 2: Existe penetración a nivel de dentina, sin incluir el piso pulpar de la cavidad.
- Grado 3: Existe penetración, incluyendo el piso pulpar de la cavidad.

b) Isotopos radiactivos y trazadores químicos

Su uso no es muy común y presenta riesgos asociados a la radiación ionizante, pero permite una evaluación más cuantitativa y precisa.(40)

c) Bacterias y modelos microbiológicos

Las restauraciones son sometidas a cultivos bacterianos o soluciones cargadas con microorganismos, evaluando su capacidad de penetración a través de la interfase.(40)

d) Microscopía electrónica de barrido (SEM)

Permite observar la interfase diente-restauración a través de una alta intensidad, no cuantifica la microfiltración, pero si evalúa la calidad.(40)

e) Tomografía micro-CT

Permite una evaluación tridimensional no destructiva, ideal para medir el volumen de los espacios y requiere equipamiento especializado y mayor tiempo de análisis.(40)

C. Relación entre intensidad, tiempo de fotocurado y microfiltración

El sellado marginal depende de la energía total entregada durante el proceso de fotopolimerización, producto de la intensidad de luz y el tiempo de fotocurado. Cuando la energía es insuficiente, como ocurre con intensidades bajas y tiempos cortos, el grado de conversión disminuye, la resina presenta menor resistencia mecánica y la interfase diente-restauración se degrada más rápido, aumentando la microfiltración. En cambio, cuando la energía es excesiva, frecuente en intensidades muy altas con tiempos prolongados, la polimerización ocurre de forma muy rápida y con alto estrés de contracción, lo que puede provocar aperturas marginales y filtración, a pesar de un alto grado de conversión. Un equilibrio adecuado entre intensidad y tiempo que asegure al menos 16 a 24 J/cm², pero evite un incremento abrupto del estrés, es clave para optimizar el sellado marginal, por ende, es primordial la elección del protocolo adecuado, el cual dependerá de la composición de la resina, la profundidad de la cavidad y el tipo de lámpara utilizada. (11)

2.3. Definición de términos básicos

Resina compuesta: Material restaurador estético a base de una matriz orgánica de resina sintética y partículas inorgánicas de relleno.(8)

Resina bulk fill: Tipo de resina compuesta diseñada para colocarse en incrementos más gruesos (4mm).(27)

Fotopolimerización: Proceso por el cual un material se endurece por la aplicación de luz, dándose la conversión de monómeros a polímeros. (8)

Intensidad de luz: Es la cantidad de energía emitida por superficie, conocida en el Sistema Internacional de Unidades como salida radiante o emitancia radiante, y su medida se expresa en mW/cm². (32)

Sellado marginal: Adaptación íntima entre el material restaurador y las paredes de la cavidad, que impide la filtración de fluidos, bacterias o sustancias entre ambos.(6)

Microfiltración: Se refiere al paso imperceptible clínicamente de líquidos, bacterias, moléculas o iones a través del espacio existente entre la cavidad y el material restaurador, ocasionada por un sellado marginal deficiente .(6)

LED: Acrónimo de “Light Emitting Diode” que significa “diodo emisor de luz”.(33)

Polímero: Son moléculas producidas por múltiples repeticiones de monómeros, pudiendo ser de un solo tipo o la mezcla de varios tipos de monómeros.(35)

Radiómetro: Instrumento que mide la intensidad de luz de las unidades de fotopolimerización en mW/cm^2 . (41)

Termociclado: También llamado envejecimiento artificial, es un procedimiento que simula el desgaste clínico para evaluar la durabilidad del sellado marginal.

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño de investigación

El diseño fue **experimental**, ya que se manipularon dos variables independientes (tiempo de fotocurado e Intensidad de luz y) con el propósito de evaluar su efecto sobre la variable dependiente (sellado Marginal), conforme a las condiciones establecidas en el contexto de la investigación. Este diseño se caracteriza precisamente por la manipulación controlada de las variables. (42)

El enfoque fue **cuantitativo**, ya que la variable dependiente fue medida numéricamente mediante la aplicación de pruebas estadísticas. Este enfoque se fundamenta en la recolección y análisis de datos numéricos para obtener resultados objetivos y verificables.(42)

El nivel fue **explicativo**, pues se buscó determinar y explicar la relación entre la intensidad de luz y el tiempo de fotocurado con el sellado marginal. Este nivel permite identificar las causas o factores que determinan la ocurrencia de un fenómeno, así como las condiciones en las que se manifiestan .(42)

3.2. Tipo de investigación

Fue de tipo **aplicada**, ya que los resultados obtenidos podrían contribuir a optimizar los procedimientos clínicos y favorecer las restauraciones con un mejor sellado marginal. Este tipo de investigación se orienta a la resolución de problemas específicos mediante la aplicación de conocimientos teóricos y hallazgos previos para generar soluciones prácticas. (43)

3.3. Población

La población estuvo conformada por todos los premolares superiores e inferiores sanos, extraídos por motivos ortodónticos en diferentes consultorios odontológicos de la ciudad del Cusco.

3.4. Muestra

3.4.1. Criterios de selección de la muestra

Criterios de Inclusión:

- Dientes sin fracturas ni fisuras visibles macroscópicamente
- Dientes libres de lesiones cariosas

- Dientes sin restauraciones previas

Criterios de Exclusión:

- Dientes que presenten alguna afección en la zona a restaurar
- Dientes con anomalías del desarrollo

3.4.2. Tipo de muestreo

El muestreo utilizado fue no probabilístico por conveniencia, empleándose un total de 40 premolares. Los dientes seleccionados fueron asignados a cuatro grupos experimentales, con 10 piezas en cada grupo.

El tamaño de la muestra por grupo se determinó tomando como referencia estudios previos, así como las directrices establecidas en la norma ISO/TS 11405:2015, que recomienda un mínimo de 10 diente por grupo de prueba.(18)

3.5. Unidad de análisis

Estuvo constituida por dientes restaurados con resina Beautifil Bulk en cavidades clase I.

3.6. Variables

3.6.1. Identificación de variables

Variables independientes

- Tiempo de fotocurado
- Intensidad de luz

Variable dependiente

- Sellado Marginal

3.6.2 Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	NATURALEZA	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADORES	ESCALA DE VALORACION	INSTRUMENTO	DEFINICIÓN OPERACIONAL
Tiempo de fotocurado	Es el período de tiempo durante el cual una lámpara de fotocurado dental emite luz de una longitud de onda específica sobre un material dental fotopolimerizable.(34)	cuantitativa	De intervalo	Exposición en segundos	<ul style="list-style-type: none"> – 10 segundos – 20 segundos 	Cronómetro integrado	La variable se medirá a través del cronómetro integrado en las lámparas de fotocurado, para controlar el tiempo en segundos para cada grupo experimental.
Intensidad de Luz	Es la potencia emitida por las unidades de fotopolimerización, la cual se expresa como número de fotones por unidad de área.(36)	cuantitativa	De intervalo	Potencia por unidad de área (mW/cm ²)	<ul style="list-style-type: none"> – 1200 mW/cm² – 2500 mW/cm² 	Radiómetro	La variable se medirá a través de un radiómetro, el cual proporcionará la intensidad exacta de cada lámpara LED.
Sellado Marginal	Se define como la unión íntima entre un material restaurador y la estructura dental, para prevenir la penetración de fluidos, bacterias, moléculas o iones.(6)	Cualitativa	Ordinal	Grado de microfiltración	<ul style="list-style-type: none"> – 0= No existe penetración. – 1=Existe penetración a nivel de esmalte. – 2= Existe penetración a nivel de dentina, sin incluir el piso pulpar de la cavidad. – 3= Existe penetración, incluyendo el piso pulpar de la cavidad. 	Estereomicroscopio	La variable se medirá a través de la penetración del azul de metileno en la interfase diente-restauración, observada bajo un estereomicroscopio y clasificada en 4 grados (0, 1, 2 y 3)

3.7. Hipótesis

3.7.1. Hipótesis general

H₁: Existe diferencias estadísticamente significativas en el sellado marginal de las restauraciones de clase I realizadas con resina bulk fill, según el tiempo de fotocurado y la intensidad de luz empleada.

H₀: No existen diferencias estadísticamente significativas en el sellado marginal de las restauraciones de clase I realizadas con resina bulk fill según el tiempo de fotocurado y la intensidad de luz empleada.

3.8. Técnica e instrumento de recolección de datos

3.8.1. Técnica de recolección de datos

La técnica empleada fue la **observación**, ya que la recolección de datos se realizó mediante el registro del grado de microfiltración observado en cada muestra. Esta técnica se caracteriza por permitir identificar, registrar y analizar conductas, fenómenos o eventos dentro de un contexto natural o controlado, para luego registrarlos y analizarlos.(44)

3.8.2. Instrumento

El instrumento utilizado fue la **ficha de observación**, en la cual se registraron de forma ordenada y sistemática los datos obtenidos durante la evaluación. Este tipo de instrumento permite organizar la información observada, facilitando su posterior análisis y comparación.(44)

Estuvo conformada por 40 casilleros, correspondiente al total de muestras analizadas. Se organizaron en cuatro grupos experimentales, formados por la combinación de las dos intensidades de luz y dos tiempos de fotocurado. En cada casillero se registró el grado de microfiltración observado para cada muestra, según los criterios establecidos previamente. **(ANEXO N°2)**

3.8.3 Procedimientos

Etapas de procedimientos administrativos

- Se gestionó la autorización del consultorio privado para realizar las restauraciones, así como la calibración del operador. **(ANEXO N°4)**
- Se solicitó al docente encargado del laboratorio de Parasitología de la Escuela Profesional de Biología el acceso al laboratorio y al microscopio

estereoscópico, equipo utilizado para medir el grado de microfiltración.

(ANEXO N°5)

- Se solicitó al docente encargado del laboratorio de Investigación en Genética y Genética molecular de la Escuela Profesional de Biología el uso de sus instalaciones para llevar a cabo el proceso de termociclado manual. **(ANEXO N°6)**

Etapas de aplicación del instrumento

Se seleccionaron un total de 40 premolares que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos. Para su desinfección, las piezas dentarias fueron sumergidas en una solución de hipoclorito de sodio al 3% durante 24 horas. Luego, fueron almacenados en un recipiente con suero fisiológico al 0.9%, donde se conservaron durante un periodo de 7 días.

Posteriormente, se prepararon cavidades clase I, según la clasificación de Black, en las caras oclusales de los premolares seleccionados. Las cavidades fueron estandarizadas con dimensiones de 3mm en sentido mesio-distal, 3 mm en sentido vestíbulo-lingual/palatina y 3 mm de profundidad. La preparación se llevó a cabo utilizando una pieza de mano de alta velocidad marca SIGMA, con una velocidad de 450 000 rpm, bajo irrigación constante de agua. Para la conformación de las cavidades se emplearon fresas diamantadas redondas y fresas tronco cónicas planas, ambas de grano azul. Al fin de asegurar la estandarización, se utilizaron topes de silicona que fueron colocados en el vástago de las fresas y en la sonda periodontal de la OMS marca OSUNG, según las dimensiones ya establecidas.

