



# **UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA**



**EFEECTO DEL CROMA DE RESINAS COMPUESTAS BULK FILL  
EN LA PROFUNDIDAD DE POLIMERIZACIÓN, FOTOCURADAS  
CON DIFERENTES INTENSIDADES Y TIEMPOS DE  
FOTOACTIVACIÓN, PUNO 2024**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**ANGHYELA ANANHY CHAIÑA LOPE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**CIRUJANO DENTISTA**

**PUNO - PERÚ**

**2024**



NOMBRE DEL TRABAJO

**EFFECTO DEL CROMA DE RESINAS COMPUESTAS BULK FILL EN LA PROFUNDIDAD DE POLIMERIZACIÓN, FOTOCURADAS**

AUTOR

**ANGHYELA ANANHY CHAIÑA LOPE**

RECuento DE PALABRAS

**11552 Words**

RECuento DE CARACTERES

**64457 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**74 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**5.1MB**

FECHA DE ENTREGA

**Aug 8, 2024 11:17 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Aug 8, 2024 11:18 PM GMT-5**

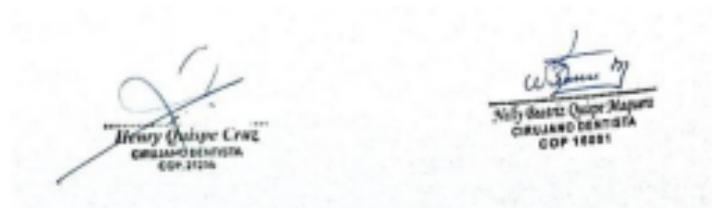
● **19% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 18% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 11% Base de datos de trabajos entregados
- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)





## DEDICATORIA

*A aquellos que están arriba guiándome y protegiéndome, a mi hermano Eddy Sebastián y abuelo, el señor Placido Clemente Chaiña Pineda, estarán eternamente en mi corazón Q.E.P.D. Y Q.D.D.G.*

*A Luisa Florencia Lope Flores, mi Lu, por su amor de madre y apoyo incondicional, por todas las alegrías y lágrimas, por ser mi mamá. A mi padre Edwin Chaiña Castillo por estar presente en momentos de estrés y soporte, con serenidad y confianza en mí. Para mi abuela Francisca Castillo Zarate por ser simplemente mi guía y motor para ser quien soy y no dejarme caer, gracias a ella soy la persona que conocen.*

*A Nelly Beatriz Quispe, mi doctora, asesora, aquella amiga, maestra y madre ejemplar, por todo el apoyo y confianza en mí, desde el primer momento en que la conocí. A Pepito Josué por las risas y momentos de apoyo en este proceso.*

*Para aquellas personas que estuvieron presentes y me ofrecieron una mano en mi sendero de vida; en malos y buenos momentos. Nunca los olvidare.*

*A mí, por seguir y no caer, por manejarme siguiendo los principios inculcados y los aprendizajes duros que viví; eres una guerrera niña, sigue sonriéndole a la vida, este es un mini pasito que a la larga te compensara con felicidad.*

**Anghyela Ananhy Chaiña Lope**



## AGRADECIMIENTOS

*A Dios por cuidar la vida de las personas que amo y tener en su gloria a los que fueron parte de mi vida.*

*A mi reconocida casa de estudios “Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela Profesional de Odontología-Puno”, por albergarme en estos años siendo elemento esencial de conocimiento en mi realización profesional.*

*Al Dr. Freddy Ortega y Jhony Rodríguez, directores de la Clínica Odontológica, por permitirme ejecutar mi proyecto de tesis en los laboratorios de la Clínica Odontológica de la Escuela Profesional de Odontología.*

*A mis excelentes profesionales miembros del jurado D.Sc. Lizbeth Acero, Mg. Naysha Sharon Villanueva Alvaro, M.Sc. Lourdes Lidia Pacoricona Villasante, por el tiempo y aporte en la presente investigación.*

*A mis padres, hermano y familia en general, significan mucho para mí. A Josep por la alegría, aliento y presencia en mis momentos de estrés, paciencia y apoyo en cada retorno suyo.*

*Finalmente, a mis buenos amigos, amigas y personas que pasaron en diferentes etapas de mi vida universitaria e internado rural y hospitalario (Chejoña y H.R.M.N.B.); “toda enseñanza deja una experiencia, y toda experiencia deja una huella”, mi cariño sincero.*

**Anghyela Ananhy Chaiña Lope**



# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
<b>ACRÓNIMOS</b>	
<b>RESUMEN .....</b>	<b>11</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>14</b>
<b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>15</b>
1.2.1. Problema General.....	15
1.2.2. Problema Específicos .....	16
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>16</b>
<b>1.4. HIPÓTESIS .....</b>	<b>17</b>
1.4.1. Hipótesis Alterna.....	17
1.4.2. Hipótesis Nula .....	18
<b>1.5. OBJETIVOS.....</b>	<b>18</b>
1.5.1. Objetivo General .....	18
1.5.2. Objetivos Específicos.....	18



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

<b>2.1.</b>	<b>ANTECEDENTES .....</b>	<b>19</b>
2.1.1.	Antecedentes Internacionales .....	19
2.1.2.	Antecedentes Nacionales .....	22
2.1.3.	Antecedentes Locales .....	23
<b>2.2.</b>	<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>24</b>
2.2.1.	Resinas Compuestas .....	24
2.2.1.1.	Características de las Resinas .....	24
2.2.1.2.	Composición de las Resinas.....	24
2.2.1.3.	Croma de Resinas.....	25
2.2.1.4.	Resinas Bulk Fill.....	26
2.2.2.	Fotoactivación de las Resinas Compuestas.....	28
2.2.2.1.	Tiempos de Fotoactivación .....	30
2.2.3.	Profundidad de Polimerización .....	30
2.2.3.1.	Profundidad de curado por la norma ISO 4049 .....	31
2.2.3.2.	La profundidad de curado por perfiles de dureza Vickers .....	32

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

<b>3.1.</b>	<b>METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>34</b>
3.1.1.	Tipo y Diseño de la Investigación.....	34
<b>3.2.</b>	<b>UBICACIÓN Y LUGAR DE ESTUDIO .....</b>	<b>34</b>
3.2.1.	Ámbito general geográfico.....	34
3.2.2.	Ámbito específico geográfico .....	35
<b>3.3.</b>	<b>POBLACIÓN .....</b>	<b>36</b>



<b>3.4. MUESTRA.....</b>	<b>37</b>
3.4.1. Descripción detallada del proceso experimental de la investigación.....	37
3.4.1.1. Confección de los cilindros de resina compuesta Bulk Fill.....	38
3.4.1.2. Medición de la Profundidad de Fotopolimerización.....	38
3.4.1.3. Aplicación de Pruebas Estadísticas.....	39

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

<b>4.1. RESULTADOS.....</b>	<b>41</b>
<b>4.2. DISCUSIÓN .....</b>	<b>48</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>51</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>53</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>54</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>62</b>

**ÁREA:** Ciencias Medicas, Ciencias de la Salud

**TEMA:** Salud Pública y Ocupacional

**FECHA DE SUSTENTACIÓN: 20 de agosto de 2024**



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> Efecto del croma de resinas compuestas Bulk Fill en la profundidad de polimerización empleando la intensidad de 400-1200 mW/cm <sup>2</sup> durante 10s. .....	41
<b>Tabla 2</b> Efecto del croma de resinas compuestas Bulk Fill en la profundidad de polimerización empleando la intensidad de 400-1200 mW/ cm <sup>2</sup> durante 20 s. .....	42
<b>Tabla 3</b> Efecto del croma de resinas compuestas Bulk Fill en la profundidad de polimerización empleando la intensidad de 1200mW/ cm <sup>2</sup> durante 10s. ....	43
<b>Tabla 4</b> Efecto del croma de resinas compuestas Bulk Fill en la profundidad de polimerización empleando la intensidad de 1200mW/ cm <sup>2</sup> durante 20 s. ...	44
<b>Tabla 5</b> Comparación del efecto del croma de resinas compuestas Bulk Fill en la profundidad de polimerización a diferentes intensidades y tiempos de fotoactivación, Puno 2024. ....	45



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Zonificación Ecológica Económica – Puno .....	35
<b>Figura 2</b> Escuela Profesional de Odontología.....	36
<b>Figura 3</b> Indicadores de Muestra.....	37



## ACRÓNIMOS

Bis-GAMA:	Bisfenol-A glicidil-metacrilato
KHN:	Lámparas halógenas de cuarzo-tungsteno
LCU:	Unidades de fotopolimerización
LED:	Light Emitting Diode
ISO:	Organización Internacional de Estandarización
OMS:	Organizacion Mundial de la Salud
RCBF:	Resinas compuestas Bulk Fill
UDMA:	Modificación del Dimetacrilato de Uretano
UNA:	Universidad Nacional del Altiplano
USA:	United States of America



## RESUMEN

La profundidad de polimerización de las Resinas Bulk fill pueden estar afectadas por diversos factores como el croma, tiempo de fotoactivación, distancia e intensidad de luz; que, si no son consideradas, alteran las propiedades físicas de las restauraciones. **El objetivo** de esta investigación fue comparar el efecto del croma de resinas compuestas Bulk Fill en la profundidad de polimerización, fotocuradas con diferentes intensidades y tiempos de fotoactivación. Entre los **materiales y métodos**, se realizó un estudio experimental invitro, observacional y cuantitativo. La muestra estuvo conformada por 60 muestras cilíndricas de resina compuesta Bulk Fill de diferentes cromas de la marca comercial Tetric N-Ceram, fueron confeccionadas en un molde metálico, divididos en 12 grupos considerando el croma de las resinas compuestas, la intensidad y tiempo de fotoactivación. Para la evaluación de datos se utilizó el software estadístico SPSS y la prueba de Kruskal-Wallis para grupos independientes. Como **resultados** se obtuvo que el croma la intensidad y el tiempo de fotoactivación afectan la profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk Fill; siendo el croma IVW la que mostro mayor profundidad de polimerización, seguido por los cromas IVA e IVB respectivamente.

**Palabras Clave:** Color, Croma, Fotoactivación, Polimerización, Resina Bulk Fill.



## ABSTRACT

To assess the properties of Bulk Fill resins, further clinical studies are required, evaluating and selecting the appropriate chroma, which not only provides effective polymerization in the anterior and posterior sectors, but is also supported by a time and intensity that reduces working time without compromising dental esthetics. **The objective** of this research was to compare the effect of the chroma of Bulk Fill composite resins on the depth of polymerization, light cured with different intensities and times of photoactivation. Among the **materials and methods**, an invitro, observational and quantitative experimental study was carried out. The sample consisted of 60 cylindrical samples of Bulk fill composite resin of different chroma of the commercial brand Tetric N-Ceram, which were made in a metallic mold, divided into 12 groups considering the chroma of the composite resins, the intensity and photoactivation time. The SPSS statistical software and the Kruskal-Wallis test for independent groups were used for data evaluation. **The results** showed that the chroma, intensity and photoactivation time affect the depth of polymerization of the Bulk Fill composite resins, with the IVW chroma showing the greatest depth of polymerization, followed by the IVA and IVB chroma, respectively.

**Keywords:** Color, Chroma, Photoactivation, Polymerization, Bulk fill resin.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

En la industria odontológica se han desarrollado las resinas compuestas con el fin de solucionar los desafíos en el consultorio. Por lo que hoy en día, estas resinas mejoraron su composición con el fin de brindar excelentes propiedades físicas, mecánicas y que ópticamente nos garanticen su vida útil en boca(1). Sin embargo, tienen ciertas restricciones que pueden afectar la duración de las restauraciones, por lo que constantemente los fabricantes buscan métodos para disminuirlas. Para la inserción y polimerización, muchos autores recomiendan usar incrementos de menos de 2 mm de espesor de resinas compuestas convencionales para disminuir el impacto posterior de la tensión de contracción(2).

Las resinas compuestas Bulk Fill (RCBF) se introdujeron recientemente en el mercado para reducir estos múltiples incrementos de resina. Es importante destacar que pueden utilizarse como materiales restauradores para realizar restauraciones directas en piezas posteriores, con la posibilidad de realizar incrementos de 4 o 5 mm, lo que significa una reducción significativa de la técnica y problemas típicos con respecto a la profundidad de polimerización(3).

Es importante destacar que las resinas Bulk Fill han demostrado tener las características necesarias para proporcionar al odontólogo un material de reconstrucción de selección para zonas posteriores de la cavidad bucal, ya que sus características y propiedades cumplen con los requerimientos de la norma ISO 4049 por tener una técnica simple que reduce el número de pasos clínicos(4). Sin embargo, se requieren más estudios clínicos para evaluar sus propiedades y su duración en boca evaluando y seleccionando el croma adecuado que no solo brinde una buena polimerización en ambos sectores



anterior y posterior, sino también estar apoyado de un tiempo e intensidad que disminuya el tiempo de trabajo.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del croma de resinas compuestas Bulk Fill en la profundidad de polimerización, fotocuradas con diferentes intensidades y tiempos de fotoactivación. En el capítulo I se reconoce la investigación previa y teórica sobre las variables de modo de polimerización y su relación con la profundidad y croma de las resinas Bulk Fill. El planteamiento del problema, la justificación, objetivos y las hipótesis se explican en el Capítulo II. El Capítulo III describe la metodología utilizada, la técnica e instrumentos utilizados en la investigación. junto con la táctica de procesamiento de datos empleada. Finalmente, los resultados y la discusión se abordan en el Capítulo IV.

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Las enfermedades bucodentales según la OMS 2023, afectan a casi 3.500 millones de personas; aunque en gran medida prevenibles, representan una importante carga para la salud en muchos países. Según Global Burden of Disease 2019; la caries dental no tratada es la condición de salud más común; sabiendo también que el tratamiento de esta condición es costoso y a menudo no está financiada por la cobertura Universal de Salud generando el daño irreversible y pérdida dentaria(5).

El cirujano dentista Pedro Villavicencio Gallardo, jefe del Departamento de Odontoestomatología del Hospital María Auxiliadora, informó que el 90.4% de los peruanos presentan caries dental y el 85% padecen de enfermedades periodontales según el Ministerio de Salud(6).

La resina compuesta como material de restauración directa, gracias a su capacidad de adherencia al tejido dental, requiere métodos mínimamente invasivos y tiene



excelentes propiedades estéticas. Sin embargo, tiene limitaciones que pueden afectar la vida útil de una restauración; una de estas limitaciones está relacionada con la contracción de polimerización, ésta inherente a este tipo de material. Esta propiedad se traduce en que la resina compuesta inevitablemente se encoge, lo que crea tensión en las paredes de la cavidad y es propensa a curvaturas pronunciadas, micro fisuras en el esmalte y pérdida de la integridad de la interfaz de unión. Además, si el espesor de la resina compuesta aplicada es grande, se puede dar la penetración reducida de la luz fotoactiva y conducir a una compilación incorrecta(7).

La profundidad de polimerización de la resina compuesta es un factor importante en el éxito de las restauraciones dentales, por el contrario, un deficiente polimerizado podría poner en peligro su estabilidad dimensional y afectar su desempeño clínico(8).

Las resinas compuestas Bulk Fill, tienen la particularidad de poder polimerizarse en incrementos de hasta 4 mm, muy diferente a las resinas convencionales que requieren incrementos de 2 mm para conseguir una adecuada polimerización(9); se presentan en variados cromas y saturaciones, a fin de lograr el mimetismo de la restauración con la estructura dentaria. En investigaciones científicas se tiene evidencia de que existen diferentes cromas de resina que pueden alterar la absorción, reflexión y transmisión de la luz y dar como resultado una disminución en la profundidad de polimerización(10).

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema General**

- ¿Cuál es el efecto del croma de resinas compuestas Bulk Fill en la profundidad de polimerización, empleando diferentes intensidades y tiempos de fotoactivación, Puno 2024?



### 1.2.2. Problema Específicos

- ¿Cuál es el efecto del croma de resinas compuestas Bulk Fill en la profundidad de polimerización, empleando la intensidad de 400-1200 mW/cm<sup>2</sup> durante 10s?
- ¿Cuál es el efecto del efecto del croma de resinas compuestas Bulk Fill en la profundidad de polimerización, empleando la intensidad de 400-1200 mW/cm<sup>2</sup> durante 20s?
- ¿Cuál es el efecto del croma de resinas compuestas Bulk Fill en la profundidad de polimerización, empleando la intensidad de 1200mW/cm<sup>2</sup> durante 10s?
- ¿Cuál es el efecto del croma de resinas compuestas Bulk Fill en la profundidad de polimerización, empleando la intensidad de 1200mW/cm<sup>2</sup> durante 20s?

### 1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La energía de luz emitida por la unidad de fotocurado disminuye rápidamente a medida que atraviesa la resina compuesta; a medida que aumenta la distancia entre la superficie fotoactivada y la resina compuesta, la tasa de conversión de la resina disminuye gradualmente, así como también aumenta la cantidad de monómeros sin polimerizar, lo que resulta en una disminución en la profundidad de polimerización; por lo tanto, puede provocar el fracaso de la restauración y producirse recidivas cariosas(11).

Debido a las propiedades físicas de las resinas Bulk Fill, hacen de este material que minimiza el tiempo de trabajo debido a que pueden ser aplicadas en las restauraciones en incrementos de 4 mm a diferencia de las resinas convencionales que solo permiten



incrementos de 2 mm, estos incrementos requieren también ser polimerizadas adecuadamente, por ello es esencial una intensidad adecuada de activación de las lámparas lumínicas empleadas para este propósito, así mismo es importante considerar su tiempo de exposición.

Por ello es necesario determinar si la profundidad de polimerización estará influenciada por el cromatismo de las resinas compuestas, la intensidad y el tiempo de fotoactivación, ya que se emplean incrementos de hasta 4 mm, teniendo en consideración lo anteriormente mencionado el presente estudio se justifica porque con esta investigación determinaremos si se está logrando o no una adecuada polimerización de las resinas, pues nuestro fin es poder garantizar la calidad de tratamientos restauradores en los pacientes.

#### **1.4. HIPÓTESIS**

La energía de luz e intensidad emitida por la unidad de fotocurado disminuye rápidamente a medida que atraviesa la resina compuesta; lo que resulta en una disminución en la profundidad de polimerización; por otro lado, las propiedades físicas de las resinas Bulk Fill, hacen que este material minimice el tiempo de trabajo

Por ello es necesario determinar si la profundidad de polimerización estará influenciada por el cromatismo de las resinas compuestas, la intensidad y el tiempo de fotoactivación sabiendo la relevancia de los factores ya mencionados.

##### **1.4.1. Hipótesis Alternativa**

- Ha: Existe diferencia en la profundidad de polimerización dependiendo del cromatismo de las resinas compuestas Bulk Fill con diferentes intensidades y tiempos de fotoactivación.



#### **1.4.2. Hipótesis Nula**

- HO: No existe diferencia en la profundidad de polimerización del croma de las resinas compuestas Bulk Fill con diferentes intensidades y tiempos de fotoactivación.

### **1.5. OBJETIVOS**

#### **1.5.1. Objetivo General**

- Comparar el efecto del croma de resinas compuestas Bulk Fill en la profundidad de polimerización, empleado diferentes intensidades y tiempos de fotoactivación, Puno 2024.

#### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Evaluar el efecto del croma de resinas compuestas Bulk Fill en la profundidad de polimerización, empleando la intensidad de 400-1200 mW/cm<sup>2</sup> durante 10s.
- Evaluar el efecto del croma de resinas compuestas Bulk Fill en la profundidad de polimerización, empleando la intensidad de 400-1200 mW/cm<sup>2</sup> durante 20s.
- Evaluar el efecto del croma de resinas compuestas Bulk Fill en la profundidad de polimerización, empleando la intensidad de 1200mW/cm<sup>2</sup> durante 10s.
- Evaluar el efecto del croma de resinas compuestas Bulk Fill en la profundidad de polimerización, empleando la intensidad de 1200mW/cm<sup>2</sup> durante 20s.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES

##### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

Haji Z., Kenya (2022) Pakistan. Su investigación tuvo como propósito evaluar la profundidad de polimerización en resinas compuestas Bulk Fill, polimerizadas por modos de curado con diodo emisor de luz constante, pulsado y en rampa. Fue un estudio experimental in vitro, compuesto de 33 por muestras cilíndricas de 8x4 mm de tamaño que fueron polimerizado en moldes de teflón usando diodo emisor de luz en modo constante en el Grupo 1=11, modo de pulso en el Grupo 2=11 y modo rampa en el Grupo 3=11. Una vez polimerizado, cada espécimen se retiró del molde y, usando el método de “scrapping” de la Organización Internacional de Normalización-4049, se eliminó la resina sin endurecer, se midieron las longitudes con un pie de rey. Los datos se analizaron utilizando SPSS 24, los resultados mostraron la profundidad de polimerización media en el Grupo 1 fue  $2,92 \pm 0,29$  mm, en el Grupo 2 fue  $2,88 \pm 0,27$  mm y en el Grupo 3 fue  $3,18 \pm 0,26$  mm. La diferencia entre los grupos 2 y 3 fue de significancia estadística ( $p < 0,05$ ). Sus conclusiones indican que la máxima profundidad de polimerización del composite Bulk Fill para reemplazo de dentina inteligente se logró mediante polimerización gradual modo de unidad de diodo emisor de luz, seguido de los modos constante y de pulso(12).

Adams KR, et al. (2022) USA. En su estudio investigó las propiedades (profundidad de polimerización, dureza de la superficie y contracción



volumétrica) de dos materiales restauradores compuestos cuando se polimerizaron con una novedosa unidad de fotocurado (LCU) de espectro cuádruple en comparación con una LCU de triple espectro, la profundidad del curado se evaluó mediante la técnica de raspado (ISO 4049). La dureza de las superficies superior e inferior y las relaciones de dureza inferior/máxima se determinaron usando un probador de dureza. Los resultados: No se encontraron diferencias significativas en la profundidad de curado con ninguno de los composites entre las unidades de fotopolimerización. No hubo diferencias en la dureza de la superficie superior o inferior, las relaciones de dureza inferior/máxima o la contracción volumétrica entre cualquiera de los modos de curado LCU ni por tipo de compuesto. La LCU PinkWave tuvo un aumento de calor significativamente mayor en la punta en comparación con la otra con una irradiancia similar(13).

Romano B. et al (2020) Brasil. En su estudio evaluaron el efecto de ampliar la duración de la exposición a la luz de polimerización, sobre la profundidad de curado de dos composites convencionales y dos composites de Bulk fil y se utilizaron unidades de fotocurado monowave. Los especímenes en forma de cilindro fueron expuesto a la luz de polimerización según indicaciones del fabricante o duplicando el tiempo, utilizando herramientas manuales raspado (según a la norma ISO-4049) para estimar la profundidad de curado, dio como resultado una profundidad de endurecimiento de  $>2$  mm; y para las resinas Bulk Fill después del fotocurado durante el doble del tiempo, se logró una polimerización del material de 5 mm. Sus resultados proponen la extensión del tiempo de fotopolimerización ya que aumenta la profundidad del curado(14).

Rizzante et.al (2019) Brasil. Utilizan una máquina  $\mu$ -CT, para evaluar la microdureza, la profundidad de curado y la contracción de polimerización en una



muestra de nueve resinas de distintas marcas; escaneando 8 muestras de 64 mm antes y después de 20s de polimerización. Para cada grupo se empleó un medidor de microdureza, con tres lecturas por profundidad a cada 0,5 mm, después de 20 segundos de fotopolimerización. Concluyendo, que las resinas compuestas de baja viscosidad tenían valores de KHN más bajos que las resinas compuestas de alta viscosidad. Z3XT demostró la micro dureza más alta de todos los composites de resina ensayados. Todos los composites de resina Bulk Fill presentaron una profundidad de curado superior a 4,5 mm y una PS similar o inferior a la de los composites de resina convencionales(15).

Lima R. et.al (2018) Brasil, con su investigación evaluó la evidencia científica sobre la profundidad de curado de los composites de resina Bulk Fill. Entre los materiales y métodos: realizó una búsqueda bibliográfica en importantes base de datos de 10/2016 a 05/2017 de estudios para evaluar la profundidad de curado de las resinas usando la prueba de microdureza y/o grado de conversión entre otros estudios que utilizaron la norma ISO 4049, empleando probetas con una profundidad inferior a 4 mm, Resultados: Se analizaron 742 estudios de los que se excluyó 33, en los resultados se evidenciaron una profundidad de curado favorable con el uso de unidades de luz que emiten radiación de  $\geq 1000\text{mW/cm}^2$  y tiempos de exposición  $\geq 20$  segundos. Las conclusiones indican que el material, la radiación, el croma, el brillo, los fotoiniciadores y el tiempo de exposición determinan la alta profundidad de las tasas de curado de los compuestos resinosos(16).

Rodríguez et. al (2022) Ecuador. Examinaron la profundidad de



polimerización de las resinas Bulk Fill fluidas en comparación con las resinas convencionales en su artículo de revisión. Diez estudios han demostrado que las resinas Bulk Fill fluidas cumplen en parte con los requisitos de profundidad de polimerización de hasta 4 mm; se concluye que, aunque las resinas Bulk Fill fluidas están influenciadas por factores como el tiempo de exposición y la irradiación, presentan mejores valores de polimerización.(17).

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

Aquino et. al (2022) Lima. En su estudio de revisión, donde el objetivo fue actualizar al clínico en el uso adecuado de las diferentes lámparas LED y cómo estas influyen en la eficiencia de la fotopolimerización de la resina, realizada en 86 artículos publicados en diferentes bases de datos, en donde afirma que hay diferencias significativas en cuanto a resistencia de las resinas compuestas fotopolimerizadas con diferentes tipos de luz y lámpara; concluyendo que las lámparas led con ondas monowave producen una mayor profundidad de fotopolimerización (18).

Vásquez (2022) Lima. Menciona que las resinas Bulk Fill son usadas para preparaciones profundas y extensas en piezas posteriores, sabiendo que uno de sus beneficios es su fotopolimerización de 4 a 5mm de profundidad; en su estudio utilizaron especímenes de resina compuesta 5x5x5 mm del tipo 3M ESPE, St. Color A2 a 10seg, 3mm/20s y 3mm/40ss.Dando como resultado que se necesita 40 seg de fotoactivación para polimerizar la resina Bulk Fill en zonas profundas (19).

Gutiérrez, Leiva A. (2020) Lima. Tuvo como propósito de investigación comparar la profundidad de curado de tres resinas compuestas Bulk Fill



fotoactivadas con dos unidades LED (poliwave versus monowave). En los métodos, confeccionaron cuerpos de prueba ( $n = 5$ ) cilíndricos de resina (4 mm diámetro y 10 mm altura) para el análisis de la profundidad de polimerización fue mediante la norma ISO:4049. Se emplearon dos unidades de fotoactivación LED de diferentes tecnologías: Polywave y Monowave, según indicaciones del fabricante. Los resultados se analizaron estadísticamente y se encontró que la LED D (Monowave) produjo valores de profundidad de polimerización más altos en todas las resinas compuestas Bulk Fill evaluadas(20).