Las fresas se reemplazaron cada seis preparaciones, con el propósito de mantener la eficacia del corte, de acuerdo con lo reportado en estudios previos.(45)

La restauración de las cavidades se realizó mediante la técnica de grabado total, aplicando ácido fosfórico (ACID GEL) al 37% durante 15 segundos en esmalte y 10 segundos en dentina. Luego, se realizó un lavado profuso durante 15 segundos, asegurando la completa eliminación del ácido de la cavidad y se secó con torundas pequeñas de algodón. Se aplicó el adhesivo 3M™ Adper™ Single Bond 2 en cantidad mínima, utilizando un microaplicador con movimientos de fricción durante 10 segundos, seguido de una ligera aplicación de aire y fotopolimerizada durante 20 segundos bajo una intensidad de 1000 mW/cm². Finalmente, se colocó la resina Beautifil Bulk, mediante la técnica en bloque.

Previamente, se verificó la intensidad luminosa de cada lámpara LED utilizando un radiómetro, con el fin de asegurar que los valores emitidos correspondieran a las intensidades establecidas para el estudio.

Las muestras se dividieron en cuatro grupos experimentales:

- **Grupo 1 (G1):** Polimerizado con la lámpara LED Woodpecker modelo H con intensidad de 1200 mW/cm² durante 10 segundos.
- **Grupo 2 (G2):** Polimerizado con la lámpara LED Woodpecker modelo H con intensidad de 1200 mW/cm² durante 20 segundos.
- **Grupo 3 (G3):** Polimerizada con la lámpara LED Woodpecker modelo I con intensidad de 2500 mW/cm² durante 10 segundos.
- **Grupo 4 (G4):** Polimerizada con la lámpara LED Woodpecker modelo I con intensidad de 2500 mW/cm² durante 20 segundos.

Durante la polimerización se mantuvo una distancia de 1 mm entre la lámpara y la superficie, en un ángulo de 90°. Para finalizar, se realizaron los procedimientos de acabado y pulido utilizando puntas abrasivas y copas de goma.

Una vez finalizadas las restauraciones, se almacenaron en agua destilada a 37°C durante 24 horas en una estufa. Luego, fueron sometidas a un proceso de envejecimiento acelerado mediante termociclado manual. Este procedimiento consistió en la inmersión sucesiva a dos rangos de temperatura: 5°C ± 2 y 55°C ± 2. Para proteger las muestras y evitar la filtración, se envolvieron en papel film. Cada muestra permaneció durante 20 segundos en el equipo de Baño María a 55°C ± 2, y posteriormente, otros 20 segundos en el recipiente con hielo a 5°C ± 2. Este ciclo se repitió sucesivamente hasta completar un total de 1000 ciclos.

Para evitar filtraciones a través del conducto radicular, se selló el ápice de cada diente utilizando acrílico de autocurado. Posteriormente, se recubrió toda la superficie dentaria con dos capas de esmalte de uñas transparente, exceptuando un margen de 1 mm alrededor de la restauración. Después, las muestras fueron sumergidas en una solución de azul de metileno al 2% durante 24 horas. Transcurrido este periodo, las piezas dentarias se enjuagaron abundantemente con agua para eliminar los restos de tinción superficial y se aplicó quitaesmalte con la finalidad de retirar completamente el esmalte de uñas.

Cada diente fue seccionado longitudinalmente en sentido mesiodistal con discos de diamante de 0,25 mm de doble cara montados en un mini torno micromotor de la marca Tolsen a 350 rpm, finalmente, la evaluación de la microfiltración se realizó

mediante un microscopio estereoscópico de la marca ZEISS modelo Stemi 305, permitiendo observar la extensión de la penetración del colorante en las interfaces restauradas.

3.9. Validez y confiabilidad de instrumentos

El instrumento empleado fue la ficha de observación, la cual se utilizó únicamente como un formato para registrar de manera sistemática el grado de microfiltración observado en las muestras. Al no contener ítems de evaluación ni escalas de medición, no fue necesario someterla a un proceso de validación, ya que únicamente cumplió la función de recopilar datos objetivos.

3.10. Prueba piloto

Se realizó con el objetivo de evaluar la viabilidad del protocolo diseñado, la correcta aplicación de los materiales y la funcionalidad de los equipos. Se seleccionaron ocho dientes premolares sanos, en los cuales se aplicaron los mismos procedimientos descritos en la metodología.

Inicialmente, el proceso de termociclado se realizó utilizando una estufa a $55^{\circ}\text{C} \pm 2$ y una congeladora de laboratorio a $4^{\circ}\text{C} \pm 2$; sin embargo, se evidenció que este procedimiento implicaba mayor tiempo de manipulación y dificultad para mantener la estabilidad térmica al trasladar las muestras entre ambos equipos. En función de ello, se modificó el método implementando un sistema con baño María a $55^{\circ}\text{C} \pm 2$ y una bandeja con hielo controlado con un termómetro digital a $5^{\circ}\text{C} \pm 2$, lo cual permitió un control más uniforme de las temperaturas y una mayor eficiencia en los ciclos térmicos.

Del mismo modo, se observó que los discos de carburo generaban irregularidades en el corte de las muestras, por lo que se optó por el uso de discos de diamante de doble cara, que brindaron precisión y menor daño a los bordes cavitarios.

Los ajustes realizados tras la prueba piloto optimizaron el protocolo y aseguraron la reproductibilidad de los procedimientos empleados en el estudio principal.

3.11. Calibración

Con el fin de garantizar la confiabilidad y precisión de las mediciones, se verificó el adecuado funcionamiento de los equipos empleados en este estudio. Para ello, se comprobó la intensidad de luz emitida por las lámparas de fotopolimerización

mediante un radiómetro, se controlaron las temperaturas y tiempos del termociclado, y se estandarizaron los parámetros de observación del estereomicroscopio.

Asimismo, la investigadora fue calibrada mediante capacitación y supervisión a cargo del Dr. Elmer Jurado Zapata, especialista en Odontología Restauradora y Estética.

La concordancia intra- examinador se evaluó mediante el índice Kappa, obteniéndose un valor de 0.8049, que indica una concordancia buena. Del mismo modo, se aplicó el coeficiente Tau- b de Kendall para determinar la correlación entre las evaluaciones, obteniéndose un valor de 0,951, evidenciando una muy alta consistencia en las observaciones. **(ANEXO N°7)**

3.12. Plan de análisis de datos

Los datos fueron registrados en fichas de observación y posteriormente organizados en una base de datos en Excel versión 2021. Se utilizó el software estadístico SPSS versión 23 para procesar y comprender la información. Para el análisis descriptivo se emplearon medidas de frecuencia y porcentaje. Dado que la variable de microfiltración es de tipo ordinal, se emplearon de manera directa pruebas no paramétricas: la prueba de U de Mann-Whitney para la comparación entre dos grupos y la prueba de Kruskal-Wallis para más de dos grupos.

3.13. Aspectos éticos

Se respetó cada aspecto ético, ya que se observó y aceptó tal y como sucede las cosas, sin manipulación a beneficio de uno mismo. Además, el presente trabajo se realizó con un objetivo netamente académico y de mejora en la práctica, sin perjudicar la imagen y reputación de las marcas de los materiales empleados.

Se basó en el principio internacional de Helsinki, puesto que, el evaluador fue capacitado y calibrado por un profesional competente en el área para no generar resultados de poca confiabilidad, y las muestras fueron eliminadas una vez terminado el estudio, en depósitos de residuos peligrosos. Se respetó la autenticidad de los autores citados en el presente estudio y se utilizó la base de datos únicamente con un fin académico y sin modificaciones mal intencionadas del investigador.

3.15. Recursos

3.15.1. Recursos Humanos

- Investigador(a): Bach. Vianey Carolina Diaz Sanchez
- Asesor: Mgt. Roque Edgar Berrio Benavente

3.15.2. Recursos Materiales

A. Muestras Biológicas

- 48 dientes premolares sanos

B. Materiales para desinfección y almacenamiento

- Hipoclorito de sodio al 3%
- Suero fisiológico al 0.9%

C. Materiales para confección de cavidades

- Fresas diamantadas de grano azul (redonda y troncocónica)
- Pieza de mano de alta velocidad (SIGMA)
- Topes de silicona
- Sonda periodontal OMS (OSUNG)
- Regla milimétrica

D. Materiales adhesivos y restaurativos

- Resina Beautifil Bulk (Shofu)
- Ácido grabador al 37%
- Adhesivo 3M Adper Single Bond 2
- Espátulas de resina
- Microaplicadores
- Jeringa triple
- Algodón
- Contra ángulo
- Kit de acabado y pulido

E. Equipos de fotopolimerización

- Lámpara LED de fotocurado marca Woodpecker modelos H y I
- Radiómetro CM-2500

F. Materiales para sellado y protección de la muestra

- Esmalte de uñas color transparente
- Acrílico de autocurado

- Quitaesmalte
- Hisopos
- Lecron

G. Equipo para termociclado

- Estufa a 55° marca memmert
- Congelador a 4° marca Revco
- Baño María a 55° marca memmert
- Termómetro digital

H. Instrumental de corte

- Disco de diamante espesor 0.2 mm (AZDENT)
- Disco de carburo
- Mini torno micromotor (TOLSEN)

I. Materiales para tinción

- Azul de metileno al 2%

J. Instrumentos de evaluación

- Microscopio estereoscópico (ZEISS modelo Stemi 305)

K. Materiales auxiliares

- Guantes
- Mascarilla
- Mandilón
- Recipientes de plástico
- Recipientes de vidrio
- Papel film

L. Recursos de escritorio

- Laptop
- Lapiceros
- Impresora
- Papel bond A4
- Folders
- Memoria USB

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Resultados respecto al objetivo general

Tabla 1. Efecto del tiempo de fotocurado e intensidad de luz sobre el sellado marginal en restauraciones de clase I

		Grado de microfiltración										p
Variable	Grupo	0		1		2		3		total		
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Tiempo de fotocurado	10 segundos	7	35	3	15	2	10	8	40	20	100	0.885*
	20 segundos	8	40	2	10	2	10	8	40	20	100	
Intensidad de luz	1200 mW/cm ²	8	40	2	10	2	10	8	40	20	100	0.885*
	2500 mW/cm ²	7	35	3	15	2	10	8	40	20	100	
Intensidad de luz y tiempo de fotocurado	1200 mW/cm ² -10 s	0	0	2	20	1	10	7	70	10	100	0.001**
	1200 mW/cm ² - 20s	8	80	0	0	1	10	1	10	10	100	
	2500 mW/cm ² -10 s	7	70	1	10	1	10	1	10	10	100	
	2500 mW/cm ² -20 s	0	0	2	20	1	10	7	70	10	100	

*prueba de U de Mann Whitney, **prueba de Kruskal-Wallis

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la **Tabla 1** se muestra los valores de microfiltración según el tiempo de fotocurado y la intensidad de luz. En el análisis descriptivo, las combinaciones de 1200 mW/cm² durante 10 segundos y 2500 mW/cm² durante 20 segundos presentaron un 70% de restauraciones con microfiltración de grado 3. En contraste, las combinaciones de 1200 mW/cm² durante 20 segundos y 2500 mW/cm² durante 10 segundos presentaron un 80 y 70 % de restauraciones de grado 0, respectivamente.