### **2.1.3. Antecedentes Locales**

Quispe NB (2018) Puno. En su investigación tuvo como propósito la evaluación del efecto de los modos de fotoactivación en la profundidad de polimerización de resinas compuestas Bulk Fill. En los métodos fue un estudio experimental in vitro. Para la muestra se confeccionaron muestras cilíndricas de 4 mm de diámetro y 10 mm de altura de dos marcas de resina Bulk fil (A y B) utilizando 3 modos de trabajo con intensidad de  $1200\text{mW}/\text{cm}^2$  luz intensa, en rampa e intermitente a una distancia de 0 mm por 20 seg, empleando una Lámpara LED D:Woodpecker, subdivididas en 6 grupos: de resinas A y B, la medición de la altura absoluta polimerizada, fue medida con un calibrador digital 0,01 mm de precisión, este resultado fue dividido entre 2, lo que registra la profundidad de fotopolimerización de cada muestra. Los resultados muestran que hay valores mayores entre luz intensa y luz en rampa en ambas resinas. Concluyendo que hay diferencias significativas al evaluar los tres modos de fotoactivación en la profundidad de polimerización de las resinas compuestas tipo A y B, de los cuales, el modo de luz intensa tuvo mejores resultados (21).



## 2.2. MARCO TEÓRICO

### 2.2.1. Resinas Compuestas

#### 2.2.1.1. Características de las Resinas

Las resinas compuestas directas para el sector posterior constituyen una importante parte de la oferta de tratamientos odontológicos comunes en la actualidad. Se sabe que los dientes trabajan de manera diferente en la zona posterior en comparación con la zona anterior, lo que afecta la actividad masticatoria y el aspecto estético(22).

El mecanismo por el cual estas resinas sufren contracción volumétrica, eventualmente reducida, es muy variable, presentando cada fabricante su propia tecnología. Entre los principios utilizados por los diversos fabricantes, podemos mencionar que este material es ideal gracias al uso de diferentes fotoiniciadores, monómeros específicos, diferentes cargas inorgánicas y monómeros adyuvantes (23).

#### 2.2.1.2. Composición de las Resinas

La matriz orgánica de las resinas está compuesta por monómeros como Bis-GMA, UDMA, TEGDMA y sus derivados; en algunos casos, se agregan monómeros diferentes o se modifican para optimizar sus propiedades(24).

El bisfenol A-glicidil metacrilato, también conocido como bis-GMA, es el monómero utilizado para crear la fase orgánica del composite. La fase de acoplamiento, que permite la unión de la fase orgánica e inorgánica, se produce porque las partículas de relleno (fase inorgánica)



están hechas de vinil silano, un compuesto orgánico de silicio(25).

La resina Bulk-Fill tiene una composición de aluminio, fluoruro, bario, silicato de bario, resinas dimetacrilato, bisfenol, glicol dimetacrilato, dióxido de titanio y pigmentos. Sus características son similares a las de la resina fluida, pero pueden ser agregadas en incrementos de 4 mm con una polimerización mínima(26).

### **2.2.1.3. Croma de Resinas**

La cantidad de negro y blanco en un objeto que produce sensaciones de profundidad o proximidad, también conocida como brillo o luminosidad, se define como Croma. Éste se relaciona también con translucidez y opacidad; un objeto se verá blanco y más opaco si su valor es mayor y, será grisáceo o más translucido si su valor es menor(27).

El valor de las resinas compuestas se puede determinar cuando el material tiene la capacidad de reflejar o absorber la luz. En realidad, un material puede ser más opaco y, por lo tanto, más capaz de bloquear la luz. Las resinas opacas pueden hacer que la percepción óptica sea más blanquecina. Sin embargo, un desliz en la cantidad de resinas más translúcidas causará restauraciones más grisáceas porque permitirá un mayor pasaje de luz. Estos errores diariamente son comunes en el uso clínico, principalmente porque el valor no se encuentra apartado en las jeringas de resinas compuestas, lo que hace que se requiera conocer el comportamiento dinámico de cada marca y tipo de resina. Los dientes jóvenes, que tienen una mayor cantidad de textura superficial del esmalte y un menor grado de calcificación, generalmente se ven más blancos u

opacos y tienen una mayor luminosidad (alto valor). Los dientes adultos se presentan con menor valor (más translucidos) debido al mayor contenido de calcio de los tejidos y al menor espesor del esmalte provocado por el desgaste(28)

Las resinas Bulk Fill de la marca Tetric® N-Ceram Bulk Fill, se presentan en cromas IVA (escala vita A similar a A2 y A3), IVB (escala vita B similar a B2 y B3), IVW (bleach para piezas muy claras).

#### **2.2.1.4. Resinas Bulk Fill**

Los fabricantes afirman que estas resinas compuestas permiten incrementos de 4 o 5 mm sin alterar sus propiedades físicas. La matriz de estas resinas se basa en la modificación del dimetacrilato de uretano (UDMA), y los aumentos de grosor se deben a la evolución del fotoiniciador y al aumento de la translucidez(29).

Se demostró que las resinas compuestas tienen propiedades mecánicas y filtración marginal similares, aunque difieren según quien lo fabrique y la fluidez de la resina. Esto posiblemente implicaría una simplificación significativa del método en comparación con las resinas convencionales(22).

- **Resina Compuesta Nanohibrida A**

Esta resina reduce significativamente el trabajo necesario para realizar restauraciones en zonas posteriores. Puede ser colocado en capas de 4 mm, lo que elimina la necesidad de polimerizar varias capas: colocar, modelar y fotopolimerizar durante 10 segundos con una intensidad de luz



superior a  $1,000 \text{ mW/cm}^2$ : La resina A ahorra tiempo al odontólogo porque se puede aplicar en capas de 4 mm. Siendo hasta un 60% más rápido que los composites convencionales que utilizan incrementos de 2 mm en su aplicación, contorneado, modelado y polimerización. En general, se requiere más tiempo para modelar y contornear incrementos macizos de 4 mm, especialmente si necesitamos reconstruir cúspides de las piezas(29).

La resina A contiene un filtro registrado que aumenta el tiempo de trabajo y el modelado al reducir la sensibilidad a la luz operatoria y la luz ambiente. El filtro inhibidor de sensibilidad lumínica interviene como un escudo en lugar de retrasar la polimerización cuando se comienza con una lámpara de polimerización. La consistencia compactable adecuada facilita la colocación y el modelado, generando a las paredes de la cavidad una adaptación excepcional (29).

Actúan como muelles microscópicos durante el proceso de polimerización gracias a su bajo módulo de elasticidad, lo que reduce el estrés de contracción. Esto hace que esta resina tenga un sellado marginal excelente. El fotoiniciador Ivocerin® que incorpora esta resina al sistema fotoiniciador permita la polimerización completa de capas de 4 mm en solo 10 segundos. (29).

Los rellenos incluyen óxido mixto, prepolímero, trifloruro de iterbio y vidrio de bario. Además, contiene pigmentos, estabilizadores, catalizadores y aditivos (menos del 1,0 % en peso). El relleno inorgánico tiene un 0.04 a 3 en el tamaño de sus partículas. La partícula tiene un tamaño promedio de 0,6  $\mu\text{m}$ (29).



- **Ventajas:**
  - Contiene el Ivocerin como fotoiniciador, que al ser patentado posibilita la obturación con la resina Bulk Fill.
  - Tecnología de obturación especial que garantiza un nivel muy bajo del estrés de contracción.
  - Resultados estéticos rápidos y efectivos para la región posterior.
  
- **Indicaciones:**
  - Restauraciones para piezas deciduas.
  - Resina preventiva para restauraciones en premolares y molares.
  - Restauraciones Clase I y Clase II en la región posterior.
  - Restauraciones Clase V que incluyen caries en la región cervical, erosión en la raíz y defectos marginales.
  
- **Presentación:**
  - Empaque de 5 jeringas (IVA, IVB, y IVW) (30).

### **2.2.2. Fotoactivación de las Resinas Compuestas**

El espectro de emisión de luz visible de un LED es de aproximadamente 470 nm. Actualmente, los pacientes que concurren a la consulta dental buscando satisfacción en la realización de sus tratamientos o en algunas ocasiones optimizar sus tratamientos ya realizados. Los pacientes tienen altas expectativas estéticas.



La resina es un material que cubre ampliamente las necesidades de los pacientes, En el mercado se observan una gran variedad de sistemas de resinas que se adaptan a todas las aplicaciones clínicas posibles, como una alta estética en el sector anterior, mayor resistencia en la zona de los dientes posteriores, e incluso aplicaciones indirectas de resina en la zona. laboratorio dental(31)

Existen factores que favorecen a las propiedades de las resinas, por lo que la fabricación de las diferentes unidades de polimerización para las de resinas han evolucionado buscando mejorar las propiedades del material, logrando una adecuada polimerización. Existen en el mercado diferentes unidades lumínicas, como lámparas halógenas (QTH), de arco de plasma, lámparas láser y las nuevas lámparas de luz emitidas por diodos o LED. Las primeras lámparas LED se lanzaron a principios de la década de 2000 con un espectro de emisión de 490 nm y una irradiancia de  $350 \text{ mW/cm}^2$ , pero pronto fueron reemplazadas por lámparas más intensas: se reemplazaron las lámparas LED de segunda generación con una irradiancia de  $900 \text{ mW/cm}^2$ (16)

Los LED están disponibles en intensidades más altas,  $1100 \text{ mW/cm}^2$  o más; esta es la llamada tercera generación. Entre las resinas fotocurables, el fotoiniciador más utilizado es la canforquinona (CQ) al 0,15%, que aparece de color amarillo a temperatura ambiente. El fotoiniciador solo absorbe energía en el espectro de luz azul debido a su estructura. Por lo tanto, si la molécula se expone a diferentes longitudes de onda, solo responderá en un rango de intensidad que oscila entre 450 y 500 nm, que es aproximadamente el mismo que el espectro de emisión de un LED(32).

En nuestro estudio emplearemos una lámpara de luz emitida por diodos



con una potencia que va desde  $400\text{mW/cm}^2$  hasta  $1200\text{ mW/cm}^2$ . Utilizando 2 modos de potencia, la primera con una potencia de alta intensidad constante de  $1200\text{ mW/cm}^2$  y la segunda con un modo de potencia rampante que va desde  $400\text{ mW/cm}^2$  por 5 segundos que se incrementa hasta  $1200\text{ mW/cm}^2$  durante el tiempo de segundos programados.(33)

### **2.2.2.1. Tiempos de Fotoactivación**

Chaple et.al (2015), recomienda que el inicio de la polimerización se debe realizar más suave para así reducir la longitud de onda de la luz que incide sobre la resina. Esto se aplica principalmente a los primeros 10 segundos de polimerización. Con lámparas convencionales, esto se logra alejando el filtro de la lámpara de luz de 1 o 2 cm durante los primeros 10 segundos del proceso y luego acercándolo para que la resina colocada reciba la cantidad de luz necesaria para polimerizar completamente y evitar la probabilidad de modificación del color de la resina debido a la escasa reacción del componente acelerador.(34)

### **2.2.3. Profundidad de Polimerización**

Diferentes tipos de fotoactivación pueden influir en la dureza y profundidad de la polimerización del compuesto de resina. La irradiancia energética adecuada es importante para obtener un alto grado de polimerización y conversión de la resina, estando determinada por la intensidad de la luz y el tiempo de exposición. La alta intensidad activa un gran número de moléculas fotoiniciadoras, en modo de curado en rampa hay un corto período entre la exposición inicial de baja energía que termina con una alta energía y el número de moléculas fotoiniciadoras es limitado(35,36).



Las unidades de fotopolimerización más utilizadas son los LEDs, se recomienda una longitud de onda de 480-550 nm y la intensidad de la luz de polimerización debe ser de 900-1500 mW/cm<sup>2</sup>, en estudios se ha determinado que para una profundidad de polimerización adecuada de 4mm la irradiancia debe ser de 1000 mW/cm<sup>2</sup>(16).

La profundidad de polimerización adecuada de los compuestos resinosos se obtiene con el uso de una fuente ideal de polimerización, se utilizaron varios tipos de unidades de fotoactivación para resinas y con el tiempo se mejoraron, incluyendo cuarzo-tungsteno, halógeno (QTH), que en un inicio eran muy empleadas, los diodo emisor de luz LED es el método de activación más utilizado en la práctica dental debido a su bajo consumo de energía, baja generación de calor, bajo mantenimiento, larga vida útil, fácil manejo, control seguro y de intensidad(37).

### **2.2.3.1. Profundidad de curado por la norma ISO 4049**

La Norma ISO 4049 es una norma creada por la Organización Internacional de Estandarización (ISO) que establece para los materiales compuestos dentales sus mínimos requisitos y las formas de prueba estándar. Analizando las características de estos materiales, profundidad de curado o polimerización para materiales como las resinas compuestas.(38)

Tras la fotopolimerización del material, utilizar una espátula de resina para extraer la muestra del molde y eliminar el material no polimerizado. Medir la altura del cilindro de resina polimerizada con una precisión de 0,1 mm y dividir el resultado entre dos. Éste indica la



profundidad de polimerización (38).

Se fabrica con un molde en forma de bloque de acero inoxidable reutilizable, con una muesca semicircular de 10 mm de longitud y 4 mm de diámetro. Se llena por completo la muesca semicircular con la resina Bulk Fill y luego se fotopolimeriza el compuesto a través de la superficie superior de la abertura semicircular durante 10 y 20 s, poniendo la punta de la unidad de fotopolimerización sobre la tira transparente de poliéster(39)

La profundidad de polimerización de los especímenes cilíndricos se determinará de acuerdo con el método ISO 4049(21), inmediatamente después de la fotoactivación y para determinación de la profundidad de polimerización, los especímenes cilíndricos de resina Bulk Fill serán extraídas del molde metálico dividido, luego, con ayuda de la espátula para resina, se empleará el método del raspado (scrape Technique). El material no endurecido o que presenta bajos niveles de endurecimiento se eliminará del extremo inferior del molde cilíndrico metálico que se localiza en el área más distante de la luz de activación, posteriormente se medirá con un vernier digital de marca Raniaco que indica tener una precisión de 0,01 mm, la longitud del material “polimerizado” se determinará mediante la medida restante del espécimen, éste se dividirá entre 2 y el dividendo se considera la profundidad de curado de la resina Bulk Fill manifestado en mm(40).

#### **2.2.3.2. La profundidad de curado por perfiles de dureza Vickers**

La prueba de dureza Vickers, conocida como ensayo universal, es



un método para medir la dureza superficial de los materiales. Desarrollado en Inglaterra en 1925, inicialmente se conocía como DPH (Dureza de Pirámide de Diamante). Esta prueba se realiza en dos rangos de fuerzas distintos: micro (10g - 1000g) y macro (1kg - 100kg). Consiste en realizar una indentación en la superficie de una muestra utilizando un penetrador con forma de pirámide recta de base cuadrada. Con una fuerza determinada, este dispositivo penetrador se presiona contra la superficie de la muestra. Después de retirarlo, se miden ópticamente las diagonales 1 y 2 de la huella. La dureza Vickers se define como el cociente entre la carga de ensayo y el área de la huella(41).



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1. Tipo y Diseño de la Investigación

- La investigación es de diseño cuasiexperimental in vitro dado que no se utilizan esquemas de investigación aleatorio realizado a especímenes inertes (42).
- Tipo de investigación cuantitativo y de corte transversal; ya que Según este tipo de estudio se recopilan datos cuantificables en un solo momento y tiempo determinado. Utilizando análisis estadísticos para sacar conclusiones de investigación (43).

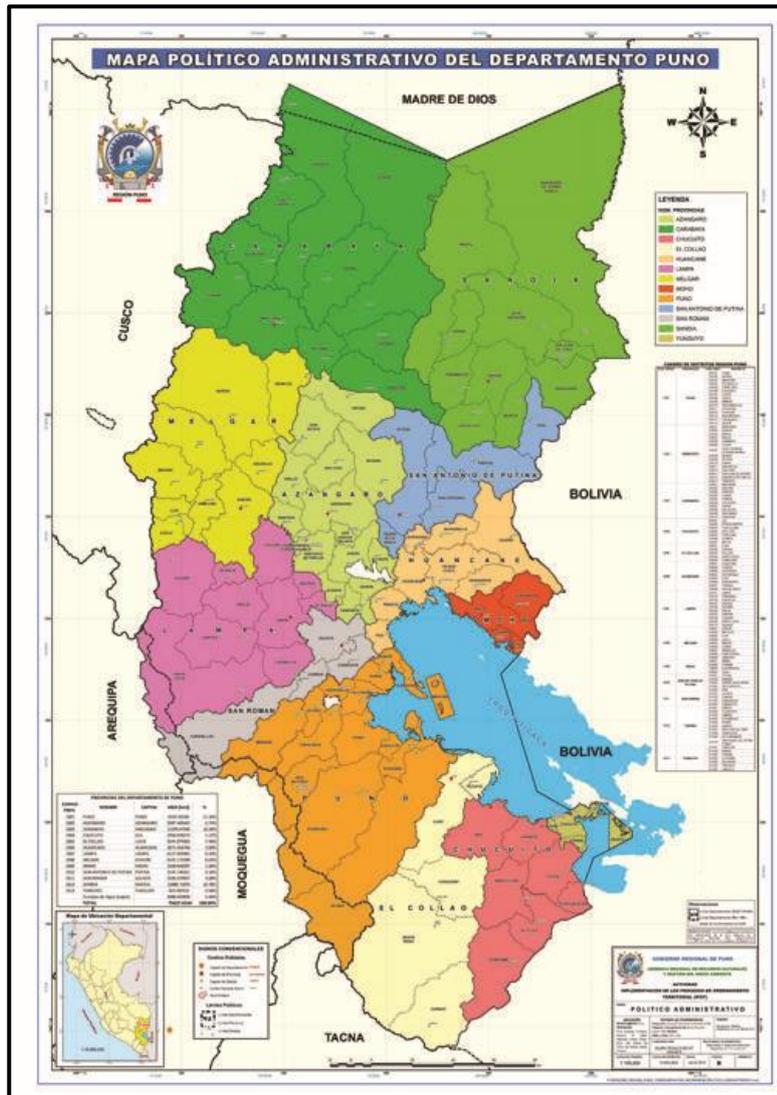
#### 3.2. UBICACIÓN Y LUGAR DE ESTUDIO

##### 3.2.1. Ámbito general geográfico

La investigación se realizó en el distrito de Puno, provincia de Puno, departamento de Puno-Perú.

**Figura 1**

*Zonificación Ecológica Económica – Puno*



Fuente: Zonificación Ecológica Económica – Puno (44).

### 3.2.2. **Ámbito específico geográfico**

Este trabajo de investigación se realizó en los Laboratorios de la Clínica Odontológica ubicada en la Escuela Profesional de Odontología, Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.

## Figura 2

### *Escuela Profesional de Odontología*



Fuente: Autoría Propia

### 3.3. POBLACIÓN

Según López, definió a la población como: “La población de una investigación está compuesta por todos los elementos (personas, objetos, organismos, historias clínicas) que participan del fenómeno que fue definido y delimitado en el análisis del problema de investigación”(45).

Por lo cual la población fueron cilindros de resina Bulk Fill elaborados en matrices metálicas de 4 mm de diámetro por 10 mm de altura con los criterios de inclusión y exclusión.

#### a. Criterios de inclusión

- Especímenes cilíndricos de resina compuesta Bulk Fill que cumplan los requerimientos en la norma ISO 4049.

- Especímenes cilíndricos de resina compuesta Bulk Fill sin grietas o burbujas de aire visibles.

**b. Criterios de exclusión**

- Especímenes cilíndricos de resina compuesta Bulk Fill fracturadas al ser retiradas del molde metálico.
- Cuerpos cilíndricos de resina compuesta Bulk Fill que no posean la longitud de 10mm.

**3.4. MUESTRA**

El tipo de muestra utilizado es por muestreo no probabilístico, por conveniencia y a criterio conveniente para el investigador. Se utilizó 60 especímenes cilíndricos de resina Bulk Fill Tetric N-Ceram de 3 diferentes cromas distribuidos en 12 grupos; Según Vásquez-Castro quien emplea 5 especímenes por grupo(19).

**Figura 3**

*Indicadores de Muestra*

Fotoactivación Resinas	Intensidad 1000- 1200/mWcm <sup>2</sup> por 10 seg.	Intensidad 1000- 1200/mWcm <sup>2</sup> por 20 seg	Intensidad 1200/mWcm <sup>2</sup> por 10 seg	Intensidad 1200/mWcm <sup>2</sup> por 20 seg
Resinas Bulk fill Tetric N-Ceram IVA	N=05	N=05	N=05	N=05
Resinas Bulk fill Tetric N-Ceram IVB	N=05	N=05	N=05	N=05
Resinas Bulk fill Tetric N-Ceram IWV	N=05	N=05	N=05	N=05

**3.4.1. Descripción detallada del proceso experimental de la investigación**

Se inicio con coordinaciones y autorización previa para la ejecución del proyecto de investigación con el director de la Escuela Profesional de Odontología de la UNA Puno; seguido por la autorización del Coordinador de la Clínica



Odontológica para el uso de un ambiente destinado como Laboratorio Dental en dicha Escuela.

#### **3.4.1.1. Confección de los cilindros de resina compuesta Bulk Fill**

Se llevó a cabo de acuerdo con la norma ISO 4049 sobre la profundidad de polimerización, que establece que la altura de la matriz debe ser 2 mm mayor que el doble de la profundidad declarada por el fabricante. Por lo tanto, los cilindros de resina tenían 4 mm de diámetro y 10 mm de altura.

Se utilizó una matriz de acero inoxidable con un agujero cilíndricos de 4 mm de diámetro y 10 mm de altura. Los bloques cilíndricos de resina compuesta Bulk Fill se fabricaron utilizando las especificaciones de la norma ISO 4049. Gutiérrez también utilizó esta norma para determinar la profundidad de polimerización (20). La matriz metálica se colocó sobre una platina de vidrio insertando la resina Bulk Fill dentro de la matriz usando una espátula para resina; seguidamente se cubrió con una banda de poliéster y luego se aplicó una presión suave sobre la banda para eliminar la resina sobrante. Después, se fotopolimerizó por 10 y 20 segundos utilizando la punta de salida de la lámpara LED de la marca Woodpecker LED D en contacto cercano con la cinta de poliéster usando la intensidad de 400-1200mW/cm<sup>2</sup> y de 1200 mW/cm<sup>2</sup>.

#### **3.4.1.2. Medición de la Profundidad de Fotopolimerización**

Se extrae la resina compuesta Bulk Fill de la matriz metálica después de la fotoactivación. En el extremo más alejado de la luz, se elimina el material que no se polimeriza o tiene un bajo nivel de



polimerización. Luego, se mide la longitud de la resina "polimerizada" restante con un vernier electrónico de 0,01 mm de precisión de marca Raniaco, se divide entre 2 y esta longitud suele redondearse al val Esto se debe a la especificación 35 del estándar ISO 4049, que permite una profundidad de polimerización de 0,4 mm más que la mitad de la medida de raspado posterior. En donde cada valor fue inscrito en la ficha de recolección de datos del investigador.

### **3.4.1.3. Aplicación de Pruebas Estadísticas**

Se utilizaron estadísticas descriptivas para organizar los resultados en tablas y se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis para determinar si había diferencias estadísticamente significativas.

La profundidad de polimerización se midió fotoactivando diodos de luz a una intensidad de 400-1200 mW/cm<sup>2</sup> y de 1200 mW/cm<sup>2</sup>, por lo que se inició el análisis estadístico con estadística descriptiva, a la vez se analizaron la medias y desviación estándar a fin de encontrar los valores mínimos y máximos en la profundidad de polimerización a fin de resumir los resultados de la investigación de manera sistemática. Esto proporciona evidencia objetiva y suficiente para refutar la hipótesis planteada.

Para determinar si los datos cuantitativos son normales, se llevó a cabo la prueba de normalidad; cuando el nivel de significancia es superior a 0.05, los datos se consideran normales. Por lo tanto, se utilizó la prueba de Shapiro Wilk porque la muestra es menor a 50; se descartó la prueba Kolmogorov-Smirnova, que presenta valores con normalidad, pero no cumplen con la homogeneidad de la varianza y la prueba post hoc=Games



Howell. Por ello se emplea la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para grupos independientes.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. RESULTADOS

**Tabla 1**

*Efecto del croma de resinas compuestas Bulk Fill en la profundidad de polimerización empleando la intensidad de 400-1200 mW/cm<sup>2</sup> durante 10s.*

Croma de la Resina Bulk Fill Tetric N-Ceram	Intensidad 400-1200 mW/cm <sup>2</sup> x 10 s (mm)				
	n	Media	DE	Mín.	Max.
IVA	5	3.01	0.03	2.98	3.05
IVB	5	3.45	0.03	3.40	3.49
IVW	5	2.99	0.009	2.98	3.00
Total	15	3.15	0.22	2.98	3.49
P	0.008*				

**DE:** Desviación Estándar; \*Kruskal-Wallis; \*\*Games-Howell

Fuente: Base de datos

- **Interpretación**

En la tabla 1, se muestra los resultados sobre el efecto del croma de resinas compuestas Bulk Fill en la profundidad de polimerización empleando la intensidad de 400-1200 mW/cm<sup>2</sup> durante 10s. En donde el croma IVB obtuvo una profundidad de polimerización de  $3.45 \pm 0.03$  mm, y el croma IVW obtuvo a una profundidad de  $2.99 \pm 0.009$  mm y a la vez teniendo como un valor mínimo de 2.98 mm y 3.49 mm como máximo.

Con una probabilidad de 0.008\* se acepta la hipótesis alterna evidenciando que existe diferencia estadísticamente significativa en las medias de profundidad de polimerización de los cromas de las resinas Bulk Fill al ser expuestas con una intensidad de 400-1200mW/cm<sup>2</sup> por 10s.

**Tabla 2**

*Efecto del croma de resinas compuestas Bulk Fill en la profundidad de polimerización empleando la intensidad de 400-1200 mW/cm<sup>2</sup> durante 20 s.*

Croma de la Resina Bulk Fill Tetric N-Ceram	Intensidad 400-1200 mW/cm <sup>2</sup> x 20 s (mm)				
	n	Media	DE	Mín.	Max.
IVA	5	3.01	0.01	3.00	3.03
IVB	5	3.40	0.03	3.37	3.44
IVW	5	3.47	0.06	3.39	3.52
Total	15	3.29	0.21	3.00	3.52
P	0.004				

DE: Desviación Estándar; \*Kruskal-Wallis; \*\*Games-Howell

Fuente: Base de datos

- **Interpretación**

En la tabla 2 se presentan los resultados del efecto del tipo de croma de resinas compuestas Bulk Fill en la profundidad de polimerización, utilizando una intensidad de 400-1200 mW/cm<sup>2</sup> durante 20 segundos. El croma IVW alcanzó una profundidad de polimerización de  $3.47 \pm 0.06$  mm, mientras que el croma IVA alcanzó  $3.01 \pm 0.01$  mm, con valores mínimos de 3.00 mm y máximos de 3.52 mm.