En el análisis inferencial, al comparar únicamente la intensidad de luz, no se encontraron diferencias significativas en el sellado marginal (p=0.885), obteniéndose valores similares para ambas intensidades. De manera individual, el factor tiempo tampoco presentó diferencias significativas (p=0.885). Sin embargo, al evaluar la interacción entre ambos factores, se encontraron diferencias estadísticamente significativas (p=0.001). Estos resultados indican que la combinación de estos parámetros influye en el sellado marginal.

4.2. Resultados respecto a los objetivos específicos

Tabla 2. Comparación del sellado marginal en restauraciones de clase I, fotopolimerizadas a una intensidad de 1200 mW/cm² durante 10 y 20 segundos.

Intensidad	Tiempo de fotocurado	Grado de microfiltración										<i>p</i>
		0		1		2		3		total		
		n	%	n	%	n	%	n	%	N	%	
1200	10 s	0	0	2	20	1	10	7	70	10	100	0.001*
mW/cm ²	20 s	8	80	0	0	1	10	1	10	10	100	

*prueba de U de Mann Whitney

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En el grupo de 10 segundos, el 70% de las restauraciones presentaron microfiltración de grado 3. En el grupo de 20 segundos, el 80% de las restauraciones presentaron microfiltración de grado 0.

Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos tiempos de exposición ($p = 0.001$). evidenciando que, bajo una intensidad moderada, un tiempo de fotocurado más prolongado reduce la microfiltración.

Tabla 3. Comparación del sellado marginal en restauraciones de clase I, fotopolimerizadas a una intensidad de 2500 mW/cm² durante 10 y 20 segundos.

Intensidad	Tiempo de fotocurado	Grado de microfiltración										p
		0		1		2		3		total		
		n	%	n	%	n	%	n	%	N	%	
2500	10 s	7	70	1	10	1	10	1	10	10	100	0.001*
mW/cm ²	20 s	0	0	2	20	1	10	7	70	10	100	

*prueba de U de Mann Whitney

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En el grupo de 10 segundos, el 70% de las restauraciones presentaron microfiltración de grado 0. En cambio, en el grupo de 20 segundos, el 70% de las restauraciones presentaron microfiltración de grado 3.

Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos tiempos de fotocurado ($p = 0.001$), evidenciando que, bajo una intensidad alta, el tiempo corto reduce la microfiltración.

Tabla 4. Comparación del sellado marginal en restauraciones de clase I, fotopolimerizadas durante 10 segundos a intensidades de 1200 y 2500 mW/cm².

Tiempo de fotocurado	Intensidad (mW/cm ²)	Grado de microfiltración										<i>p</i>
		0		1		2		3		total		
		n	%	n	%	n	%	n	%	N	%	
10 s	1200	0	0	2	20	1	10	7	70	10	100	0.001*
	2500	7	70	1	10	1	10	1	10	10	100	

*prueba de U de Mann- Whitney

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Con una intensidad de 1200 mW/cm², el 70% de las restauraciones presentaron microfiltración de grado 3. En cambio, con la intensidad de 2500 mW/ cm², el 70% de las restauraciones presentaron microfiltración de grado 0.

Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos (p= 0.001). Evidenciando que, bajo un tiempo corto de fotocurado, una mayor intensidad de luz redujo la microfiltración.

Tabla 5. Comparación del sellado marginal en restauraciones de clase I, polimerizadas durante 20 segundos a intensidades de 1200 y 2500 mW/cm².

Tiempo de fotocurado	Intensidad (mW/cm ²)	Grado de microfiltración										<i>p</i>
		0		1		2		3		total		
		n	%	n	%	n	%	n	%	N	%	
20 s	1200	8	80	0	0	1	10	1	10	10	100	0.001*
	2500	0	0	2	20	1	10	7	70	10	100	

* prueba de U de Mann-Whitney

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Con una intensidad de 1200 mW/cm², el 80% de las restauraciones presentaron microfiltración de grado 0, En cambio, con una intensidad de 2500 mW/cm², el 70% de las restauraciones presentaron microfiltración de grado 3.

Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos (p= 0.001). Evidenciando que, bajo un tiempo de fotocurado prolongado, el uso de mayor intensidad de luz incrementó la microfiltración.

CAPITULO V

DISCUSIÓN Y COMENTARIOS

En el presente estudio se evaluó el efecto de la intensidad de luz y del tiempo de fotocurado sobre el sellado marginal de restauraciones de resina bulk fill en cavidades de clase I. Para lo cual, se emplearon 40 premolares. Los resultados obtenidos muestran diferencias estadísticamente significativas entre los grupos evaluados, indicando que tanto la intensidad de luz como el tiempo de fotocurado influyen en el grado de microfiltración.

Al comparar los tiempos de fotocurado dentro de la misma intensidad (Tablas 2 y 3), se observó que con 1200 mW/cm^2 , el tiempo de 20 segundos produjo un mejor sellado marginal en comparación con 10 segundos. Este hallazgo se explica porque, en una intensidad moderada, prolongar el tiempo de fotocurado permite una mayor conversión de monómeros a polímeros, incrementando la densidad de la red polimérica y mejorando la adaptación marginal.

Sin embargo, con la intensidad alta (2500 mW/cm^2) se observó un comportamiento distinto: un tiempo prolongado de 20 segundos incrementó la microfiltración respecto a 10 segundos. Este fenómeno puede atribuirse a que la elevada densidad de energía generada por la combinación de alta intensidad y tiempo prolongado produce un exceso de calor en la interfase adhesiva que, junto con un grado de conversión muy elevado, induce un mayor estrés de contracción y afecta la integridad marginal.

Por otro lado, al comparar las intensidades dentro de un mismo tiempo (Tabla 4 y 5), se evidenció que, a 10 segundos, la intensidad de 2500 mW/cm^2 presentó menor microfiltración en comparación con 1200 mW/cm^2 , lo cual indica que la mayor potencia compensa el tiempo reducido, logrando una polimerización adecuada para un buen sellado marginal. No obstante, a 20 segundos, la situación se invirtió: la intensidad alta mostró mayor microfiltración que la moderada, reforzando la idea de que tiempos prolongados combinados con potencias elevadas superan el umbral energético óptimo, aumentando el estrés de contracción y afectando negativamente la adaptación marginal.

Los resultados obtenidos con 1200 mW/cm^2 durante 20 segundos son consistentes con lo reportado por Puthiyapurayil *et al.* (2024), quienes evidenciaron que al

aumentar el tiempo de fotopolimerización la microfiltración disminuye, siendo el tiempo de 15 segundos el más efectivo en su estudio. De forma similar, Agui e Ilizarbe (2021) observaron una tendencia a menor microfiltración con tiempos más prolongados, particularmente con intensidades moderadas, aunque sin diferencias estadísticamente significativas. Estos resultados resaltan la importancia de una adecuada duración del fotocurado para optimizar el sellado marginal.

En línea con estos hallazgos, Portella y Vásquez (2022) encontraron que, a una distancia de 0 mm, una intensidad moderada con 20 segundos de fotocurado resultó suficiente para obtener un correcto proceso de fotopolimerización, siendo únicamente en preparaciones profundas donde se justificó prolongar el tiempo de fotocurado para alcanzar una conversión adecuada, lo que refuerza la relación directa entre el tiempo de exposición y la calidad del sellado, destacando la necesidad de no subestimar la duración del fotocurado cuando la intensidad es moderada o la profundidad es mayor. De forma complementaria, Paredes (2024) evidenció que la intensidad y el tiempo de fotocurado también condicionan la microdureza de la resina, encontrando que, una intensidad menor con un tiempo prolongado resultó más eficaz en incrementos de 4 mm. Aunque este estudio abordó microdureza y no microfiltración, ambos resultados coinciden en resaltar que la selección adecuada de los parámetros de fotoactivación es fundamental para garantizar un comportamiento clínico favorable del material.

En cuanto a la combinación de 2500 mW/cm^2 durante 10 segundos, los hallazgos coinciden con lo reportado por Altamirano (2023), quien observó mejores resultados con una intensidad de 2070 mW/cm^2 durante 15 segundos, empleando la lámpara LED y un sistema adhesivo de quinta generación. Aunque las condiciones experimentales no son directamente comparables, la similitud en la energía total entregada explica la cercanía en los hallazgos. Asimismo, Paredes (2024) reportó que protocolos de alta intensidad y menor tiempo fueron favorables en incrementos de 2 mm. Esta coincidencia refuerza la idea de que, bajo protocolos de alta intensidad, los tiempos de exposición relativamente cortos favorecen una polimerización eficaz sin inducir las tensiones asociadas a exposiciones prolongadas.

Por el contrario, Lu *et al.* (2025) evaluaron el efecto de irradiancias elevadas en sellantes de fosas y fisuras y resinas compuestas, empleando intensidades de hasta 3200 mW/cm^2 con tiempos ultracortos (3 y 6 segundos). Ambos estudios señalaron un aumento de la microfiltración bajo estas condiciones, aunque sin diferencias

estadísticamente significativas. En el presente estudio, en cambio, la combinación de 10 segundos con 2500 mW/cm² mostró un buen comportamiento marginal. La diferencia puede explicarse por la brevedad de los tiempos aplicados en los protocolos de Lu y colaboradores, que resultaron en una menor energía total entregada. Sin embargo, coinciden en advertir que los protocolos extremos de fotopolimerización pueden comprometer el sellado marginal.

En contraste, López *et al.* (2023) evaluaron restauraciones polimerizadas con diferentes intensidades y tiempos, enfocándose principalmente en el tipo de lámpara, y aplicando energías entre 10 y 28 J/cm² sin encontrar diferencias estadísticamente significativas en la microfiltración entre los grupos. A diferencia de lo encontrado en nuestro estudio, donde sí se observaron diferencias, esta discrepancia podría explicarse porque en el trabajo de López y colaboradores, la variable central de comparación fue el tipo de lámpara, mientras que en nuestro estudio el análisis se centró en la interacción entre intensidad y tiempo.

Finalmente, la mayor microfiltración observada con 2500 mW/cm² durante 20 segundos difiere de lo reportado por Armas (2025), quien observó que, aun utilizando 20 segundos de exposición con lámparas LED de tercera generación, consideradas de mayor intensidad y eficiencia, se obtuvo menor microfiltración en comparación con lámparas de segunda generación. Este resultado difiere de lo hallado en el presente estudio, porque en el trabajo de Armas la eficacia no dependió únicamente de la intensidad aplicada, sino también de las características propias de las lámparas de tercera generación, como la amplitud espectral y la homogeneidad del haz de luz, que favorecen una polimerización más uniforme y eficiente, lo que explica que en su estudio se obtuviera menor microfiltración.

Es importante resaltar que, mientras algunos estudios, como el de Yücel, *et al.* (2023), señalaron que variables como el método de estratificación o la fuente de fotopolimerización, no produjeron diferencias significativas en la microfiltración, los resultados de este estudio muestran que los parámetros directamente relacionados con la energía de fotopolimerización, tiempo e intensidad de luz, sí ejercen un efecto crítico en el sellado marginal. Esta discrepancia pone en evidencia que no todos los factores operatorios tienen el mismo impacto en el desempeño clínico de las restauraciones, y que la correcta selección de los protocolos de fotoactivación constituye un aspecto decisivo para optimizar la adaptación marginal.

En conjunto estos resultados enfatizan que el éxito en el sellado marginal no depende exclusivamente del tiempo o la intensidad de forma aislada, sino del ajuste equilibrado entre ambos factores, considerando además el tipo de resina, la cavidad preparada y las características de la lámpara utilizada.