Con un análisis de probabilidad de 0.004\* se acepta la hipótesis alterna que indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de profundidad de polimerización de los diferentes cromas de las resinas Bulk Fill cuando se fotoactivan con una intensidad de 400-1200 mW/cm<sup>2</sup> durante 20 segundos.

**Tabla 3**

*Efecto del croma de resinas compuestas Bulk Fill en la profundidad de polimerización empleando la intensidad de 1200mW/cm<sup>2</sup> durante 10s.*

Croma de la Resina Bulk Fill Tetric N-Ceram	Intensidad 1200 mW/cm <sup>2</sup> durante 10 s (mm)				
	n	Media	DE	Mín.	Max.
IVA	5	2.99	0.03	2.96	3.02
IVB	5	3.05	0.004	3.04	3.05
IVW	5	3.49	0.06	3.44	3.56
Total	15	3.17	0.23	2.96	3.56
P	0.002*				

DE: Desviación Estándar; \*Kruskal-Wallis; \*\*Games-Howell

Fuente: Base de datos

- **Interpretación**

En la tabla 3, se muestran los resultados sobre el efecto del tipo de croma de resinas compuestas Bulk Fill en la profundidad de polimerización empleando la intensidad de 1200 mW/cm<sup>2</sup> durante 10 s. Donde el croma IVW alcanzó una profundidad de polimerización de  $3.49 \pm 0.06$  mm, mientras que el croma IVA obtuvo a una profundidad de polimerización de  $2.99 \pm 0.03$  mm con valores mínimos de 2.96 mm y 3.56 mm como valor máximo.

Se ha determinado con una probabilidad de 0.002\* se acepta la hipótesis alterna afirmando que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de profundidad de polimerización de los diferentes cromas de las resinas Bulk Fill cuando se fotoactivan con una intensidad de 1200 mW/cm<sup>2</sup> durante 10 segundos.

**Tabla 4**

*Efecto del croma de resinas compuestas Bulk Fill en la profundidad de polimerización empleando la intensidad de 1200mW/cm<sup>2</sup> durante 20 s.*

Croma de la Resina Bulk Fill Tetric N-Ceram	Intensidad 1200 mW/cm <sup>2</sup> durante 20 segundos (mm)				
	n	Media	DE	Mín.	Max.
IVA	5	3.49	0.04	3.45	3.54
IVB	5	3.03	0.01	3.02	3.05
IVW	5	3.41	0.02	3.39	3.44
Total	15	3.31	0.21	3.02	3.54
P	0.002*				

DE: Desviación Estándar; \*Kruskal-Wallis; \*\*Games-Howell

Fuente: Base de datos

- **Interpretación**

En la tabla 4, se presenta los resultados sobre el efecto del croma de resinas compuestas Bulk Fill en la profundidad de polimerización empleando la intensidad de 1200 mW/cm<sup>2</sup> durante 20 s. En donde el croma IVW obtuvo una profundidad de polimerización de  $3.49 \pm 0.04$  mm, y el croma IVA obtuvo a una profundidad de polimerización de  $3.03 \pm 0.02$  mm y a la vez muestra como un valor mínimo de 3.02 mm y 3.54 mm como valor máximo.

Con una probabilidad de 0.002\* se acepta la hipótesis alterna afirmando que existe diferencia estadísticamente significativa en las medias de profundidad de polimerización de los cromas de las resinas Bulk Fill al ser fotoactivadas con una intensidad de 1200mW/cm<sup>2</sup> por 20 s.

**Tabla 5**

*Comparación del efecto del croma de resinas compuestas Bulk Fill en la profundidad de polimerización a diferentes intensidades y tiempos de fotoactivación, Puno 2024.*

Intensidad/Tiempo/Croma	1200 mW/cm <sup>2</sup> /10 s						1200 mW/cm <sup>2</sup> /20 s					
	IVA		IVB		IVW		IVA		IVB		IVW	
	DM	p	DM	p	DM	p	DM	p	DM	p	DM	p
400-1200 mW/cm <sup>2</sup> /10 s	IVA	0.020	0.984**	0.038	0.405**	0.481	<0.001**	0.486	<0.001**	-0.026	0.785**	<0.001**
	IVB	0.465	<0.001**	0.407	<0.001**	0.036	0.980**	0.041	0.747**	0.041	<0.001**	0.515
	IVW	0.004	1.000**	0.054	0.001**	0.497	0.001**	0.502	<0.001**	0.042	0.006**	<0.001**
400-1200 mW/cm <sup>2</sup> /20 s	IVA	0.027	0.655**	0.031	0.050**	0.474	0.001**	0.479	<0.001**	0.019	0.440**	<0.001**
	IVB	0.413	<0.001**	0.355	<0.001**	0.088	0.356**	0.093	0.044**	0.367	<0.001**	1.000**
	IVW	0.480	<0.001**	0.422	0.001**	0.021	1.000**	0.026	0.997**	0.434	0.001**	0.639**

p <0.001\*

DM: Diferencia de Medias; \*Kruskal-Wallis; \*\*Games-Howell

Fuente: Base de datos

- **Interpretación**

En la tabla 5, se aprecia la comparación del efecto del croma de resinas Bulk Fill en la profundidad de polimerización a diferentes intensidades y tiempos de fotoactivación. Donde, con un intervalo de confianza del 95% se acepta la hipótesis alterna afirmando que existe diferencia estadísticamente significativa en la profundidad de polimerización entre los grupos estudiados (Kruskal-Wallis:  $p < 0.001^*$ ).

Es así que, al comparar la profundidad de polimerización entre las intensidades de fotoactivación de 400-1200  $\text{mW/cm}^2/10$  s y 1200  $\text{mW/cm}^2/10$  s; el croma IVB bajo una intensidad de fotoactivación de 400-1200  $\text{mW/cm}^2/10$  s mostró una mayor profundidad de polimerización en comparación al croma IVA (Games-Howell:  $p < 0.001^{**}$ ) e IVB (Games-Howell:  $p < 0.001^{**}$ ) bajo intensidad de 1200  $\text{mW/cm}^2/10$  s; en cambio, el croma IVW bajo una intensidad de fotoactivación de 1200  $\text{mW/cm}^2/10$ s evidenció mayor profundidad de polimerización en comparación a los cromas IVA (Games-Howell:  $p < 0.001^{**}$ ) e IVW (Games-Howell:  $p = 0.001^{**}$ ) bajo una intensidad de fotoactivación de 400-1200  $\text{mW/cm}^2/10$ s; un resultado similar tuvo la comparación entre los cromas IVB (1200  $\text{mW/cm}^2/10$  s) e IVW (400-1200  $\text{mW/cm}^2/10$ s) demostrándose que el croma IVB tenía mayor profundidad de polimerización (Games-Howell:  $p = 0.001^{**}$ ).

Para la comparación de la profundidad de polimerización entre las intensidades de fotoactivación de 400-1200  $\text{mW/cm}^2/20$  s y 1200  $\text{mW/cm}^2/10$ s; el croma IVB bajo una intensidad de fotoactivación de 400-1200  $\text{mW/cm}^2/20$ s mostró una mayor profundidad de polimerización en comparación a los cromas IVA (Games-Howell:  $p < 0.001^{**}$ ) e IVB (Games-Howell:  $p < 0.001^{**}$ ) bajo intensidad de 1200  $\text{mW/cm}^2/10$ s, al igual que la croma IVW (400-1200  $\text{mW/cm}^2/20$  s) sobre IVA (Games-Howell:  $p < 0.001^{**}$ ) e IVB (Games-Howell:  $p = 0.001^{**}$ ) bajo intensidad de 1200  $\text{mW/cm}^2/10$ s; por el contrario, el croma



IVW con una intensidad de fotoactivación de  $1200 \text{ mW/cm}^2/10\text{s}$  evidenció mayor profundidad de polimerización en comparación a los cromas IVA (Games-Howell:  $p = 0.001^{**}$ ) con intensidad de fotoactivación de  $400\text{-}1200 \text{ mW/cm}^2/20 \text{ s}$ .

En cuanto a la comparación de la profundidad de polimerización entre las intensidades de fotoactivación de  $400\text{-}1200 \text{ mW/cm}^2/10\text{s}$  y  $1200 \text{ mW/cm}^2/20\text{s}$ ; el cromas IVA bajo una intensidad de fotoactivación de  $1200 \text{ mW/cm}^2/20\text{s}$  mostro una mayor profundidad de polimerización en comparación a los cromas IVA (Games-Howell:  $p < 0.001^{**}$ ) e IVW (Games-Howell:  $p < 0.001^{**}$ ) bajo intensidad de  $400\text{-}1200 \text{ mW/cm}^2/10\text{s}$ , similares resultados evidenció la cromas IVB ( $1200 \text{ mW/cm}^2/20 \text{ s}$ ) sobre el cromas IVW ( $400\text{-}1200 \text{ mW/cm}^2/10 \text{ s}$ ) Games-Howell:  $p = 0.006^{**}$ , y el cromas IVW ( $1200 \text{ mW/cm}^2/20 \text{ s}$ ) sobre los cromas IVA (Games-Howell:  $p < 0.001^{**}$ ) e IVW (Games-Howell:  $p < 0.001^{**}$ ) bajo intensidad de  $400\text{-}1200 \text{ mW/cm}^2/10\text{s}$ ; no obstante, el cromas IVB bajo una intensidad de fotoactivación de  $400\text{-}1200\text{mW/cm}^2/10\text{s}$  evidenció mayor profundidad de polimerización que el cromas IVB bajo intensidad de  $1200 \text{ mW/cm}^2/20\text{s}$  (Games-Howell:  $p < 0.001^{**}$ ).

Mientras que, al comparar la profundidad de polimerización entre las intensidades de fotoactivación de  $400\text{-}1200 \text{ mW/cm}^2/20 \text{ s}$  y  $1200 \text{ mW/cm}^2/20\text{s}$ ; el cromas IVA bajo una intensidad de fotoactivación de  $1200 \text{ mW/cm}^2/20\text{s}$  evidenció una mayor profundidad de polimerización en comparación a los cromas IVA (Games-Howell:  $p < 0.001^{**}$ ) e IVB (Games-Howell:  $p = 0.044^{**}$ ) bajo intensidad de  $400\text{-}1200 \text{ mW/cm}^2/20\text{s}$ , algo similar ocurrió al comparar el cromas IVW ( $1200 \text{ mW/cm}^2/20 \text{ s}$ ) sobre el cromas IVA ( $400\text{-}1200 \text{ mW/cm}^2/10 \text{ s}$ ) Games-Howell:  $p < 0.001^{**}$ ; sin embargo, el cromas IVB bajo una intensidad de fotoactivación de  $400\text{-}1200 \text{ mW/cm}^2/20\text{s}$  evidenció mayor profundidad de polimerización que el cromas IVB bajo intensidad de  $1200 \text{ mW/cm}^2/20 \text{ s}$  (Games-Howell:  $p < 0.001^{**}$ ).



## 4.2. DISCUSIÓN

Como menciona Tsai, la profundidad de curado de las resinas con diferentes fotoiniciadores a la canforoquinona puede variar dependiendo del tipo de lámpara de fotocurado utilizada; Wanderley et.al mencionando en su investigación que una potencia de luz led  $\geq 1000$  mW/cm<sup>2</sup> (monowave o polywave) con tiempos de exposición en torno a 20 segundos son principalmente recomendados para conseguir una profundidad de curado aceptable en la mayoría de restauraciones con resinas mayor a 4 mm. Ultimando que unidades de fotoactivación de LED de tecnología monowave produjeron una profundidad de polimerización mayor que las unidades de fotoactivación de LED de tecnología poliwave, aunque esto depende de la resina compuesta de pleno llenado utilizada. Coincidiendo con los autores Vásquez y Quispe que, para alcanzar una profundidad de polimerización siguiendo la norma ISO, depende de las condiciones del material y de factores condicionantes para la fotopolimerización de resinas Bulk Fill; apoyando la presente investigación,

Al-Zain et al., respalda esta investigación, al utilizar en su investigación tres unidades de polimerización disímiles para comparar la influencia de la distancia en una resina compuesta nanohíbrida con una exposición constante. Sus hallazgos muestran una disminución de la irradiancia de la superficie superior entre 92 y 95 % en comparación con la superficie inferior. Esto indica que la superficie superior de una muestra contiene la mayor parte de la luz.

En cuanto a la influencia del tiempo Shimokawa et al. evaluaron la microdureza superficial de las resinas Filtek Bulk Fill Posterior y Tetric Evo Ceram Bulk a tiempos de exposición de 10 y 20 segundos. Sin recibir polimerización indirecta frontal o posterior. Afirmando que doblar el tiempo a 20 segundos en la superficie oclusal incrementaron



significativamente los valores de microdureza en todos los casos y el patrón de polimerización fue más uniforme. Esto se aplicó independientemente de la resina o lámpara evaluada.

Se discrepa con Romano y Rizante los cuales mencionan que al usar el doble de tiempo de fotopolimerización en una resina Bulk Fill se obtienen valores que pueden llegar a ser mayores de 4.5 mm a 5 mm como máximo. Sabiendo que debemos tener en cuenta riesgo de provocar una lesión pulpar durante la polimerización al aumento de la temperatura y tiempo.