Dado que la prueba de Kruskal-Wallis arrojó un valor de $p = 0.001$, menor al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0.05$), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, confirmando que tanto el tiempo de fotocurado como la intensidad de luz influyen de manera significativa en el sellado marginal de las restauraciones de clase I.

CONCLUSIONES

PRIMERA: El tiempo de fotocurado y la intensidad de luz influyeron significativamente en el sellado marginal de restauraciones de resina *bulk fill* clase I, logrando el mejor sellado con las combinaciones de 1200 mW/cm² con 20 segundos y 2500 mW/cm² con 10 segundos.

SEGUNDA: Al comparar diferentes tiempos de fotocurado en restauraciones fotopolimerizadas a 1200 mW/cm², 20 segundos favorecieron un mejor sellado marginal en comparación con 10 segundos.

TERCERA: Al comparar diferentes tiempos de fotocurado en restauraciones fotopolimerizadas a 2500 mW/cm², 20 segundos incrementaron la microfiltración en comparación con 10 segundos.

CUARTA: Al comparar intensidades de 1200 y 2500 mW/cm² con un tiempo de 10 segundos, se evidenció un mejor sellado marginal con la intensidad alta.

QUINTA: Al comparar intensidades de 1200 y 2500 mW/cm² con un tiempo de 20 segundos, se evidenció un mejor sellado marginal con la intensidad moderada.

SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES

A Instituciones de Educación en Odontología, se les recomienda reforzar en su currícula académica la comprensión e interacción de los parámetros de intensidad de luz y tiempo de fotocurado. Asimismo, durante las prácticas preclínicas y clínicas se sugiere fomentar la aplicación adecuada de estos parámetros, considerando las particularidades de los materiales de restauración, para que los estudiantes comprendan que la aplicación de estos parámetros no es rutinaria, sino basada en evidencia científica. Además, se sugiere que se realicen talleres y prácticas guiadas que permitan a los estudiantes analizar y evaluar el impacto de diferentes combinaciones sobre el sellado marginal.

A Profesionales de Odontología, al evidenciar la importancia de los parámetros de intensidad de luz y tiempo de fotocurado, se recomienda emplear correctamente la combinación de ambos parámetros, y evitar el criterio que un mayor tiempo o una intensidad elevada garantiza mejores resultados. Para ello, resulta necesario evaluar periódicamente la intensidad real emitida de sus unidades de fotocurado mediante el uso de un radiómetro y ajustar el tiempo de exposición según corresponda. También, se sugiere participar en capacitaciones continuas para comprender mejor la interacción de estos parámetros en diferentes materiales y situaciones clínicas.

A estudiantes de Odontología, se les sugiere continuar investigando el efecto del tiempo de fotocurado y de la intensidad de luz, ampliando los rangos experimentales para obtener una comprensión más profunda. Además, sería valioso considerar otros factores relacionados con la fotopolimerización para poder evaluar su influencia en las propiedades finales del material. Finalmente, se sugiere evaluar el comportamiento de diferentes tipos de resinas, a fin de obtener una visión más amplia de su desempeño bajo diversas condiciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Guerra W, Fernández L, Cubero R, López D. Caries dental y factores asociados en población de 5-12 años. Rev Med Electrón [Internet]. 2023 [citado el 18 de julio del 2025];45(5):753-67. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242023000500753
2. Morales L, Gómez W. Caries dental y sus consecuencias clínicas relacionadas al impacto en la calidad de vida de preescolares de una escuela estatal. Rev Estomatol Hered [Internet]. 2019 [citado el 18 de julio del 2025];29(1):17-29. Disponible en: <https://doi.org/10.20453/reh.v29i1.3491>
3. Mandri MN, Aguirre A, Zamudio ME. Sistemas adhesivos en Odontología Restauradora. Odontoestomatol [Internet]. 2015 [citado el 19 de julio del 2025];17(26):50-7. Disponible en: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-93392015000200006
4. Chaple A, Montenegro Y, Álvarez J. Evolución histórica de las lámparas de fotopolim. Rev Haban Cienc Méd [Internet]. 2016 [citado el 19 de julio del 2025];15(1):8-16. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2016000100003
5. Exeni M. Importancia de la Fotopolimerización en la previsibilidad de las Resinas Compuestas Adheridas. Odontología Actual [Internet]. 2020 [citado el 17 de julio del 2025];5:1-8. Disponible en: <https://dicyt.uaajms.edu.bo/revistas/index.php/odontologia/article/view/1167>
6. Del Valle AM, Del Rosario NM, Christiani JJ. Filtración marginal y contracción en la polimerización en nuevas resinas Bulk Fill: Una revisión de la literatura. RAAO.2021;64(1).
7. Arguello R, Guerrero J, Rivas L. Microfiltración in vitro de tres sistemas adhesivos con diferentes solventes. Rev odontológica Mex. 2012;16(3):188-92.
8. Pacheco E, Lopez M. Fotopolimerización en odontología. Brazilian J Heal Rev. 2024 Feb 2;7(1):4210-20.
9. Kopperud SE, Tveit AB, Gaarden T, Sandvik L, Espelid I. Longevity of posterior

- dental restorations and reasons for failure. *Oral Sci.* 2012;120:539-48.
10. Puthiyapurayil G, Antony V, Shaloob M, Roshan G, Nayaz M, Parayaruthottam P. Effect of photopolymerization time on shear bond strength and microleakage of orthodontic adhesives: an in vitro study. *J Int Oral Heal.* 2024;16(1):57-62.
 11. Lu Y, Cai Q, Zhou D. Effect of rapid high-intensity light curing on micro-leakage in conventional and bulk-fill resin composites. *Front Mater.* 2025;12:1-8.
 12. Altamirano J. Influencia del fotocurado en la filtración marginal de restauraciones de resinas compuestas con dos sistemas adhesivos [Internet] [tesis de pregrado]. [Ambato]: Universidad Regional Autonoma de los Andes; 2023 [citado el 3 de octubre del 2024]. Disponible en: <https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/17654>
 13. Rizzante FAP, Duque JA, Duarte MAH, Mondelli RFL, Mendonça G, Ishikiriama SK. Polymerization shrinkage, microhardness and depth of cure of bulk fill resin composites. *Dent Mater J.* 2019;38(3):403-10.
 14. Lu Y, Zhou D, Cai Q. Effect of high-irradiance light-curing on microleakage of resin fissure sealant. *J Clin Pediatr Dent.* 2025;49(2):89-96.
 15. Yücel M, Alkan E, Tağtekin D, Yanıkoğlu F. Microleakage evaluation of photopolymerization efficiency in different layering methods of new generation LED light devices. *Balk J Dent Med.* 2023;27(2):111-7.
 16. López J, Hernández K, Cervantes L, Ladera M, Martínez R, Solís F, et al. Microleakage of Class II Bulk-Fill Resin Composite Restorations Cured with Light-Emitting Diode versus Quartz Tungsten-Halogen Light: An In Vitro Study in Human Teeth. *Biomedicines.* 2023;11(2):1-13.
 17. Agui J, Ilizarbe J. Influencia del tiempo de fotopolimerización de un adhesivo universal en el grado de microfiltración en restauraciones directas con resina [Internet] [tesis de pregrado]. [Huancayo]: Universidad Roosevelt; 2021 [citado el 4 de octubre del 2024]. Disponible en: <http://repositorio.uroosevelt.edu.pe/handle/20.500.14140/747>
 18. Armas L. Efectividad de polimerización en lámparas led de segunda y tercera generación sobre la microfiltración marginal de restauraciones clase I de resinas bulk-fill in vitro [Internet] [tesis de pregrado]. [Lima]: Universidad Nacional Federico Villareal; 2025 [citado el 15 de Mayo del 2025]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.13084/10452>

19. Paredes D. Efecto de la intensidad y tiempo de fotocurado de dos lámparas en la microdureza de una resina de diferentes espesores [Internet] [Tesis de pregrado]. [Trujillo]:Universidad Privada Antenor Orrego; 2024 [citado el 15 de octubre del 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/56111>
20. Portella J, Vásquez E. Evaluación del tiempo de exposición de una resina Bulk Fill en preparaciones profundas [Internet]. Vol. 33, Revista Estomatológica Herediana. Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2022 [citado el 10 de octubre del 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.20453/reh.v32i1.4180>
21. Rodríguez G, Douglas R, Pereira S, Natalie A. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. Acta Odontol Venez [Internet]. 2008 [citado el 5 de noviembre del 2024];46(3):381-92. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652008000300026&lng=es&nrm=iso&tlng=es
22. De La Macorra J. Manual de Biomateriales Odontológicos. 1° ed. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2020. 168 p.
23. Cova J. Biomateriales dentales. 1° ed. Venezuela: Amolca; 2004. 232-261 p.
24. Rosin M, Froehlich L, Mazur N, Bervian RK, Santana SC, Piana EA, et al. Resinas compostas: uma revisão de literatura. Res Soc Dev. 2022;11(13):e257111335128.
25. Loarte GJ. Fundamentos para elegir una resina dental. Odontol Act Rev Científica [Internet]. 2019 [citado el 20 de noviembre del 2024];4:57-64. Disponible en: <https://pruebas3.ucacue.edu.ec/index.php/oactiva/article/view/408>
26. De Oliveira G, França N, Dias R, Penazzo C, Geraldo R. Propriedades mecânicas das resinas bulk-fill: revisão de literatura. RSBO [Internet]. 2023 [citado el 12 de noviembre del 2024];20(2):427-34. Disponible en: <https://periodicos.univille.br/RSBO/article/view/2122>
27. Rodríguez A, Christiani J, Álvarez N, Zamudio M. Revisión de Resina Bulk Fill. RAAO [Internet]. 2018 [citado el 10 de noviembre del 2024];58(1):55-60. Disponible en: <https://www.ateneo-odontologia.org.ar/articulos/lviii01/articulo6.pdf>
28. Shofu I. Beautifil-Bulk Restorative & Flowable. Kioto, Japón; 2021.
29. Shruthi M, Srinivasan D, Eagappan S, Louis J, Natarajan D, Meena S. A Review of Dental Caries Classification Systems. Res J Pharm Technol

- [Internet]. 2022 [citado el 5 de mayo del 2025];9(18):4819-24. Disponible en: <https://rjptonline.org/AbstractView.aspx?PID=2022-15-10-82>
30. Clavera T, Rodriguez J, Ojeda Y. Compendio de Operatoria. 1a ed. Cuba: Editorial Académica Española; 2017. 238 p.
 31. Rueggeberg F, Giannini M, Arrais C, Price R. Light curing in dentistry and clinical implications: A literature review. Vol. 31, Brazilian Oral Research. Sociedade Brasileira de Hematologia e Hemoterapia; 2017. p. 64-91.
 32. Melendez D, Delgado L, Tay L. La Ciencia detrás de las Lámparas de polimerización LED. RODYB. 2021;10(3):6-18.
 33. Reis de Andrade S, Baptista C, Dos Santos T, Fernandez C. Análise dos diferentes sistemas de fotopolimerização dos materiais resinosos-revisão de literatura. Rev Fac Odontol Univ Fed Bahia [Internet]. 2020 [citado el 10 de noviembre del 2024];50(2):41-52. Disponible en: <https://periodicos.ufba.br/index.php/revfo/article/view/38257>
 34. Aquino A. Efectividad de fotopolimerización usando lámparas led: Una revisión de la literatura. Rev Científica Odontológica [Internet]. 2022 [citado el 29 de octubre del 2024];10(3):e120. Disponible en: <https://revistas.cientifica.edu.pe/index.php/odontologica/article/view/1255>
 35. Estrada M, López B. Dinámica de polimerización enfocada a reducir o prevenir el estrés de contracción de las resinas compuestas actuales. Av en Estomatol. 2017;33(6):261-72.
 36. Morocho K, Ordóñez L, Palacios I. Efecto de la intensidad de la luz de curado dental sobre las resinas dentales en cuanto a su estructura y forma: revisión de la literatura. Res Soc Dev. 2023 Jun 27;12(6).
 37. Zhou X, Huang X, Li M, Peng X, Wang S, Zhou X, et al. Development and status of resin composite as dental restorative materials. J Appl Polym Sci. 2019;136(44):1-12.
 38. Cordonero MA. Potencia e irradiancia producida por las lámparas de fotoactivación utilizadas en el área clínica de grado de la Facultad de Odontología de la Universidad Americana (UAM). Rev Odontológica Stomarium. 2024 Mar 18;1(1):1-20.
 39. Rombaldo A, Pozzobon L, Mendonça M, Camilotti V. Como os fotopolimerizadores podem afetar a microdureza da resina composta? Rev UNINGÁ [Internet]. 2021 [citado 11 de marzo del 2025] ;58. Disponible en:

<http://revista.uninga.br/index.php/uninga/article/download/3963/2403>

40. Vieira S, Marto CM, Coelho A, Amaro I, Francisco I, Vale F, et al. In Vitro Techniques for Microleakage Evaluation of Coronary Restorative Materials: A Scoping and Mapping Review. *J Funct Biomater*. 2025;16(6):1-18.
41. Melaria A, Árregui M, Ginot F, Sáes S, Bellet L. Actualización de los diferentes tipos de lámparas de fotopolimerización. Revisión de la literatura. *Odontol Pediátrica* [Internet]. 2008 [citado el 6 de octubre del 2024];16(3):140-52. Disponible en: https://www.odontologiapediatrica.com/wp-content/uploads/2018/05/123_revrevision1.pdf
42. Hernández R, Fernández C, Baptista M del P. Metodología de la Investigación. sexta. España MH, editor. Vol. 6 edición. España; 2014.
43. Baena G. Metodología de la investigación. 3a ed. México: Grupo Editorial Patria; 2017. 173 p.
44. Medina M, Rojas R, Bustamante W, Loaiza R, Martel C, Castillo R. Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación [Internet]. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú; 2023 [citado el 12 de marzo del 2025]. Disponible en: <https://editorial.inudi.edu.pe/index.php/editorialinudi/catalog/book/90>
45. Deeksha S, Sheetal M, Sarika S, Patil N, Agraja P, Ankita D. Effects of Different Curing Lights on Microleakage in Resin-based Composite. *Int J Oral Care Res*. 2022;6(1):23-7.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

PREGUNTAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
¿Cuál es el efecto del tiempo de fotocurado e intensidad de luz sobre el sellado marginal en restauraciones de clase I con resinas bulk fill, Cusco - 2025?	Evaluar el efecto del tiempo de fotocurado e intensidad de luz sobre el sellado marginal en restauraciones de clase I con resina bulk fill, Cusco -2025	H₁: Existe diferencias estadísticamente significativas en el sellado marginal de las restauraciones de clase I realizadas con resina bulk fill, según el tiempo de fotocurado y la intensidad de luz empleada H₀: No existen diferencias estadísticamente significativas en el sellado marginal de las restauraciones de clase I realizadas con resina bulk fill, según el tiempo de fotocurado y la intensidad de luz empleada.	Variables independientes: <ul style="list-style-type: none"> – Tiempo de fotocurado – Intensidad de luz Variables dependientes: <ul style="list-style-type: none"> – Sellado marginal 	Tipo de investigación: Aplicado Enfoque de investigación: Cuantitativo Nivel de investigación: Explicativo Diseño: Experimental Técnica e instrumentos Técnica: Observación Instrumento: Ficha de observación Técnica de muestreo: No probabilístico por conveniencia Población: 40 dientes
Problemas específicos	Objetivos específicos			
<ul style="list-style-type: none"> – ¿Cuál es la diferencia en el sellado marginal de restauraciones de clase I, fotopolimerizadas a una intensidad de 1200 mW/cm² durante 10 y 20 segundos? – ¿Cuál es la diferencia en el sellado marginal de restauraciones de clase I, fotopolimerizadas a una intensidad de 2500 mW/cm² durante 10 y 20 segundos? – ¿Cuál es la diferencia en el sellado marginal de restauraciones de clase I, fotopolimerizadas a intensidades de 1200 y 2500 mW/cm² durante 10 segundos? – ¿Cuál es la diferencia en el sellado marginal de restauraciones de clase I, fotopolimerizadas a intensidades de 1200 y 2500 mW/cm² durante 20 segundos? 	<ul style="list-style-type: none"> – Comparar el sellado marginal de restauraciones de clase I, fotopolimerizadas a una intensidad de 1200 mW/cm² durante 10 y 20 segundos. – Comparar el sellado marginal en restauraciones de clase I, fotopolimerizadas a una intensidad de 2500 mW/cm² durante 10 y 20 segundos. – Comparar el sellado marginal en restauraciones de clase I, fotopolimerizadas a intensidades de 1200 y 2500 mW/cm² durante 10 segundos. – Comparar el sellado marginal en restauraciones de clase I, fotopolimerizadas a intensidades de 1200 y 2500 mW/cm² durante 20 segundos. 			

Anexo 2: Matriz del instrumento

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

“EFECTO DEL TIEMPO DE FOTOCURADO E INTENSIDAD DE LUZ SOBRE EL
SELLADO MARGINAL EN RESTAURACIONES CLASE I DE RESINAS BULK FILL,
CUSCO -2025”

OPERADOR: Vianey Carolina Diaz Sanchez



GRUPO	N°	INTENSIDAD DE LUZ	TIEMPO DE FOTOCURADO	GRADO DE MICROFILTRACION			
				0	1	2	3
GRUPO I	1.1	1200 mW/cm ²	10 s				
	1.2	1200 mW/cm ²	10 s				
	1.3	1200 mW/cm ²	10 s				
	1.4	1200 mW/cm ²	10 s				
	1.5	1200 mW/cm ²	10 s				
	1.6	1200 mW/cm ²	10 s				
	1.7	1200 mW/cm ²	10 s				
	1.8	1200 mW/cm ²	10 s				
	1.9	1200 mW/cm ²	10 s				
	1.10	1200 mW/cm ²	10 s				
GRUPO 2	2.1	1200 mW/cm ²	20 s				
	2.2	1200 mW/cm ²	20 s				
	2.3	1200 mW/cm ²	20 s				
	2.4	1200 mW/cm ²	20 s				
	2.5	1200 mW/cm ²	20 s				
	2.6	1200 mW/cm ²	20 s				
	2.7	1200 mW/cm ²	20 s				
	2.8	1200 mW/cm ²	20 s				
	2.9	1200 mW/cm ²	20 s				
	2.10	1200 mW/cm ²	20 s				

GRUPO 3	3.1	2500 mW/cm ²	10 s				
	3.2	2500 mW/cm ²	10 s				
	3.3	2500 mW/cm ²	10 s				
	3.4	2500 mW/cm ²	10 s				
	3.5	2500 mW/cm ²	10 s				
	3.6	2500 mW/cm ²	10 s				
	3.7	2500 mW/cm ²	10 s				
	3.8	2500 mW/cm ²	10 s				
	3.9	2500 mW/cm ²	10 s				
	3.10	2500 mW/cm ²	10 s				
GRUPO 4	4.1	2500 mW/cm ²	20 s				
	4.2	2500 mW/cm ²	20 s				
	4.3	2500 mW/cm ²	20 s				
	4.4	2500 mW/cm ²	20 s				
	4.5	2500 mW/cm ²	20 s				
	4.6	2500 mW/cm ²	20 s				
	4.7	2500 mW/cm ²	20 s				
	4.8	2500 mW/cm ²	20 s				
	4.9	2500 mW/cm ²	20 s				
	4.10	2500 mW/cm ²	20 s				

Anexo 3: Matriz de sistematización de datos

INTENSIDAD DE LUZ	TIEMPO DE FOTOCURADO	GRADO DE MICROFILTRACIÓN
1200 mW/cm ²	10 s	1
1200 mW/cm ²	10 s	1
1200 mW/cm ²	10 s	3
1200 mW/cm ²	10 s	3
1200 mW/cm ²	10 s	3
1200 mW/cm ²	10 s	3
1200 mW/cm ²	10 s	3
1200 mW/cm ²	10 s	2
1200 mW/cm ²	10 s	3
1200 mW/cm ²	10 s	3
1200 mW/cm ²	20 s	0
1200 mW/cm ²	20 s	0
1200 mW/cm ²	20 s	0
1200 mW/cm ²	20 s	0
1200 mW/cm ²	20 s	0
1200 mW/cm ²	20 s	3
1200 mW/cm ²	20 s	0
1200 mW/cm ²	20 s	0
1200 mW/cm ²	20 s	2
2500 mW/cm ²	10 s	3
2500 mW/cm ²	10 s	2
2500 mW/cm ²	10 s	0
2500 mW/cm ²	10 s	0
2500 mW/cm ²	10 s	1
2500 mW/cm ²	10 s	0
2500 mW/cm ²	10 s	0
2500 mW/cm ²	10 s	0
2500 mW/cm ²	10 s	0
2500 mW/cm ²	20 s	3
2500 mW/cm ²	20 s	2
2500 mW/cm ²	20 s	3
2500 mW/cm ²	20 s	3
2500 mW/cm ²	20 s	3
2500 mW/cm ²	20 s	1
2500 mW/cm ²	20 s	3
2500 mW/cm ²	20 s	3
2500 mW/cm ²	20 s	1
2500 mW/cm ²	20 s	3

Anexo 4: Carta de aceptación para calibración



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE MEDICINA HUMANA
ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLÓGIA

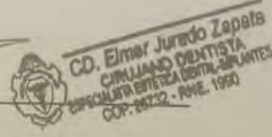

"AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA"

CARTA DE ACEPTACIÓN

Sicuaní, 07 de junio del 2025



Previo un cordial saludo, por medio de la presente, yo, **Elmer Jurado Zapata** en calidad de **odontólogo especialista en Odontología Restauradora y Estética**, manifiesto mi aceptación para brindar el proceso de **calibración y capacitación** a la estudiante **Vianey Carolina Díaz Sanchez**, quien se encuentra realizando su tesis titulada "EFECTO DEL TIEMPO DE FOTOCURADO E INTENSIDAD DE LUZ SOBRE EL SELLADO MARGINAL EN RESTAURACIONES CLASE I DE RESINAS BULK FILL, CUSCO -2025".

Me comprometo a colaborar con responsabilidad en el proceso, ofreciendo el acompañamiento necesario para la correcta ejecución del estudio y supervisar de manera directa en las fases experimentales del proyecto y principalmente en el proceso de evaluación de la microfiltración bajo el estereomicroscopio. Mi participación busca asegurar la uniformidad metodológica, la objetividad en la recolección de datos y la máxima rigurosidad científica en cada etapa del estudio.