En cuanto al cromas autores como Guiraldo et.al concluyen que las muestras tomadas de resina compuesta mostraban una disminución de la dureza entre la superficie y la base cuando las tonalidades eran más oscuras.(46) Gracias a otros estudios que complementan la anterior investigación se sabe que la tonalidad A3 presentó los mayores valores de profundidad de polimerización, por lo que es importante tener en cuenta, ya que la disminución del grado de conversión y la microdureza están relacionadas con una menor profundidad de polimerización. Esto podría deberse a que los estudios mencionados anteriormente se realizaron con resinas compuestas convencionales, ya que el valor de la profundidad de polimerización depende de una variedad de factores, incluida la composición propia de cada material. Otra explicación posible es que los cromas más oscuros compensan los pigmentos incorporados con concentraciones de fotoiniciadores más altas y mayor translucidez.

Benetti por su parte valoró también un componente importante para estudios que comprometan la profundidad de polimerización de las Resinas Bulk Fill, comparando 2 presentaciones (A y B).Encontrando que la resina A tenía una profundidad de polimerización significativa mayor de 3.82 mm en comparación con la otra muestra



analizada, que mostraba un valor de polimerización de 3.43 mm; mencionando que la primera muestra contaba con el Ivocerin que presenta germanio de dibenzoilo como iniciador; éste absorbe la longitud de onda de la luz en una gama dilatada entre 370-460 nm (47).

En cuanto a la distancia Vásquez al usar una distancia de 3 mm para polimerizar la resina Bulk-Fill refiere que, si se inserta en grandes incrementos, este tipo de resinas presentan una mayor translucidez, lo que facilita la transmisión de luz y permite una mejor polimerización del material.

Por último se concuerda con Rodríguez, debido a que los métodos de análisis utilizados en los estudios experimentales no son homogéneos, las variables de profundidad de polimerización mínima y máxima son necesarios para estos estudios.



## V. CONCLUSIONES

- PRIMERA:** Según los resultados obtenidos, el croma IVB al fotopolimerizar las resinas empleando una intensidad de  $400-1200\text{mW}/\text{cm}^2$ ; obtuvo como promedio una profundidad de polimerización de  $3.45\text{mm}$ , siendo mayor a las profundidades de polimerización de las resinas con croma IVA e IVW respectivamente a 10 segundos
- SEGUNDA:** Se obtuvo que el croma IVW al fotopolimerizar las resinas empleando una intensidad de  $400-1200\text{mW}/\text{cm}^2$ ; obtuvo como promedio una profundidad de polimerización de  $3.47\text{mm}$ , siendo mayor a las profundidades de polimerización de las resinas con croma IVB e IVA respectivamente a 20 segundos.
- TERCERA:** Se obtuvo que el croma IVW al fotopolimerizar las resinas empleando una intensidad de  $1200\text{mW}/\text{cm}^2$ ; obtuvo como promedio una profundidad de polimerización de  $3.49\text{mm}$ , siendo mayor a las profundidades de polimerización de las resinas con croma IVB e IVA respectivamente a 10 segundos.
- CUARTA:** Se obtuvo que el croma IVW al fotopolimerizar las resinas empleando una intensidad de  $1200\text{mW}/\text{cm}^2$ ; obtuvo como promedio una profundidad de polimerización de  $3.49\text{mm}$ , siendo mayor a las profundidades de polimerización de las resinas con croma IVA e IVB respectivamente a 20 segundos.
- QUINTA:** Al comparar las profundidades de polimerización entre grupos considerando el croma, intensidades y tiempo de fotoactivación, se



concluye que la resina Bulk Fill con cromas IVB usando ambas intensidades tuvo mayor grado de profundidad de polimerización (3.45mm) en comparación a los cromas IVA e IVW a los 10 segundos.

Por otro lado, el cromas IVW usando ambas intensidades tuvo mayor grado de profundidad de polimerización (3.49mm) en comparación a los cromas IVA e IVB a los 20 segundos. Indicando que el tiempo es un factor importante para conseguir una adecuada profundidad de polimerización



## VI. RECOMENDACIONES

**PRIMERA:** Para restauraciones en el sector anterior de pacientes pediátricos, se recomienda utilizar las resinas Bulk Fill IVW con un tiempo de 10 segundos. El croma IVA e IVB para los sectores anterior y posterior respectivamente; ya que con la fotopolimerización de luz intensa a  $1200\text{mW/cm}^2$ , alcanzamos mayor grado de profundidad de polimerización.

**SEGUNDA:** Realizar más estudios comparativos de diferentes cromas y la profundidad de polimerización de diferentes tipos de resinas, marcas comerciales accesibles e incluso la relación con intensidades de nuevas lámparas Led, con el fin de mejorar el trabajo en boca e incluso evaluar costo beneficio de estas resinas.

**TERCERA:** Para difundir el campo de la investigación en nuestra región de Puno, se debería publicar esta investigación en una revista científica local, nacional o internacional.

**TERCERA:** Para determinar el grado de polimerización de la resina evaluando el croma e intensidad de fotopolimerización, se debería realizar más investigaciones tomando en cuenta la carga aplicada (kg/f) a las muestras y diferentes pruebas de medición exacta como la prueba de dureza de Vickers.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ontaneda Naranjo AB. Dureza de una resina Bulk Fill, en función de la forma de activación y dos tipos de lámpara. Estudio in vitro [Internet]. 2020 [cited 2024 Jun 4]. Available from: <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/78cd3cca-af2b-46eb-b42f-1269cb8c6d36/content>
2. Chandrasekhar V, Rudrapati L, Badami V, Tummala M. Incremental techniques in direct composite restoration. Vol. 20, Journal of Conservative Dentistry. Medknow Publications; 2017. p. 386–91.
3. Ivoclar Vivadent AG. Composites for anterior and posterior restorations Tetric ® N-Line The solution for all cavities [Internet]. 2018 [cited 2024 Jul 4]. Available from: [https://www.ivoclar.com/en\\_li/downloadcenter/#dc=global&lang=en&search-text=bulk%20fill&details=17221](https://www.ivoclar.com/en_li/downloadcenter/#dc=global&lang=en&search-text=bulk%20fill&details=17221)
4. Flury S, Hayoz S, Peutzfeldt A, Hüsler J, Lussi A. Depth of cure of resin composites: Is the ISO:4049 method suitable for Bulk fill materials? Dental Materials. 2012 May;28(5):521–8.
5. World Health Organization. Global oral health status report Towards universal health coverage for oral health by 2030 [Internet]. 2022 [cited 2023 Aug 11]. Available from: <file:///D:/tesis%202023/resinas%20bulk%20fill/informe%202024.pdf>
6. MINSA. Manual de registro y codificación de la atención de salud en la consulta externa etapa de vida adulto mayor [Internet]. Minsa. 2020. 52 pages : illustrations



; 21 cm-52 pages : illust. Available from:  
<http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4941.pdf>

7. Zorzin J, Maier E, Harre S, Fey T, Belli R, Lohbauer U, et al. Bulk-fill resin composites: Polymerization properties and extended light curing. *Dental Materials*. 2015 Mar 1;31(3):293–301.
8. Alzahrani B, Alshabib A, Awliya W. The Depth of Cure, Sorption and Solubility of Dual-Cured Bulk-Fill Restorative Materials. *Materials*. 2023 Oct 1;16(20).
9. Sartori N, Knezevic A, Peruchi LD, Phark JH, Sillas Duarte SD. Effects of light attenuation through dental tissues on cure depth of composite resins. *Acta Stomatol Croat*. 2019;53(2):95–105.
10. Iwasaki T, Kamiya N, Hirayama S, Tanimoto Y. Evaluation of the mechanical behavior of bulk-fill and conventional flowable resin composites using dynamic micro-indentation. *Dent Mater J*. 2022;41(1):87–94.
11. Flury S, Hayoz S, Peutzfeldt A, Hüsler J, Lussi A. Depth of cure of resin composites: Is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials? *Dental Materials* [Internet]. 2012 May [cited 2023 Aug 12];28(5):521–8. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0109564112000346?via%3Dihub>
12. Haji Z, Ghafoor R. Effect of Light Emitting Diode (LED) Curing Modes on Depth of Cure (DoC) in BulkFill Composite Resin: An invitro study. *J Pak Med Assoc*. 2022 Aug 1;72(8):1479–82.



13. Adams KR, Savett DA, Lien W, Raimondi C, Vandewalle KS. Evaluation of a Novel “Quad” Wavelength Light Curing Unit. *J Clin Exp Dent*. 2022 Oct 1;14(10):815–21.
14. Romano B, Soto-Montero J, Rueggeberg FA, Giannini M. Effects of extending duration of exposure to curing light and different measurement methods on depth-of-cure analyses of conventional and bulk-fill composites. *Eur J Oral Sci*. 2020 Aug 1;128(4):336–44.
15. Rizzante FAP, Duque JA, Duarte MAH, Mondelli RFL, Mendonça G, Ishikiriyama SK. Polymerization shrinkage, microhardness and depth of cure of bulk fill resin composites. *Dent Mater J*. 2019;38(3):403–10.
16. Wanderley Lima RB, Madrid Troconis CC, Pereira Moreno MB, Murillo-Gómez F, De Goes MF. Depth of cure of bulk fill resin composites: A systematic review. Vol. 30, *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. Blackwell Publishing Ltd; 2018. p. 492–501.
17. Rodríguez W, Medina-Sotomayor P, Aguilar J, Ordóñez P, Ortega G, Sotomayor M, et al. Profundidad de polimerización de las resinas Bulk Fill: una revisión sistemática Depth of polymerization of Bulk Fill composite: a systematic review. *Rev Fac Odont (UNC)*. 2022;32(2):1–10.
18. Aquino-Valverde AJ, Aguilar-Vargas G, Dias-Fernandez J, Leiva-Ramirez P, Quintanilla-Labajos D, Vidalón-Pinto M, et al. Efectividad de fotopolimerización usando lámparas led: Una revisión de la literatura. *Revista Científica Odontológica*. 2022 Sep 29;10(3):e120.
19. Vásquez-Castro E, Portella-Atamari J, Melendez D, Ramirez-Vilchez N, Delgado-Cotrino L. Evaluación del tiempo de exposición de una resina Bulk-Fill en



- preparaciones profundas. *Revista Estomatológica Herediana* [Internet]. 2022 Apr 22 [cited 2023 Aug 11];32(1):30–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.20453/reh.v32i1.4180>.
20. Gutierrez-Leiva A, Pomacóndor-Hernández C. Comparación de la profundidad de polimerización de resinas compuestas bulk fill obtenida con dos unidades de fotoactivación LED: polywave versus monowave. *Odontología Sanmarquina*. 2020 May 6;23(2):131–8.
21. Quispe-Maquera NB. Efecto de modos de fotoactivación en la profundidad de polimerización de resinas compuestas Bulk fill, Puno 2018 [Internet]. 2021 [cited 2024 Jan 20]. Available from: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/17290>
22. Cedillo J, Espinosa R. Resinas Bulk fill. Modificación de la técnica. Resina Bulk fill fluida y Resina Bulk fill moldeable. Estudio al MEB-EC [Internet]. Available from: <http://www.rodyb.com/resinas-bulk-fill-modificacion-de-la-tecnica/>
23. Marco T, Caneppele F, Bresciani -Professor E, Bresciani E, Francisco AE, Longo J. Resinas bulk-fill – O estado da arte. *REV ASSOC PAUL CIR DENT* [Internet]. 2016;70(3):242–50. Available from: <http://www.sdi.com.au/>
24. Gan JK, Yap AU, Cheong JW, Arista N, Tan CBK. Bulk-fill composites: Effectiveness of cure with poly-and monowave curing lights and modes. *Oper Dent*. 2018 Mar 1;43(2):136–43.
25. Sakaguchi R. Role and Significance of Restorative Dental Materials. In: *Craig's Restorative Dental Materials*. Elsevier; 2012. p. 1–4.



26. Vaca-Altamirano G, Mena-Silva P, Armijos-Briones M. La resina Bulk Fill como material innovador. Revisión bibliográfica. Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores [Internet]. 2021 [cited 2023 Aug 11]; Available from: <http://www.dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/>
27. Christiani J.J., Devecchi J.R. Color: Consideración en Odontología e instrumentos para el registro [Internet]. 2016. Available from: <http://www.rodyb.com/>
28. Villarroel M, Hirata R, Maria De Sousa A. Artigo Inédito Avaliação comparativa da translucidez do esmalte dentário e de resinas compostas para esmalte. 2005.
29. Ivoclar Vivadent AG. Composites for anterior and posterior restorations Tetric ® N-Line The solution for all cavities [Internet]. 2018 [cited 2024 Jul 4]. Available from:  
[https://www.ivoclar.com/en\\_li/downloadcenter/#dc=global&lang=en&search-text=bulk%20fill&details=17221](https://www.ivoclar.com/en_li/downloadcenter/#dc=global&lang=en&search-text=bulk%20fill&details=17221)
30. Boza Quiñones Y. Estudio de la profundidad de polimerización de resinas bulk fill a diferentes distancias de fotoactivación [Internet]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2015 [cited 2023 Aug 11]. Available from: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/4552>
31. Fadul-Ortiz JR, Molina-Sánchez CA, Yáñez-Meza EA, Luna LE. Profundidad de curado de resinas con diferentes fotoiniciadores polimerizadas con dos lámparas LED. Universitas Odontológica, [Internet]. 2008 [cited 2023 Aug 11];27:15–22. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=231218569002>
32. De León E, Teske AP, Pais B, Grazioli Pita G. Efecto de la intensidad de las unidades de fotopolimerización sobre la biocompatibilidad y resistencia a la flexión de una resina compuesta. Odontoestomatología. 2023 Mar 15;24(40).