CD. ELMER JURADO ZAPATA
Especialista en Odontología Restauradora y Estética
COP:26732 RNE: 01990

Anexo 5: Autorización del laboratorio de Parasitología



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE MEDICINA HUMANA
ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLÓGÍA

"AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA"

SOLICITO: PERMISO PARA HACER USO DEL
ESTEREOMICROSCOPIO DEL LABORATORIO C-224
DE PARASITOLOGÍA Y TÉCNICAS MICROSCÓPICAS
DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA.

A: Mgt. FLAVIA CAROLL MUÑIZ PAREJA
DOCENTE DEL ÁREA DE PARASITOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS


Yo, VIANEY CAROLINA DIAZ SANCHEZ con DNI:
73254401; estudiante de la Facultad de Medicina
Humana, de la Escuela Profesional de Odontología,
ante Ud. Me presento para manifestarle:

Que, actualmente me encuentro desarrollando mi tesis de grado, titulada "EFECTO DEL
TIEMPO DE FOTOCURADO E INTENSIDAD DE LUZ SOBRE EL SELLADO MARGINAL EN
RESTAURACIONES CLASE I DE RESINAS BULK FILL, CUSCO -2025", para lo cual es
indispensable el uso de un "ESTEREOMICROSCOPIO ZEISS STEMI 305" que me permita
observar y cuantificar el grado de microfiltración de las restauraciones.
Comprometiéndome a seguir rigurosamente los protocolos de bioseguridad y las
normativas de uso del laboratorio, garantizando un entorno de trabajo seguro y controlado.
Así mismo, mantener el orden y la limpieza del área de trabajo, y el uso responsable del
equipo. Mi necesidad se centra específicamente en el uso del microscopio, por lo que mi
permanencia en el laboratorio será limitada a las horas de observación necesarias.

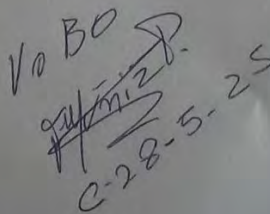
POR LO EXPUESTO:
Ruego a Ud. , acceder a mi solicitud.

Cusco, 28 de mayo del 2025


Atentamente




VIANEY CAROLINA DIAZ SANCHEZ
DNI: 73254401
CÓDIGO: 170519


Vº Bº
Flavia Carroll Muñiz Pareja
C-28-5-25

Anexo 6: Autorización del laboratorio de Genética e Investigación en Genética Molecular



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE MEDICINA HUMANA
ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA



"AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA"

SOLICITO: PERMISO PARA HACER USO DEL EQUIPO DE BAÑO MARÍA Y DE LAS INSTALACIONES DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN GENÉTICA Y GENÉTICA MOLECULAR DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA


A: MSC. JORGE ACURIO SAAVEDRA
DOCENTE ENCARGADO DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN GENÉTICA Y GENÉTICA MOLECULAR
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

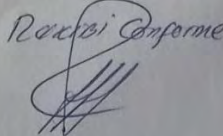
Yo, **VIANEY CAROLINA DIAZ SANCHEZ** con DNI: 73254401; estudiante de la Facultad de Medicina Humana, de la Escuela Profesional de Odontología, ante Ud. Me presento para manifestarle:

Que, actualmente me encuentro desarrollando mi tesis de grado, titulada "EFECTO DEL TIEMPO DE FOTOCURADO E INTENSIDAD DE LUZ SOBRE EL SELLADO MARGINAL EN RESTAURACIONES CLASE I DE RESINAS BULK FILL, CUSCO -2025", para ello, requiero el uso del **EQUIPO DE BAÑO MARÍA** para mantener las muestras a una temperatura constante de 55°C. Esta temperatura, combinada con la simulación de un ambiente frío de 5°C que replicaré adicionalmente en sus instalaciones, me permitirá reproducir las variaciones térmicas de la cavidad oral, con el fin de inducir el envejecimiento acelerado de las muestras dentales. Comprometiéndome a seguir rigurosamente los protocolos de bioseguridad y las normativas de uso del laboratorio, garantizando un entorno de trabajo seguro y controlado. Asimismo, mantener el orden y la limpieza del área de trabajo, y el uso responsable del equipo.

POR LO EXPUESTO:
Ruego a Ud. , acceder a mi solicitud.

Cusco, 23 de junio del 2025

Atentamente

VIANEY CAROLINA DIAZ SANCHEZ
DNI: 73254401
CÓDIGO: 170519

Recibí Conforme

C-23-06-2025

Anexo 7: Constancia de calibración

CONSTANCIA DE CALIBRACIÓN

Por el presente documento se hace constar que la tesista **Vianey Carolina Diaz Sanchez**, con **DNI 73254401**, ha sido capacitada y calibrada para la visualización y estimación del grado de microfiltración del azul de metileno en las muestras examinadas, de acuerdo a la clasificación en grados 0, 1, 2 y 3.

Esta capacitación se realizó en el marco del tema de investigación titulado:

EFFECTO DEL TIEMPO DE FOTOCURADO E INTENSIDAD DE LUZ SOBRE EL SELLADO MARGINAL EN RESTAURACIONES CLASE I DE RESINAS BULK FILL, CUSCO -2025.

Para la evaluación de la fiabilidad y consistencia de las mediciones se utilizaron el índice de Kappa ponderado de Cohen y el coeficiente Tau-b de Kendall

TABLA 1: Observación del especialista y del investigador respecto al grado de microfiltración en la prueba piloto de 08 piezas dentarias.

	Kappa	Error estándar (EE)	IC (95%)	Valor p
Investigador vs. Especialista	0.8049	0.1657	0.4800 – 1.1297	0.0005

El índice de Kappa ponderado de Cohen obtenido fue **0.8049**, equivalente a un **87% de concordancia** entre el investigador y el especialista, estadísticamente significativa ($p = 0.0005$), lo que indica **buena concordancia** según la escala de Landis y Koch.

TABLA 2: Coeficiente de correlación entre la primera y segunda medición del investigador.

Ordinal por ordinal	Tau-b de Kendall	Valor	E.E	T aproximada ^b	Sig
		,951	,045	6,938	,000

El coeficiente Tau-b de Kendall fue **0.951**, lo que representa un **95% de concordancia** entre las dos mediciones realizadas por el mismo investigador, con significancia estadística ($p = 0.000$), evidenciando muy alta consistencia en las observaciones.

Se expide el presente documento a solicitud de la interesada, para los fines que estime conveniente.

Atentamente



CD. Elmer Jurado Zapata
CIRUJANO DENTISTA
ESPECIALISTA EN ESTÉTICA DENTAL-IMPLANTES
COP-26732 - RNE-1990

CD. ELMER JURADO ZAPATA
Especialista en Odontología Restauradora y Estética
COP:26732 RNE: 01990

Anexo 8: Ficha Técnica de la lámpara LED Woodpecker modelo H

lámpara de fotocurado LED H

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

DESCRIPCIÓN
Lámpara de fotocurado Led H
Lámpara de polimerización en la que el profesional dental consigue rápidas ortodoncias

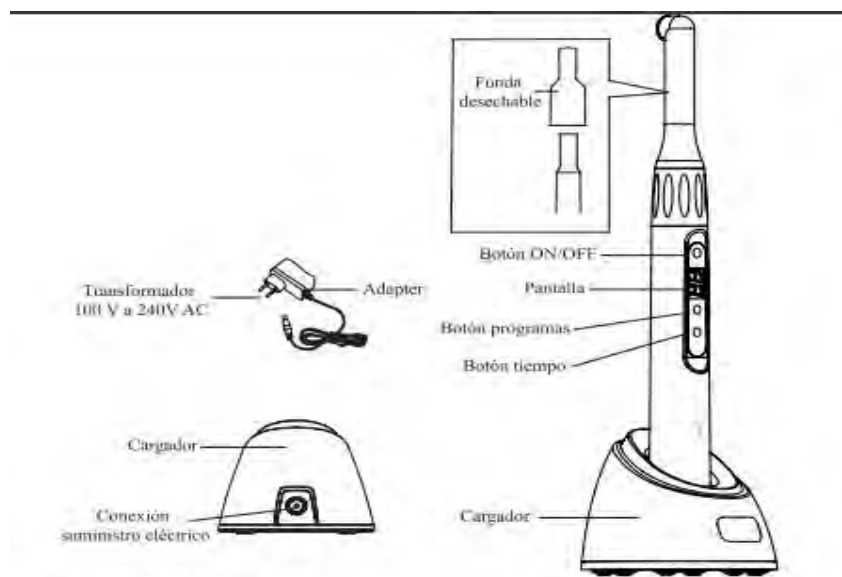
Características de las lámparas de polimerización:

- Las lámparas de polimerización Led H tienen integrada una guía de luz, la cual facilita el tratamiento en dientes posteriores.
- Ofrece un fotocurado de cualquier material.
- Están disponibles en varios colores
- Peso muy ligero.
- Es posible utilizarla más de 500 veces continuamente en el modo de 10 s tiempo de trabajo.
- Previene el sobre-calentamiento después de un largo tiempo de trabajo.
- Bajo consumo de energía de reserva con setenta días de tiempo en espera.
- Intensidad de luz constante, lo cual provoca que se complete la polimerización de los materiales.
- El efecto de solidificación no se ve afectada por el consumo de energía restante.
- Voltaje y frecuencia: 110V-220V 50Hz/60Hz.
- Longitud de onda: 480-490nm.
- Peso neto:178g.
- Potencia de luz:1000mW/cm2 - 1200mW/cm2.
- Dimensiones: 25mm diámetro x 252mm longitud.

6 MESES DE GARANTIA



Anexo 9: Ficha Técnica de la lámpara LED Woodpecker modelo I



4. Especificaciones técnicas

4.1 Dimensiones: 25mm×25mm×240mm.

4.2 Peso neto: 278gr.

4.3 Fuente de poder

4.3.1 Suministro de poder: batería de Litio recargable

4.3.2 Modelo de batería: ICR 18490

4.3.3 Voltaje y capacidad de batería: 3.7V/ 1400mAh

La batería cuenta con protección de sobrecarga, subida de voltaje o corto circuito.

4.3.4 Transformador

Entrada eléctrica: 100V a 240V, 50Hz/60 Hz

Entrada de poder: 10VA Salida de poder:DC5V/1A

4.4 Fuente de luz:

4.4.1 5W LED de luz azul de alto poder

4.4.2 Método de revisión: a luz LED está bien cuando la luz está encendida durante funcionando correctamente.

4.4.3 La longitud de onda de este producto puede coincidir con la necesaria para la solidificación de resinas dentales, tales como 3M, Dentsply, etc.

4.4.4 Longitud de onda: 420nm-480nm

4.5 Intensidad de la luz: 1000 mW / cm² ~ 2500mW / cm²

4.6 Condiciones de trabajo

4.6.1 Temperatura ambiente: + 5 °C a + 40°C

4.6.2 Humedad relativa: 30% ~ 75%

4.6.3 Presión de la atmósfera: 70kPa a106kPa

4.7 Seguridad del equipo

4.7.1 Modo de funcionamiento: funcionamiento intermitente

4.7.2 Tipo de protección contra descargas eléctricas: clase II.

4.7.3 Grado de protección contra descargas eléctricas: tipo B.


4.7.4 Protección contra el ingreso dañino de agua o materia particular: equipo ordinario (IPX0).

4.7.5 Seguridad en presencia de una mezcla anestésica inflamable con aire, oxígeno u óxido nitroso: no es adecuado bajo esta condición.

Anexo 10: Fichas Técnicas de la resina Beautifil-Bulk Restorative

Beautifil-Bulk Restorative

Bulk Fill Posterior Composite with Bioactive GIOMER Technology




Beautifil-Bulk Restorative

Bulk Fill Posterior Composite with Bioactive GIOMER Technology

Shofu is dedicated to manufacturing the highest quality products utilizing our innovative technologies to enhance minimally invasive cosmetic dentistry.

FUNCTIONAL



Beautifil-Bulk Restorative is the ideal metal-free material for bulk fill posterior restorations. This highly filled material (87.0%) offers low shrinkage (<1.7%) and wear resistance, 4mm depth of cure, as well as the combination of superior compressive and flexural strength for maximum durability. In addition, **Beautifil-Bulk Restorative's** esthetics are unmatched by any competitor.





BIOACTIVE GIOMER TECHNOLOGY INSIDE

Shofu's proprietary GIOMER Technology gives **Beautifil-Bulk Restorative** long-term ion exchange for anti-bacterial and acid neutralizing effects to minimize problems caused by plaque and biofilm which may lead to restorative failure. A Univ. of Florida Dental School clinical study showed no secondary decay or failures after 8 years! **Beautifil-Bulk Restorative** is the only product in this market segment that gives the bioactive and therapeutic benefits of GIOMER Technology and the clinically efficiency of posterior bulk filling.

shofu.com
800.827.4638
customer-service@shofu.com

Minimal Bacteria
(Asahi University)

Advanced Bacterial
Colonization


Fluoride Release & Recharge from GIOMER




*1). Gordon V.V., et al. A clinical evaluation of a self-etching primer and a Giomer restorative material: Results at 8 years. JAM Dent. Assoc. 2007;138:621-627

Beautifil-Bulk Restorative

Universal A





Beautifil-Bulk Restorative
4.5 g syringe

Shade	Part Number
Universal	<input type="checkbox"/> 2034
A	<input type="checkbox"/> 2035

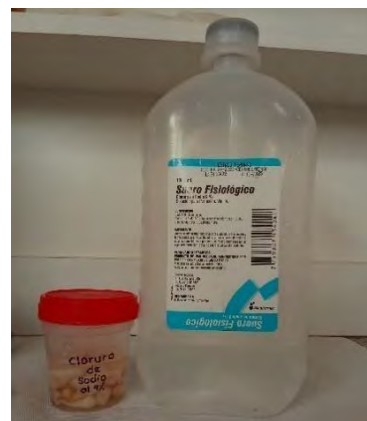
0.25 g x 20 tips

Shade	Part Number
Universal	<input type="checkbox"/> 2032
A	<input type="checkbox"/> 2033

SN66-0620

Shofu Dental Corporation, San Marcos, CA

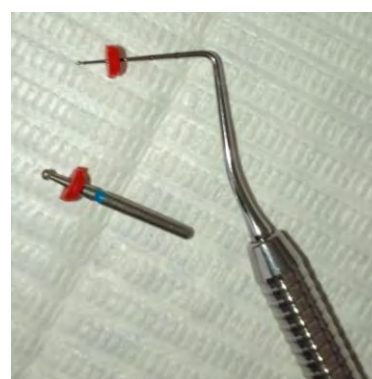
Anexos 11: Evidencia de ejecución de la investigación



Desinfección en hipoclorito de sodio al 3% y almacenamiento en suero fisiológico al 0.9% de las muestras dentales



Distribución de los dientes en 4 grupos



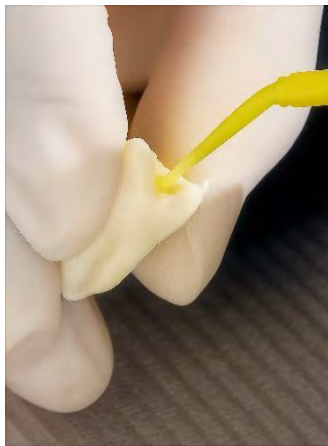
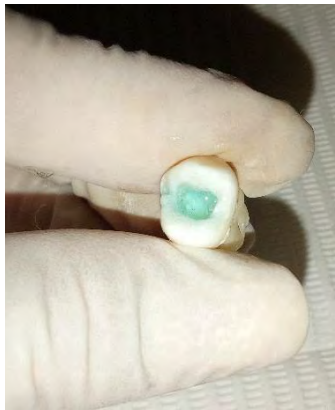
Calibración de las fresas y sonda periodontal con topes de goma



Confección de cavidades estandarizadas



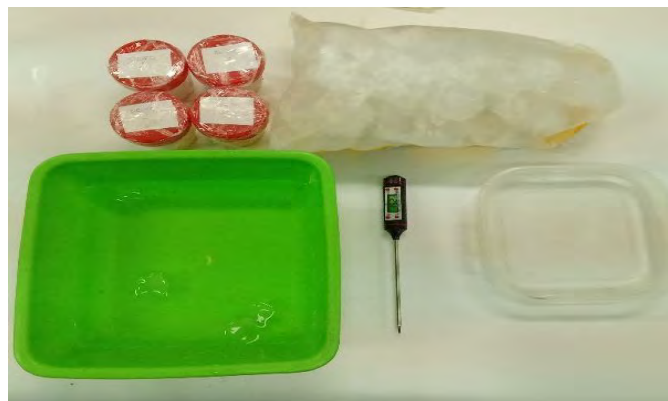
Equipos y materiales de restauración



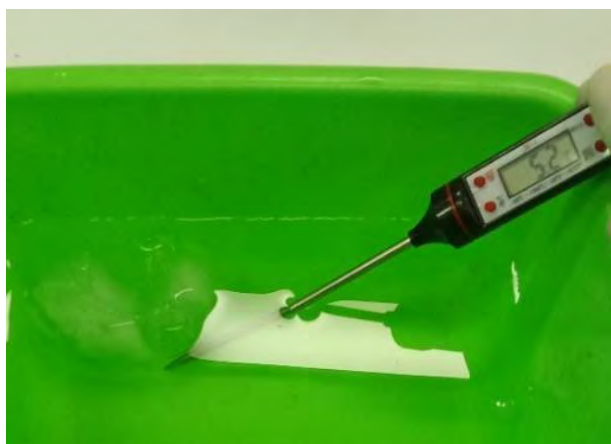
Proceso de restauración



Visualización de los tiempos de fotocurado de las lámparas LEDs empleadas



Materiales empleados para el proceso de termociclado manual



Medición de las temperaturas de agua fría y baño María

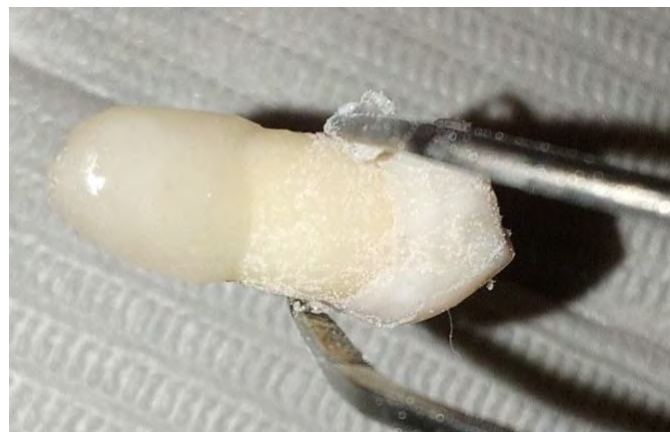


Muestras recubiertas con papel film previo al termociclado



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADINO (UNSA)		UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADINO (UNSA)	
FACULTAD DE ODONTOLÓGICA		FACULTAD DE ODONTOLÓGICA	
MÓDULO DE ODONTOLÓGICA		MÓDULO DE ODONTOLÓGICA	
1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16
17	18	19	20
21	22	23	24
25	26	27	28
29	30	31	32
33	34	35	36
37	38	39	40
41	42	43	44
45	46	47	48
49	50	51	52
53	54	55	56
57	58	59	60
61	62	63	64
65	66	67	68
69	70	71	72
73	74	75	76
77	78	79	80
81	82	83	84
85	86	87	88
89	90	91	92
93	94	95	96
97	98	99	100

Inmersión de las muestras en temperaturas de: $55 \pm 2^\circ\text{C}$ y $5 \pm 2^\circ\text{C}$ y control de termociclado



Sellado de ápices con acrílico de autocurado



Aplicación de esmalte de uñas transparente, dejando 1mm libre alrededor de la restauración