33. Ficha técnica. LED. D Curing light Instruction Manual [Internet]. 2010 [cited 2023 Jun 30]. Available from: [https://www.woodpecker.cz/Documents/LED.D\\_English.pdf](https://www.woodpecker.cz/Documents/LED.D_English.pdf)
34. Chaple Gil MA, Gispert Abreu E de los Á. Recomendaciones para el empleo práctico de resinas compuestas en restauraciones estéticas [Internet]. Vol. 52, Rev Cubana Estomatol. 2015. Available from: <http://www.revestomatologia.sld.cu/index.php/est/article/view/804>
35. Nassar HM, Almutairi M, Makhdom A. Irradiance of different curing modes of common light cure devices: An in vitro study. J Int Soc Prev Community Dent. 2020;10(2):77–82.
36. Lehmann A, Nijakowski K, Drozdzyńska A, Przybylak M, Woś P, Surdacka A. Materials Influence of the Polymerization Modes on the Methacrylic Acid Release from Dental Light-Cured Materials-In Vitro Study. Materials [Internet]. 2022;15(8976). Available from: <https://doi.org/10.3390/ma>
37. Alam BF, Nayab T, Najmi A, Khan U. Knowledge of Pakistani Dentist Towards Light Curing Units- A Cross Sectional Analysis. Journal of the Pakistan Dental Association [Internet]. 2020 May 5;29(02):81–6. Available from: <http://www.jpda.com.pk/knowledge-of-pakistani-dentist-towards-light-curing-units-a-cross-sectional-analysis/>
38. Heintze SD, Zimmerli B. A Review in 3 Parts Part 1: Approval Requirements and Standardized Testing of Composite Materials According to ISO Specifications. Vol. 121, Schweiz Monatsschr Zahnmed. 2011.
39. Krämer N, Lohbauer U, Eng D, García-Godoy F, Frankenberger R. Light curing of resin-based composites in the LED era.



40. ISO-Standars (2009) ISO 4049. Dentistry - Polymer - based restorative materials Geneve. International Standar ISO 4049 [Internet]. Vol. 4th. London; 2019 [cited 2023 Jun 18]. Available from: <https://www.iso.org/standard/67596.html>
41. Flores Ricardi RC. Revisión de estudios sobre dureza superficial de materiales restauradores directos e indirectos realizados en los últimos 30 años en la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. 2018.
42. Zurita Cruz JN, Márquez González H, Miranda Novales G, Villasís Keever MÁ. Experimental studies: Research designs for the evaluation of interventions in clinical settings. *Rev Alerg Mex*. 2018 Apr 1;65(2):178–86.
43. Müggenburg Rodríguez MC, Pérez Cabrera I. Los maestros escriben Tipos de estudio en el enfoque de investigación cuantitativa. Vol. 4, *Revista Enfermería Universitaria ENEO-UNAM*. 2007.
44. Flipsnacks. Zonificación Ecológica - Puno, zonificacinecolgicaeconmicapuno - Flipsnack [Internet]. 2016 [cited 2024 Jul 4]. Available from: <https://www.flipsnack.com/zonificacinecolgicaeconmicapuno/>
45. Lopez PL. Población Muestra y Muestreo [Internet]. 2004 [cited 2024 Jul 4]. Available from: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-02762004000100012](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012)
46. Guiraldo R, Consani S, Xediek R, Bittencourt S, Mendes WB, Coelho A. Light Energy Transmission through Composite Influenced by Material Shades. Vol. 50, *Original Article 183 Bull Tokyo Dent Coll*. 2009.



47. Benites Zevallos CM. Comparación in vitro del grado de conversión de dos resinas bulk fill (tetric n-ceram® - ivoclar vivadent y sonicfill™ - kerr) y una resina nanoparticulada (Filtek™ Z350 XT - 3M Espe) en diferentes profundidades [Internet]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). 2017 [cited 2023 Aug 11]. Available from: <http://hdl.handle.net/10757/621018>

## ANEXOS

### ANEXO 1. Ficha de recolección de datos

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS								
TITULO DE LA INVESTIGACIÓN	EFECTO DEL CROMA DE RESINAS COMPUESTAS BULK FILL EN LA PROFUNDIDAD DE POLIMERIZACIÓN, FOTOCURADAS CON DIFERENTES INTENSIDADES Y TIEMPOS DE FOTOACTIVACIÓN, PUNO 2024							
NOMBRE DEL AUTOR	ANGHYELA ANANHY CHAIÑA LOPE							
CROMA DE RESINAS	INTENSIDAD DE FOTOACTIVACIÓN							
	INTENSIDAD DE 400-1200/mWcm <sup>2</sup> x 10 seg		INTENSIDAD DE 400-1200/mWcm <sup>2</sup> x 20 seg		INTENSIDAD DE 1200/mWcm <sup>2</sup> x 10 seg		INTENSIDAD DE 1200/mWcm <sup>2</sup> x 20 seg	
	ALTURA ABSOLUTA EN MILIMETROS	PROMEDIO DE POLIMERIZACION EN MILIMETROS	ALTURA ABSOLUTA EN MILIMETROS	PROMEDIO DE POLIMERIZACION EN MILIMETROS	ALTURA ABSOLUTA EN MILIMETROS	PROMEDIO DE POLIMERIZACION EN MILIMETROS	ALTURA ABSOLUTA EN MILIMETROS	PROMEDIO DE POLIMERIZACION EN MILIMETROS
Resina Bulk Fill Tetric N-Ceram IVA	6.09	3.05	7.00	3.50	6.09	3.05	6.98	3.49
	5.97	2.99	6.95	3.48	6.08	3.04	6.87	3.44
	6.07	3.04	6.89	3.45	6.09	3.05	7.04	3.52
	5.98	2.99	7.01	3.51	6.10	3.05	6.77	3.39
	5.96	2.98	7.08	3.54	6.09	3.05	7.01	3.51
Resina Bulk Fill Tetric N-Ceram IVB	6.03	3.02	6.98	3.49	6.05	3.03	6.88	3.44
	5.99	3.00	6.90	3.45	6.07	3.04	7.12	3.56
	6.05	3.03	6.80	3.40	6.10	3.05	7.11	3.56
	6.02	3.01	6.90	3.45	6.04	3.02	6.87	3.44
	6.05	3.03	6.94	3.47	6.07	3.04	6.90	3.45
Resina Bulk Fill Tetric N-Ceram IVW	6.02	3.01	6.88	3.44	6.00	3.00	6.81	3.41
	5.95	2.98	6.76	3.38	5.98	2.99	6.78	3.39
	5.92	2.96	6.74	3.37	5.97	2.99	6.88	3.44
	5.94	2.97	6.84	3.42	5.96	2.98	6.84	3.42
	6.04	3.02	6.78	3.39	6.00	3.00	6.80	3.40



## ANEXO 2. Autorización para ejecución de proyecto

“Año del bicentenario, de la consolidación de nuestra independencia y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho.”

Puno, 23 de abril del 2024

**CARTA N°01-2024-CC-EPO-FCDS-UNA**

**Señorita:**

ANGHYELA ANANHY CHAIÑA LOPE  
EGRESADA DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGIA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

**PRESENTE.-**

**ASUNTO: AUTORIZA EJECUCIÓN DE PROYECTO DE TESIS**  
**REF: Solicitud de fecha 18 de abril del 2024**

Es sumamente grato dirigirme a usted, en atención a su solicitud presentada referente a la autorización para ejecución del proyecto de investigación: titulado ***"EFECTO DEL CROMA DE RESINAS COMPUESTAS BULK FILL EN LA PROFUNDIDAD DE POLIMENRIZACIÓN FOTOCURADAS CON DIFERENTES INTENSIDADES Y TIEMPOS DE FOTOACTIVACIÓN, PUNO 2024"***, dentro de las instalaciones de los laboratorios de la Clínica odontológica de la Escuela Profesional de Odontología.

Por lo que se autoriza que la recurrente pueda hacer uso de las instalaciones de los laboratorios de manera presencial para los fines de investigación según requerimiento.

Atentamente,



*[Firma manuscrita]*  
Mg. Hernán Freddy Ortega Cruz  
COORDINADOR DE CLINICAS  
EPO-FCDS-UNAPUNO



### ANEXO 3. Constancia de aplicación de instrumentos y termino de experimentación



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Escuela Profesional de Odontología



#### CONSTANCIA

EL QUE SUSCRIBE, COORDINADOR DE LA CLÍNICA DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO,

HACE CONSTAR:

Que la Sra. ANGHYELA ANANHY CHAIÑA LOPE, identificada con DNI N° 70280096, egresada de la Escuela Profesional de Odontología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional del Altiplano, ha aplicado sus instrumentos de forma presencial para la recolección de datos de su proyecto de investigación titulado: "Efecto del croma de resinas compuestas Bulk fill en la profundidad de polimerización, fotocuradas con diferentes intensidades y tiempos de fotoactivación, Puno 2024", en los laboratorios de la Clínica Odontológica de la UNA Puno; los días jueves, a partir del 30 de Abril al 29 de Mayo.

Se expide la presente constancia a solicitud de la interesada para los fines que estime por conveniente.

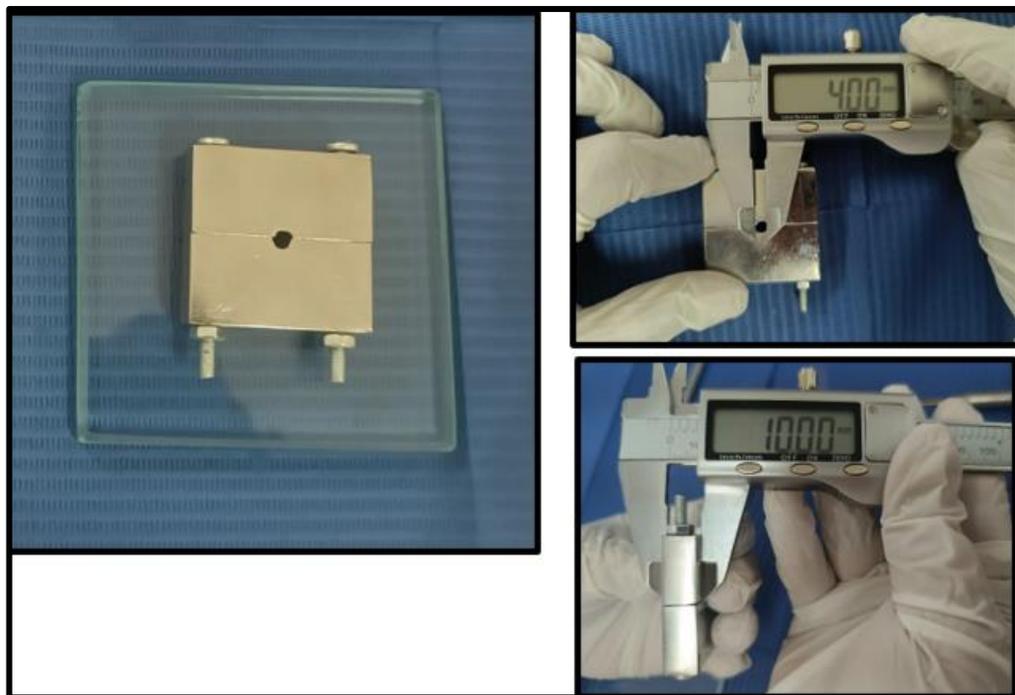
Mg. Jhony Rubén Rodríguez Mamani  
Coordinador de la Clínica Odontológica