Inmersión de las muestras en azul de metileno al 2%



Aplicación de quitaesmalte de uñas en las muestras



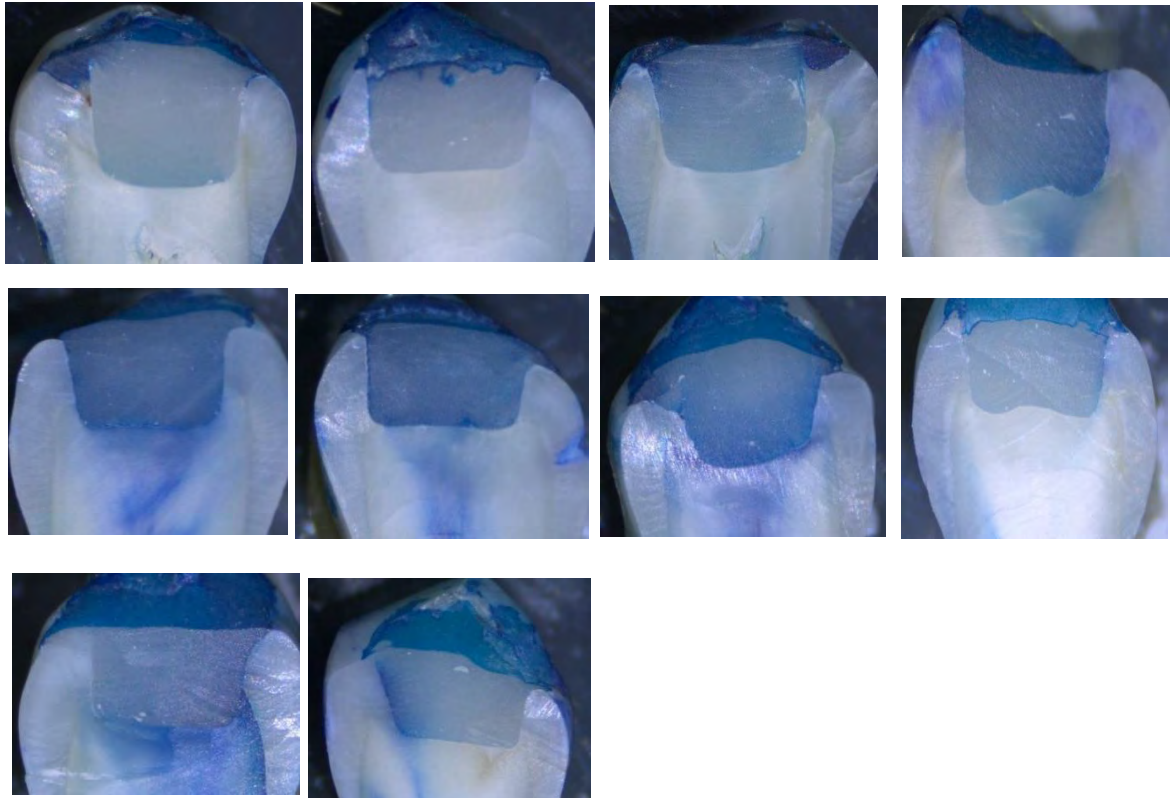
Corte longitudinal de las muestras



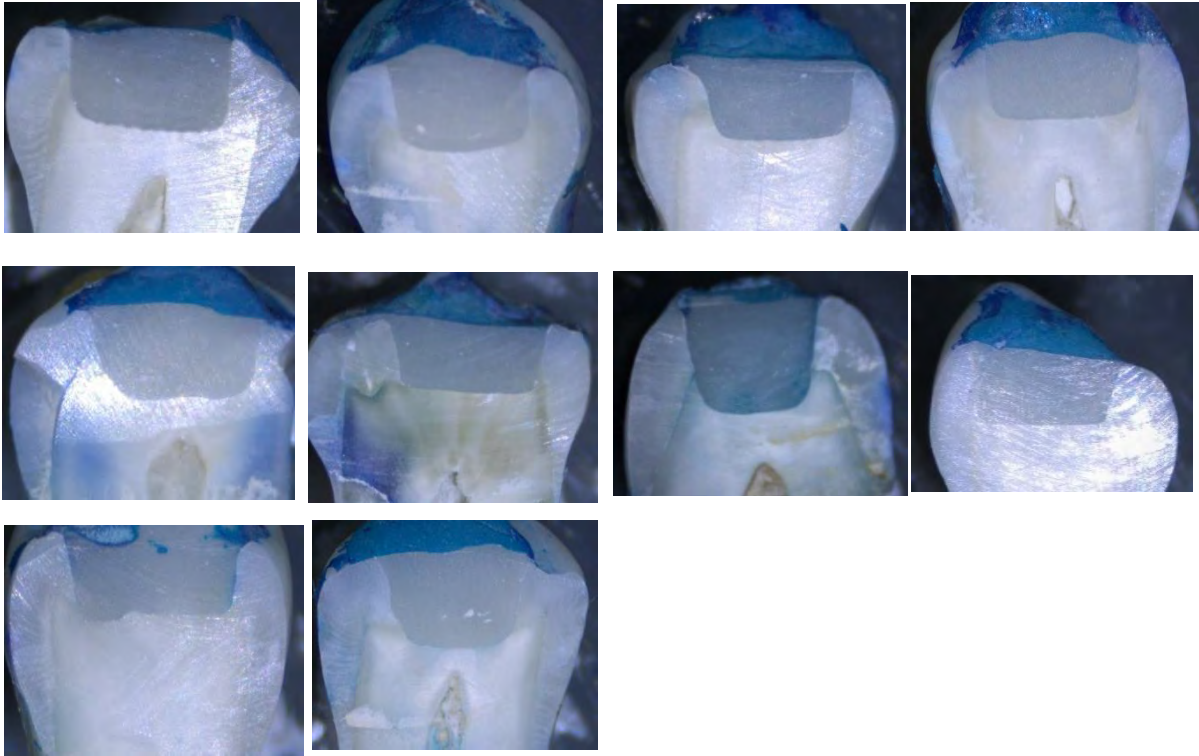
Muestras seccionadas en dos mitades



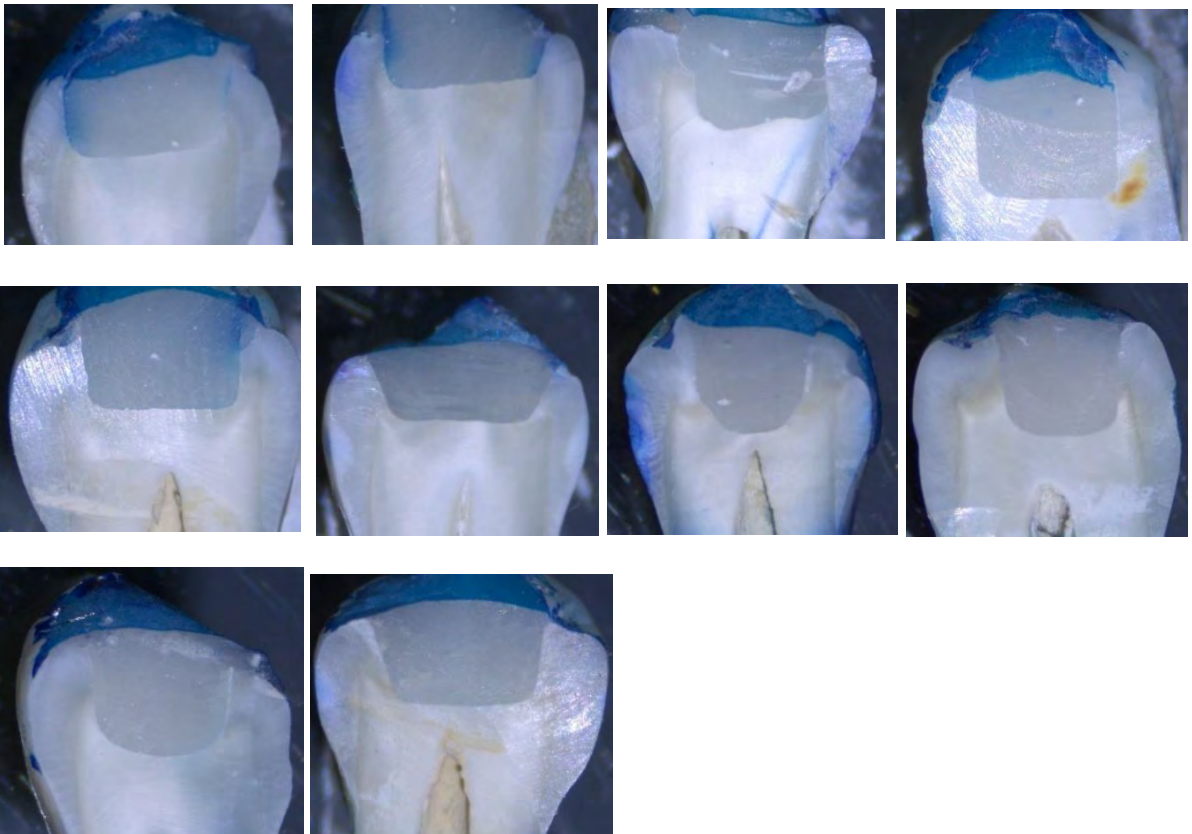
Evaluación de la microfiltración bajo el estereomicroscopio



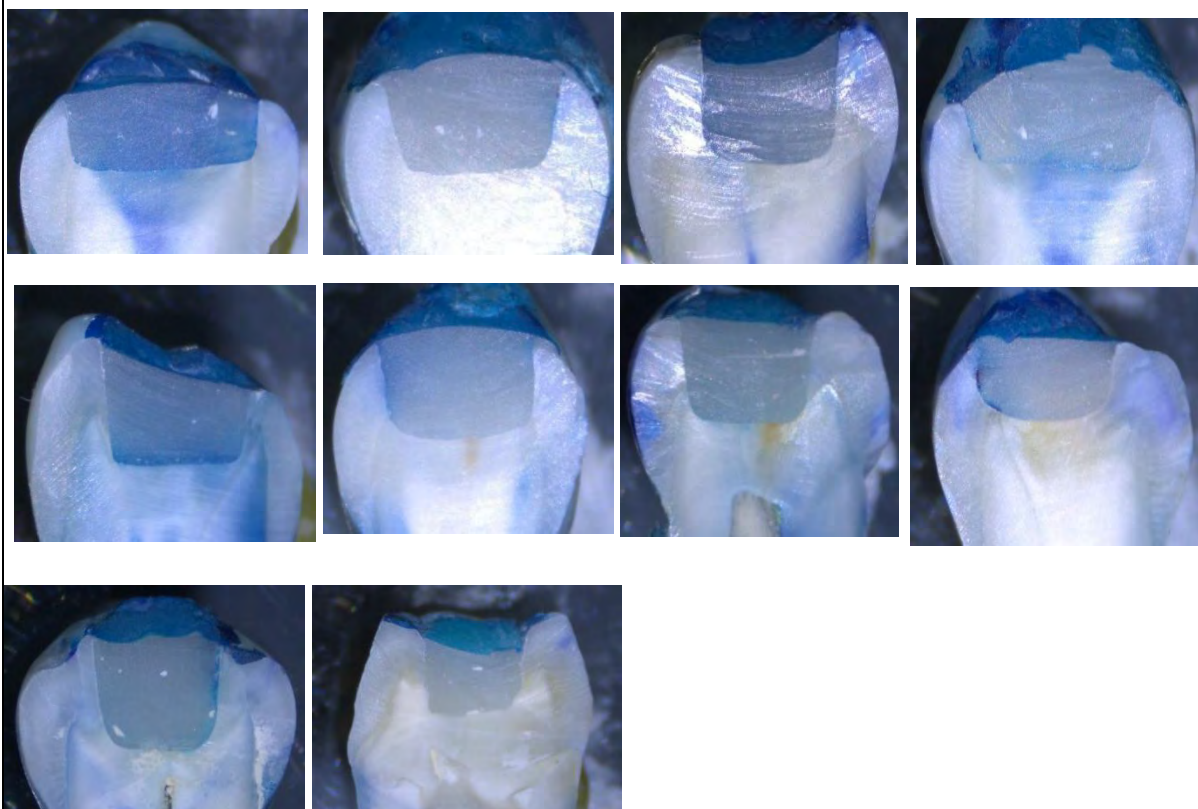
GRUPO 1



Grupo 2



Grupo 3



Grupo 4

Anexo 12: Resultados de la prueba piloto

Tabla A1. Efecto del tiempo de fotocurado e intensidad de luz sobre el sellado marginal en restauraciones de clase I

GRUPO	N	INTENSIDAD DE LUZ	TIEMPO DE FOTOCURADO	GRADO DE MICROFILTRACIÓN			
				0	1	2	3
GRUPO 1	2	1200 mW/cm ²	10 s			1	1
GRUPO 2	2	1200 mW/cm ²	20 s	2			
GRUPO 3	2	2500 mW/cm ²	10 s	2			
GRUPO 4	2	2500 mW/cm ²	20 s		1	1	

Nota: Resultados de la prueba piloto (n=08)

Interpretación:

En la prueba piloto se observó que, para la intensidad de 1200 mW/cm², el Grupo 1 (10 segundos) presentó dos muestras en grado 2 y 3, mientras que en el Grupo 2 (20 segundos) mostró ambas muestras en grado 0, indicando que la mejor combinación para esta intensidad fue de 20 segundos.

Por otro lado, para la intensidad de 2500 mW/cm², en el Grupo 3 (10 segundos) presentó ambas muestras en grado 0 en comparación con el Grupo 4 (20 segundos), donde las dos muestras presentaron grado 1 y 2 de microfiltración, indicando que 10 segundos fue la mejor combinación.