## ANEXO 4. Galería fotográfica del proceso experimental

IMAGEN 1: Instrumental utilizado



IMAGEN 2: Matriz metálica-altura y diámetro



## ETAPA PROCEDIMENTAL SEGÚN EL CROMA: RESINA TIPO IVA

IMAGEN 3: Inserción de la Resina IVA en la matriz metálica

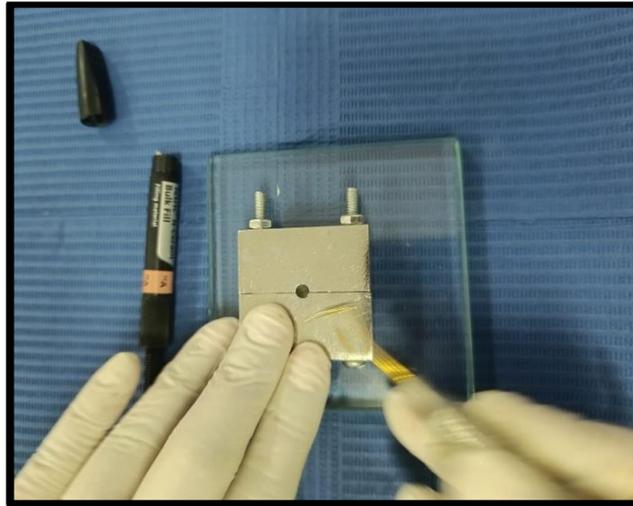


IMAGEN 4 Inserción de la resina en la totalidad de la matriz metálica

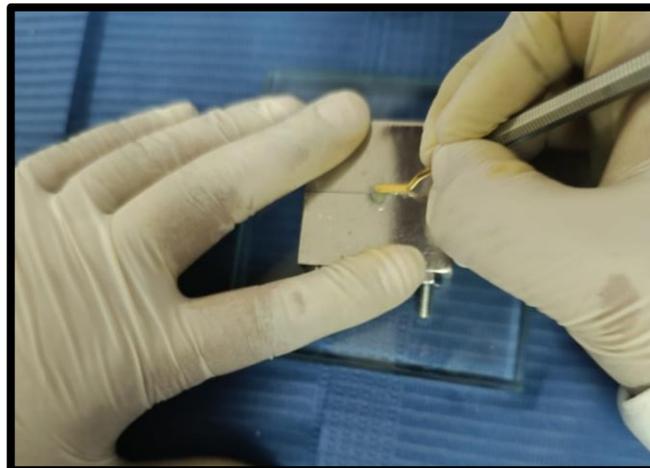


IMAGEN 5 Fotopolimerización de la resina por 10 y 20 segundos

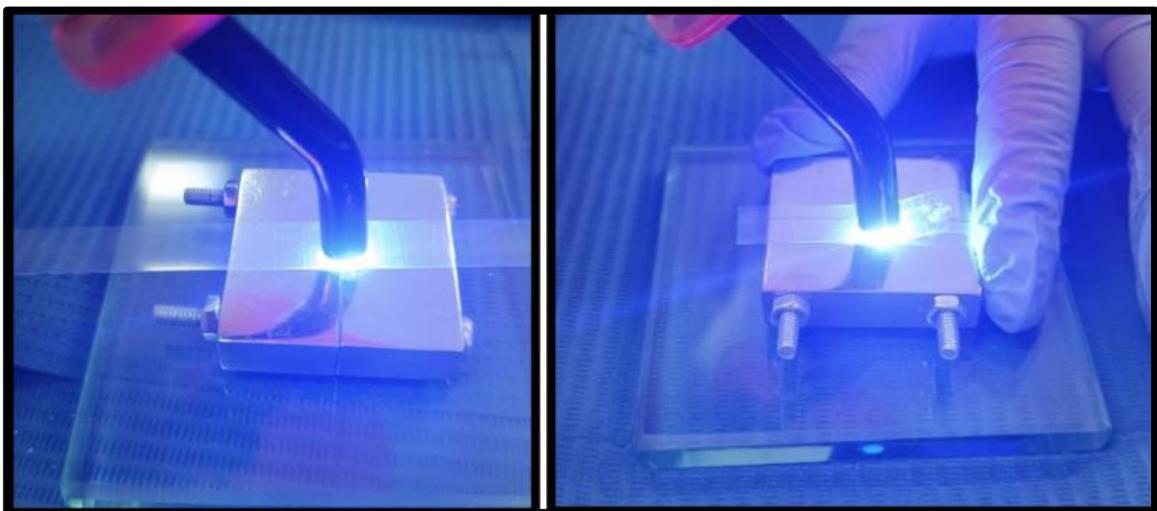


IMAGEN 6 Retiro de Resina fotopolimerizada

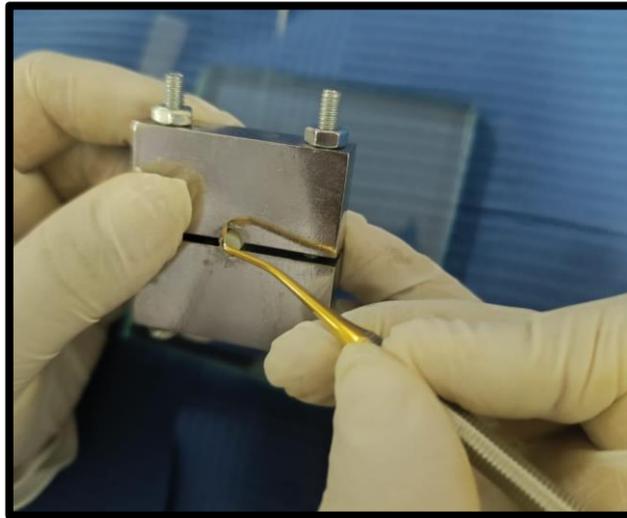


IMAGEN 7 Retiro de excesos de la resina que no se fotopolimerización



IMAGEN 8 Medición de la muestra



## ETAPA PROCEDIMENTAL SEGÚN EL CROMA: RESINA TIPO IVB

IMAGEN 9 Inserción de la Resina IVB en la matriz metálica

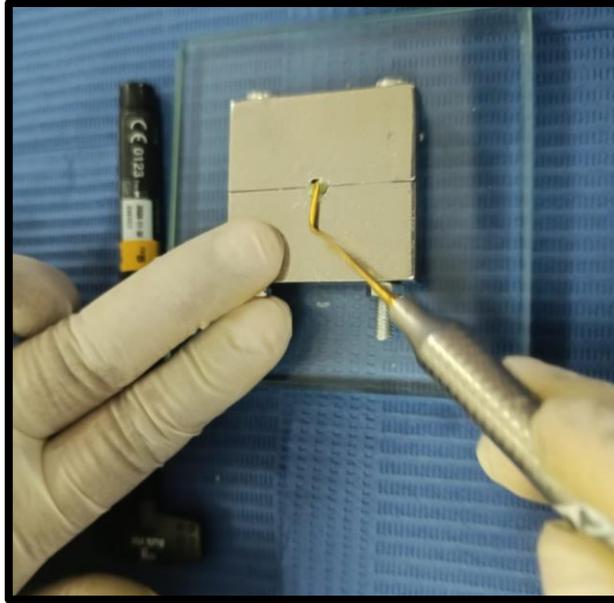


IMAGEN 10 Inserción de la resina en la totalidad de la matriz metálica

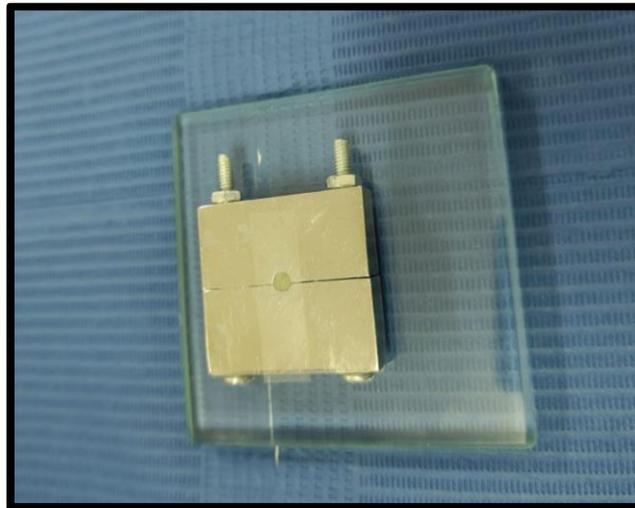


IMAGEN 11 Fotopolimerización de la resina por 10 y 20 segundos



IMAGEN 12 Retiro de Resina fotopolimerizada

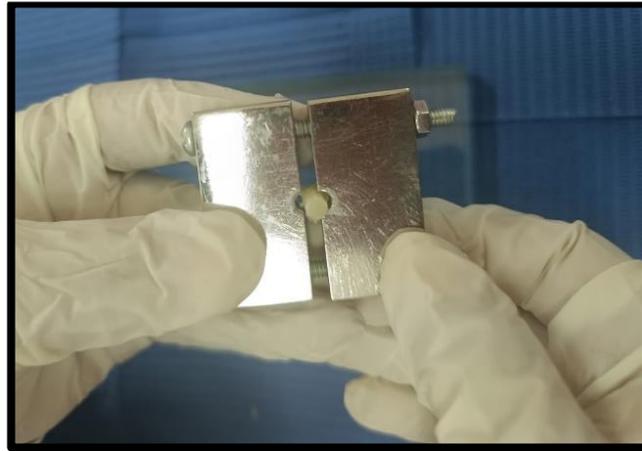


IMAGEN 13 Retiro de excesos de la resina que no se fotopolimerización

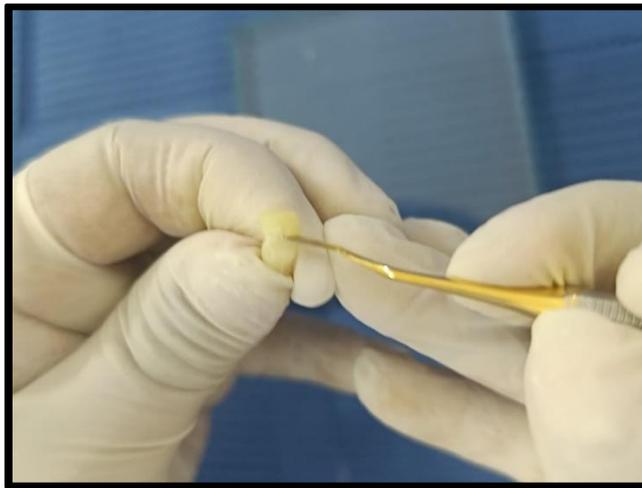


IMAGEN 14 Medición de la muestra



## ETAPA PROCEDIMENTAL SEGÚN EL CROMA: RESINA TIPO IVW

IMAGEN 15 Inserción de la Resina IBW en la matriz metálica

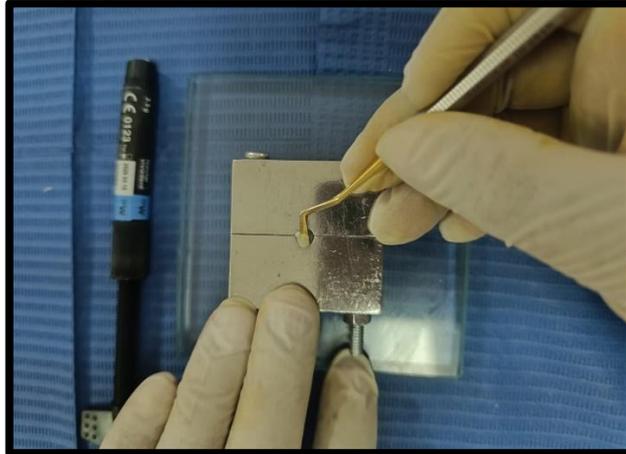


IMAGEN 16 Inserción de la resina en la totalidad de la matriz metálica

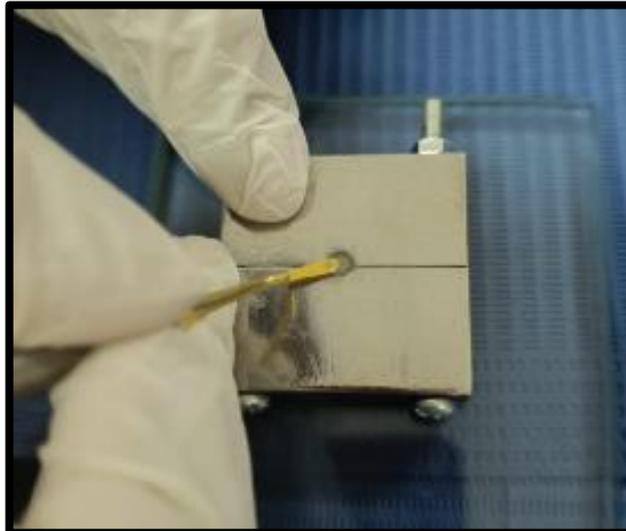


IMAGEN 17 Retiro de Resina fotopolimerizada

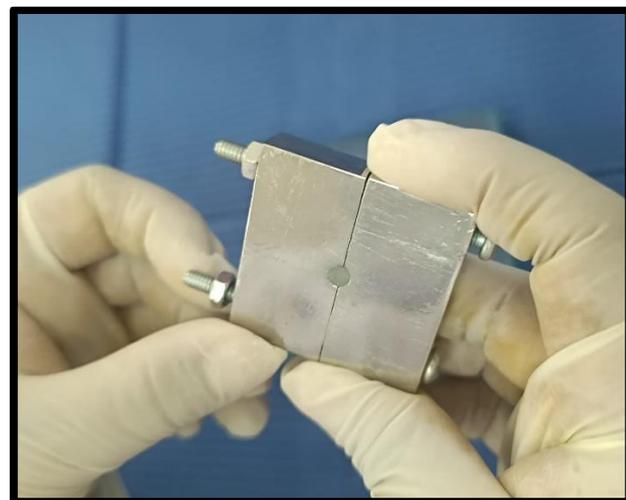


IMAGEN 18 Fotopolimerización de la resina por 10 y 20 segundos



IMAGEN 19 Retiro de excesos de la resina que no se fotopolimerización

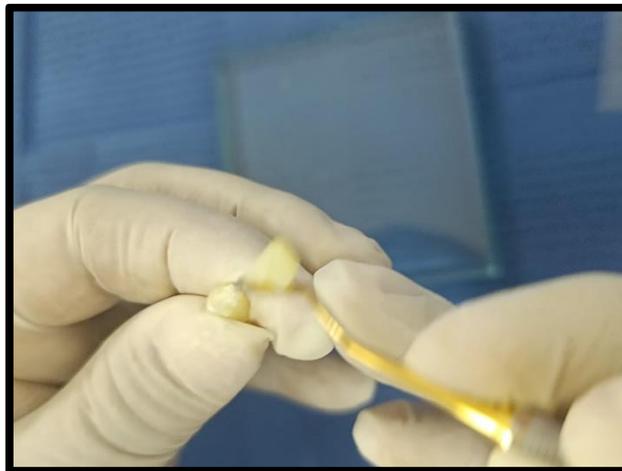


IMAGEN 20 Medición de la muestra



## MUESTRAS RECOLECTADAS

IMAGEN 21 60 muestras de cilindros fotopolimerizados de Resina Bulk Fill según el croma





### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Angelys Anahy Chauca Lepe  
identificado con DNI 70280016 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

Odontología  
informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación para la obtención de  Grado  
 Título Profesional denominado:

"Efecto del crono de Resinas Bulk Fill en la pigmentación de Polimerización,  
fotocuradas con diferentes intensidades y tiempos de fotocuración, Puno 2024"  
Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 03 de Agosto del 2024

Angelys

FIRMA (obligatoria)



Huella



### AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Anghyela Anashy Chaiña Lopez, identificado con DNI 70280076 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado  
Odontología

, informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación para la obtención de  Grado

Título Profesional denominado:

"Efecto del crama de resinas compuestas Bulk Fill en la profundidad de polimerización, influenciada con diferentes intensidades y tiempos de fotocuración, Puno 2024"

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 08 de Agosto del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella