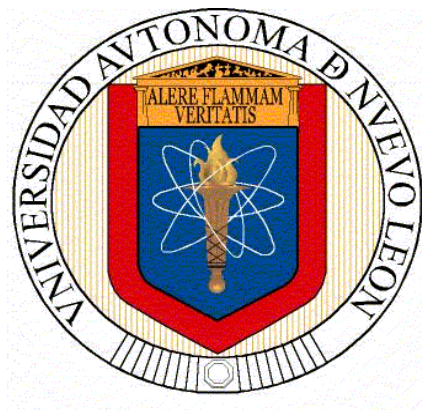


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



**“EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE COLOR DE DOS CEMENTOS DE
RESINA EN CARILLAS DE DISILICATO DE LITIO”**

PRESENTADA POR

LESLIE PAOLA VIDALES PÉREZ

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN PROSTODONCIA**

ENERO 2026

Maestría en Prostodoncia

**EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE COLOR DE DOS CEMENTOS DE
RESINA EN CARILLAS DE DISILICATO DE LITIO**

LESLIE PAOLA VIDALES PÉREZ

COMITÉ DE TESIS

Dra. Paula Isabel Palomares Gorham

Director De Tesis

DRA. IRIS NEREIDA VÁZQUEZ URBINA

Co Director De Tesis

Dra. Norma Cruz Fierro

Asesor Metodológico

Dr. Gustavo Israel Martínez González

Asesor Estadístico

Juan Manuel Solis

Asesor Metodológico

Maestría en Prostodoncia

**EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE COLOR DE DOS CEMENTOS DE
RESINA EN CARILLAS DE DISILICATO DE LITIO**



Tesista
Leslie Paola Vidales Pérez



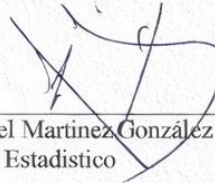
Director De Tesis
Dra. Paula Isabel Palomares Gorham



Dra. Iris Nereida Vázquez Urbina
Co Director De Tesis



Dra. Norma Cruz Fierro
Asesor Metodologico



Dr. Gustavo Israel Martínez González
Asesor Estadístico



Juan Manuel Solís

AGRADECIMIENTOS

A Dios por que sin él nada es posible, creo firmemente que Él puso el sueño y la pasión en mí por la odontología.

A mis padres, Alfredo e Isela por su apoyo incondicional durante todo este camino, sin su amor y apoyo sería imposible seguir adelante. Gracias por siempre creer en mí.

A mi abuela Elia, por ser ese apoyo lleno de amor, por darme la inspiración y el cariño por atender y ayudar a adultos mayores.

A mi esposo Andrés, ¡el ser más maravilloso que conozco! Gracias por todo tu amor y apoyo desde el día 1 de pregrado hasta ahora, siempre me haces ser mejor persona, no tengo duda de que somos mejores juntos.

A mi suegro Ricardo Mora (†), le agradezco al cielo por haberlo conocido, por siempre mostrar interés en mi pasión por la odontología. Su sencillez y excelencia me motivaron todos los días de mi vida.

Al Dr. Raúl Euan, por sus enseñanzas y correcciones, sin sus consejos no hubiese podido lograr este título. Gracias por haberme escogido como estudiante de este posgrado.

A la Dra. Iris, por inspirarme desde 3er. Semestre de pregrado y hacerme ver la prostodoncia como la maestría más hermosa, retadora y desafiante.

A nuestro padrino de generación, Dr. Gerardo Santos, por hacerme ver que puedo ser capaz de hacer cosas “out of the box” e inspirarme a hacer odontología innovadora y de calidad.

A la Dra. Miriam Gonzalez, por ser un ejemplo de excelencia como profesionista y persona, por su apoyo y enseñanzas dentro y fuera del posgrado.

A mis compañeros de generación, por haber compartido tantos momentos juntos que me ayudaron a crecer en todos los aspectos de mi vida, gracias porque cuando necesité de su apoyo nunca dudaron en estar para mí. Estoy muy feliz de conocerlos y poder llamarlos amigos

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	i
LISTA DE FIGURAS	ii
NOMENCLATURA	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. HIPÓTESIS	3
3. OBJETIVOS	4
4. ANTECEDENTES.....	5
4.1 Preparación de las carillas CAD/CAM	5
4.2 Esmalte y adhesión	6
4.2 Disilicato de litio	7
4.4 Cementos de resina.....	8
4.5 Fundamentos del color	10
4.6 Espectrofotómetro	11
4.7 Colorimetría vita 3D-Master	13
4.8 Archivos STL	14
4.9 Impresión 3D y resina calcinable 3D	15
5.MÉTODOS	16
5.1 Diseño del estudio	16
5.2 Unidades de estudio.....	16
5.3 Criterios de selección	17

5.4 Conformación de los grupos de estudio	17
5.5 Preparación y escaneo de las muestras	17
5.6 Impresión 3D	19
5.7 Cementación de las carillas	20
5.8 Medición inicial del color.....	21
5.9 Simulación del envejecimiento acelerado	22
6. RESULTADOS.....	24
7. DICUSION.....	41
8. CONCLUSIONES	44
9. PERSPECTIVAS Y PROPUESTAS	46
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
11. ANEXOS	56

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Evaluación inicial de las carillas de Disilicato de Litio cementadas con Variolink VS Choice 2	p.24
Tabla 2. Evaluación de las carillas de Disilicato de Litio cementadas con Variolink y Choice 2 según el tiempo de envejecimiento	p.26
Tabla 3. Evaluación a un año de envejecimiento de las carillas de Disilicato de Litio cementadas con Variolink VS Choice 2	p.27
Tabla 4. Evaluación a los 5 años de envejecimiento de las carillas de Disilicato de Litio cementadas con Variolink VS Choice 2	p.29
Tabla 5. Evaluación a los 8 años de envejecimiento de las carillas de Disilicato de Litio cementadas con Variolink VS Choice 2	p.31
Tabla 6. Evaluación a un año de las carillas de Disilicato de Litio cementadas con Variolink y Choice 2 comparación de acuerdo con la translucidez	p.33
Tabla 7. Evaluación a cinco años de las carillas de Disilicato de Litio cementadas con Variolink y Choice 2 comparación de acuerdo a la translucidez	p.35
Tabla 8. Evaluación a ocho años de las carillas de Disilicato de Litio cementadas con Variolink y Choice 2 comparación de acuerdo a la translucidez	p.37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Dientes escaneados en Omnicam	p.18
Figura 2. Diseño en Sistema ExoCad	p.19
Figura 3. Ejemplo de Impresión 3D	p.19
Figura 4. Restauración en disilicato de litio	p.20
Figura 5. Prensado de Restauraciones y cementación	p.21
Figura 6. Ejemplo de toma de color con el espectrofotómetro EasyShade	p.22
Figura 7. Resultado en la pantalla de EasyShade	p.22
Figura 8. INO-650 M incubadora Orbital Prendo	p.23
Figura No.9 Modificaciones finales en la intensidad cromática y en el valor identificadas posterior al envejecimiento acelerado. Diferencias entre cementos	p.38
Figura No.10 Modificaciones finales en la intensidad cromática y en el valor identificadas posterior al envejecimiento acelerado. Diferencias entre grado de translucidez	p.39

NOMENCLATURA

% – Porcentaje

°C – Grados Celsius

CAD/CAM – Computer-Aided Design / Computer-Aided Manufacturing (Diseño y Manufactura Asistidos por Computadora)

CIE – Commission Internationale de l'Éclairage (Comisión Internacional de Iluminación)

e.max CAD – Disilicato de litio prensado o mecanizado de la línea IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent®)

HT – Alta translucidez (High Translucency)

L* – Eje de luminosidad o valor del color en el sistema CIE Lab*

LC – Light-Curing (Fotopolimerizable)

M – Croma medio (designación del tono medio en guías VITA)

MT – Media translucidez (Medium Translucency)

N – Tamaño de muestra o número total de especímenes

nm – Nanómetro

p – Nivel de significancia estadística

R – Coeficiente de correlación

SD – Desviación estándar (Standard Deviation)

UV – Ultravioleta

VITA – Sistema estandarizado de referencia para selección de color dental (VITA Classical / VITA 3D-Master®)

VS – Versus (comparación entre grupos)

ΔE – Diferencia total de color en el espacio CIE Lab*

μm – Micrómetro

TESISTA: Leslie Paola Vidales Pérez

DIRECTOR DE TESIS: Dra. Paula Isabel Palomares Gorham

CODIRECTOR DE TESIS: Dra. Iris Nereida Vázquez Urbina

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

**EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE COLOR DE DOS CEMENTOS DE
RESINA EN CARILLAS DE DISILICATO DE LITIO**

RESUMEN

Introducción: La estabilidad cromática de las restauraciones cerámicas es esencial para su éxito estético a largo plazo. Sin embargo, existe escasa evidencia comparativa sobre el comportamiento del color en carillas de disilicato de litio según el tipo de cemento resinoso utilizado y su grado de translucidez. Esta brecha de conocimiento limita la selección clínica basada en evidencia. **Objetivo general:** Evaluar la estabilidad del color de dos cementos de resina fotopolimerizables (Variolink Esthetic LC y Choice 2) en carillas de disilicato de litio sometidas a envejecimiento acelerado. **Metodología:** Estudio experimental *in vitro* con 40 incisivos humanos restaurados con carillas de disilicato de litio e.max CAD, divididos según el tipo de cemento y grado de translucidez (alta y media). Las muestras se sometieron a termociclado equivalente a 1, 5 y 8 años de envejecimiento. El color se midió mediante espectrofotometría y se analizaron diferencias con la prueba Chi cuadrada ($p < 0.05$). **Resultados:** Variolink Esthetic LC mostró mayor estabilidad cromática, especialmente en carillas de alta translucidez. Aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas, la tendencia observada sugiere un efecto combinado del tipo de cemento y la translucidez en la estabilidad del color. **Conclusiones:** El tipo de cemento resinoso y la translucidez del disilicato de litio influyen en la estabilidad del color. No obstante, el reducido tamaño muestral y la naturaleza *in vitro* del estudio limitan la extrapolación de los resultados, recomendándose investigaciones longitudinales *in vivo*.

Palabras clave: Disilicato de litio, cemento resinoso, estabilidad del color.

TESISTA: Leslie Paola Vidales Pérez

DIRECTOR DE TESIS: Dra. Paula Isabel Palomares Gorham

CODIRECTOR DE TESIS: Dra. Iris Nereida Vázquez Urbina

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

**EVALUATION OF THE COLOR STABILITY OF TWO RESIN CEMENTS IN
LITHIUM DISILICATE VENEERS**

ABSTRACT

Introduction: Color stability is essential for the long-term aesthetic success of ceramic restorations. However, limited comparative evidence exists regarding the color behavior of lithium disilicate veneers based on the type of resin cement used and the degree of translucency. This knowledge gap restricts evidence-based clinical decision-making.

General Objective: To evaluate the color stability of two light-cured resin cements (Variolink Esthetic LC and Choice 2) in lithium disilicate veneers subjected to accelerated aging.

Methodology: An in vitro experimental study was conducted using 40 human incisors restored with e.max CAD lithium disilicate veneers, divided according to the type of cement and translucency level (high and medium). Samples underwent thermocycling equivalent to 1, 5, and 8 years of aging. Color measurements were obtained by spectrophotometry, and differences were analyzed using the Chi-square test ($p < 0.05$).

Results: Variolink Esthetic LC exhibited greater color stability, particularly in high-translucency veneers. Although differences were not statistically significant, the observed trend suggests a combined effect of cement type and translucency on color stability.

Conclusions: Both resin cement type and lithium disilicate translucency influence color stability. However, the small sample size and in vitro design limit extrapolation of the results, highlighting the need for longitudinal in vivo studies.

Keywords: Lithium disilicate, resin cement, color stability.

1. INTRODUCCIÓN

La demanda creciente de tratamientos odontológicos estéticos ha impulsado el desarrollo de materiales restauradores que, además de ofrecer resistencia y funcionalidad, conserven una apariencia natural y estable a lo largo del tiempo. En este contexto, las restauraciones cerámicas —particularmente las carillas de disilicato de litio— han adquirido gran relevancia clínica por su alta translucidez, su compatibilidad biológica y su capacidad para reproducir fielmente las características ópticas del esmalte dental. Su uso representa no solo un avance médico en términos de conservación de tejido dental y mejora estética, sino también un beneficio económico al prolongar la vida útil de las restauraciones y disminuir la necesidad de reemplazos prematuros.

El éxito de una restauración cerámica depende de múltiples factores, entre ellos la selección adecuada del tipo de cerámica, el espesor de la restauración, el color del sustrato dental y el tipo de cemento resinoso utilizado. Aunque los materiales modernos han mejorado considerablemente sus propiedades mecánicas y ópticas, la estabilidad del color continúa siendo uno de los principales retos clínicos, ya que cualquier alteración perceptible en el tono, valor o saturación puede comprometer el resultado estético y la satisfacción del paciente.

A pesar de los avances tecnológicos en materiales restauradores, persisten interrogantes sobre qué combinaciones de cerámica y cemento resinoso ofrecen la mejor estabilidad cromática a largo plazo. Se sabe que algunos cementos pueden presentar cambios de color con el tiempo debido a la degradación de sus componentes o a la interacción con la luz y el medio bucal. Sin embargo, aún no existe consenso sobre cuál de los cementos fotopolimerizables disponibles mantiene con mayor fidelidad el color original de las carillas cerámicas, especialmente cuando se utilizan diferentes grados de translucidez en el disilicato de litio.

Bajo este panorama, surge la pregunta de investigación central de este estudio: ¿Existe diferencia en la estabilidad del color entre las carillas de disilicato de litio

cementadas con Variolink Esthetic LC y aquellas cementadas con Choice 2, tras ser sometidas a un proceso de envejecimiento acelerado?

La justificación de esta investigación radica en la necesidad de aportar evidencia experimental que oriente al clínico en la selección del cemento resinoso más adecuado para optimizar la durabilidad estética de las restauraciones cerámicas. Evaluar el comportamiento cromático de ambos cementos permite no solo mejorar la calidad de los tratamientos odontológicos estéticos, sino también fortalecer la confianza del paciente en procedimientos que, aunque conservadores, demandan precisión técnica y profundo conocimiento de los materiales.

El objetivo principal fue evaluar la estabilidad del color de dos cementos de resina fotopolimerizables —Variolink Esthetic LC y Choice 2— en carillas de disilicato de litio. Para ello, se desarrolló un estudio experimental en 40 incisivos extraídos, restaurados con carillas de disilicato de litio e.max CAD y divididos en dos grupos según el tipo de cemento empleado. Las muestras fueron sometidas a un proceso de termociclado en incubadora orbital, simulando las variaciones térmicas y de humedad propias del entorno oral. El color se registró en diferentes etapas mediante espectrofotometría, lo que permitió cuantificar las variaciones en tono y valor a lo largo del tiempo.

Los resultados mostraron que el cemento Variolink Esthetic LC mantuvo una mayor estabilidad cromática, especialmente en las carillas de alta translucidez (HT), mientras que Choice 2 evidenció una tendencia al oscurecimiento progresivo, particularmente en cerámicas de translucidez media (MT). Estos hallazgos confirman que tanto la composición química del cemento como el grado de translucidez del disilicato de litio influyen directamente en la estabilidad del color de las restauraciones.

2. HIPÓTESIS

H1: Existe diferencia en la estabilidad del color entre las carillas de disilicato de litio cementadas con Variolink Esthetic LC y aquellas cementadas con Choice 2, tras ser sometidas a un proceso de envejecimiento acelerado.

H0: No existe diferencia en la estabilidad del color entre las carillas de disilicato de litio cementadas con Variolink Esthetic LC y aquellas cementadas con Choice 2, tras ser sometidas a un proceso de envejecimiento acelerado.

3. OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar la diferencia en la estabilidad del color entre las carillas de disilicato de litio cementadas con Variolink Esthetic LC y aquellas cementadas con Choice 2, tras ser sometidas a un proceso de envejecimiento acelerado.

Objetivos específicos

1. Describir las condiciones iniciales en carillas de disilicato de litio e.max de 0.5 mm cementadas con Variolink LC y Choice 2.
2. Evaluar el color en carillas de disilicato de litio e.max de 0.5 mm cementadas con Variolink LC, antes y después del proceso de envejecimiento acelerado.
3. Evaluar el color en carillas de disilicato de litio e.max de 0.5 mm cementadas con Choice 2, antes y después del proceso de envejecimiento acelerado.
4. Comparar la estabilidad del color en carillas de disilicato de litio e.max de 0.5 mm cementadas con Variolink LC y Choice 2 posterior al año, 5 y 8 años según el proceso de envejecimiento acelerado.
5. Identificar y compara la estabilidad del color en carillas de disilicato de litio e.max de 0.5 mm cementadas con Variolink LC y Choice 2 con diferente grado de translucidez (HT y MT), tras un proceso de simulación de envejecimiento acelerado.

4. ANTECEDENTES

4.1 Preparación de las carillas CAD/CAM

El tallado dental se define como el desgaste selectivo y controlado de la estructura dentaria mediante el uso de instrumental apropiado, con el propósito de crear el espacio necesario para la colocación de una restauración protésica (Freedman et al., 2012). A lo largo de los años se han descrito diversas técnicas de tallado, sin embargo, los principios fundamentales que las rigen permanecen constantes y comprenden:

1. La preservación máxima de las estructuras dentarias sanas.
2. El mantenimiento de las características de solidez y resistencia estructural de los materiales restauradores.
3. El cumplimiento de los principios de retención y estabilidad.

Algunos sistemas de diseño y manufactura asistidos por computadora (CAD/CAM) son particularmente sensibles a la precisión del tallado y a la limitada flexibilidad en la preparación dental por parte del técnico digital. En la mayoría de estos sistemas, se requiere que las líneas de terminación sean bien definidas, que las paredes axiales no presenten paralelismo excesivo, que los ángulos internos sean redondeados y que se eviten cortes abruptos, con el fin de garantizar restauraciones precisas y adaptadas al modelo digital (Terry et al., 2009).

Generalmente, los sistemas CAD/CAM y de fresado por copia recomiendan una reducción mínima de la pared axial de entre 1,0 y 1,5 mm para coronas anteriores, y de 1,0 a 2,0 mm para coronas posteriores. No obstante, los avances tecnológicos recientes han permitido el desarrollo de sistemas capaces de fresar restauraciones con grosores mínimos de hasta 0,3 mm, lo que amplía las posibilidades para procedimientos mínimamente invasivos (Lima et al., 2018).

4.2 Esmalte y adhesión

El esmalte es el tejido más duro del cuerpo humano y se compone aproximadamente de un 96 % de fosfato cálcico en forma de hidroxiapatita mineral, un 1 % de matriz orgánica y un 3 % de agua. Los cristales de hidroxiapatita se organizan de manera ordenada para formar complejos prismas de esmalte, los cuales se disponen casi de forma perpendicular desde la unión dentina-esmalte hasta la superficie externa. La presencia de una capa aprismática en la superficie del esmalte confiere una protección adicional frente a la disolución ácida en el entorno bucal (Bedran et al., 2017).

Los procedimientos de unión al esmalte desempeñan un papel fundamental en la odontología restauradora y preventiva. Durante décadas, el grabado del esmalte con ácido fosfórico ha sido el método de referencia, ya que este agente acondicionador incrementa el área superficial y la humectabilidad del esmalte, propiedades físicas esenciales para lograr una adhesión óptima tras la fotopolimerización de las resinas. De esta manera, el grabado ácido proporciona una mayor fuerza de unión a los adhesivos dentales, incluidos los sistemas de autograbado (Cardoso et al., 2011).

La adhesión al esmalte mediante resinas a base de metacrilato es altamente predecible y confiable en la mayoría de los procedimientos adhesivos. Debido a su composición, se ha observado que el disilicato de litio presenta un comportamiento más favorable sobre el esmalte que sobre la dentina, dado que la adhesión al sustrato de esmalte resulta más estable y predecible. Este material, en particular, demuestra una fuerte correlación entre la resistencia de unión y la carga aplicada hasta el punto de fractura (Sparrius et al., 1989; de Kok et al., 2020).

4.2 Disilicato de litio

Las cerámicas dentales a base de disilicato de litio ($2\text{SiO}_2 \cdot \text{Li}_2\text{O}$) se introdujeron por primera vez en 1988 como material de prensado en caliente, bajo la denominación comercial *IPS Empress 2* (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein). Se trata de una cerámica vítrea a base de sílice disponible en presentaciones prensadas y fresadas, con distintos grados de opacidad (alta y media) y translucidez (alta y baja), lo que permite su adaptación a múltiples necesidades clínicas (Willard et al., 2018).

Este tipo de cerámica vítrea está especialmente indicada para la confección de restauraciones monolíticas. Su composición le confiere una combinación óptima de resistencia mecánica y propiedades ópticas, alcanzando una fortaleza entre 2.5 y 3 veces superior a la de otras cerámicas de vidrio. Además, cuando se utiliza como recubrimiento sobre núcleos u óxidos de circonio, también puede emplearse en prótesis fijas múltiples en el sector posterior, proporcionando resultados estéticos predecibles y alta durabilidad (Rauch et al., 2017).

Con el desarrollo de la odontología digital y la incorporación de tecnologías de diseño y manufactura asistida por computadora (CAD/CAM), en 2006 se introdujo el *IPS e.max CAD*, una vitrocerámica de disilicato de litio diseñada específicamente para estos sistemas digitales. El material se suministra en un denominado “estado azul”, compuesto principalmente por meta-silicato de litio (Li_2SiO_3), lo que facilita su fresado y reduce el desgaste de las fresas. Posteriormente, el material se somete a un proceso térmico controlado y a un esmaltado en una sola etapa, lo que da origen a la restauración final de disilicato de litio (Zarone et al., 2016).

A pesar de sus ventajas estéticas, la elevada translucidez del disilicato de litio puede representar una limitación cuando se requiere enmascarar colores oscuros del sustrato dental. Esta característica puede comprometer el resultado final en casos donde se busca modificar de manera significativa el tono del diente subyacente (Dede, 2017).

4.4 Cementos de resina

En los últimos años, el número de cementos de resina compuesta ha aumentado considerablemente. Dentro de esta categoría de agentes de fijación a base de resina se incluyen tanto los cementos que requieren una aplicación de adhesivo separada como aquellos que son autoadhesivos (Ramos et al., 2019).

En la mayoría de los casos, las indicaciones clínicas para ambos tipos de cemento son similares; sin embargo, difieren en su facilidad de aplicación. Los cementos de resina adhesiva suelen emplear un sistema de grabado y enjuague con aplicación posterior de un adhesivo de unión, mientras que los cementos autoadhesivos eliminan la necesidad de grabar previamente con ácido fosfórico o aplicar un agente adhesivo independiente sobre la estructura dentaria antes de la cementación (Freedman et al., 2012).

Estos materiales presentan propiedades físicas superiores, entre las que destacan su alta resistencia a la compresión y a la flexión, buena tenacidad a la fractura, bajo coeficiente de expansión y contracción térmica, así como una rigidez notablemente elevada en comparación con otros cementos (Pires et al., 2017).

Además, los cementos de resina ofrecen una translucidez que se asemeja más a la del diente natural, lo que contribuye a lograr una integración estética armoniosa. Se encuentran disponibles en una amplia gama de tonos que permiten mejorar el metamerismo y la compatibilidad óptica con las estructuras dentales adyacentes (Marchionatti et al., 2017).

Diversos estudios han asociado la estabilidad del color de los cementos resinosos con la presencia del monómero dimetacrilato de uretano (UDMA), el cual muestra menor susceptibilidad al cambio cromático en comparación con otros monómeros debido a su baja tasa de absorción de agua. Asimismo, la reducción en la concentración del monómero TEGDMA, conocido por su alta absorción hídrica, favorece una mayor estabilidad de color a largo plazo (Marchionatti et al., 2018).

Por otro lado, la presencia del monómero Bis-GMA en la formulación de ciertos cementos puede explicar la tendencia amarillenta observada en algunos materiales de resina, dado que este componente tiene una propensión inherente a la decoloración cuando se expone a la luz ultravioleta y al calor.

Variolink Esthetic LC: Es un cemento de resina estética fotopolimerizable diseñado para la cementación permanente de restauraciones cerámicas. Se caracteriza por su alta estabilidad de color y excelente manipulación clínica.

Composición química aproximada:

- Trifluoruro de iterbio: 10–25 %
- Dimetacrilato de uretano: 3–10 %
- 1,10-decanodioldimetacrilato: 3–10 %

Choice 2 (Bisco): Es un sistema de cementación de resina fotopolimerizable desarrollado para facilitar la colocación de restauraciones cerámicas, especialmente de disilicato de litio (por ejemplo, IPS e.max®). Este cemento adhesivo presenta una alta resistencia a la compresión y una estabilidad cromática demostrada ($\Delta E < 1.2$), siendo especialmente indicado para la cementación de carillas de porcelana, disilicato de litio y restauraciones indirectas de resina compuesta.

Composición química aproximada:

Dimetacrilato de uretano: 5–10 %

Bis-GMA: 5–10 %

Metacrilato de tetrahidrofurfurilo: 1–5 %

4.5 Fundamentos del color

La determinación del color en restauraciones directas e indirectas ha representado históricamente un desafío para la odontología estética. Sproull (1973) señaló que la percepción y reproducción del color constituyen procesos complejos, influenciados tanto por factores ópticos como psicológicos. Décadas antes, Clark (1931, citado por O’Keefe, 1990) había descrito que “el color, como la forma, tiene tres dimensiones, pero no son de uso general”, aludiendo a la falta de formación sistemática en colorimetría dentro de la educación odontológica y a la necesidad de comprender sus fundamentos para aplicarlos correctamente en la práctica clínica.

A inicios del siglo XX, Albert H. Munsell propuso un modelo lógico para la clasificación del color, estableciendo un sistema ordenado que permitió identificarlo con precisión mediante tres dimensiones: tono (*hue*), valor (*value*) y croma (*chroma*) (Chu, 2007). Este modelo facilitó la comunicación y estandarización del color, sentando las bases de los sistemas cromáticos empleados actualmente en odontología restauradora.

Con el avance del conocimiento científico, la selección del color ha pasado de ser un proceso empírico a uno sistematizado, sustentado en investigación y educación formal. En la actualidad, el enfoque de la concordancia cromática se basa en el entendimiento del color como un fenómeno tridimensional, indispensable para lograr restauraciones armónicas y naturales (Chu et al., 2010).

Dimensiones del color:

- **Matiz:** es sinónimo del término *color* y se utiliza para describir los pigmentos predominantes en un diente o en una restauración dental (por ejemplo, rojo, azul o amarillo).
- **Valor:** se refiere a la claridad u oscuridad relativa del color. Cuanto mayor sea la cantidad de luz reflejada, mayor será el valor; su escala varía desde 0 para el negro puro hasta 10 para el blanco puro.

- **Croma:** expresa la intensidad o saturación del color. Cuantas más longitudes de onda de un color específico se reflejen, mayor será su croma, es decir, el color será más puro y profundo.
- **Translucidez:** indica el grado en que la luz se transmite, se absorbe o se refleja. Una alta translucidez corresponde a la transparencia (toda la luz se transmite), mientras que una baja translucidez equivale a la opacidad (la luz se refleja o se absorbe por completo).

El propósito de organizar los colores de acuerdo con sus atributos tridimensionales —*hue*, *value* y *chroma*— es crear un espacio cromático ideal que permita cuantificar y comparar las diferencias perceptibles entre ellos (Sproull, 1973).

En el ámbito dental, el valor constituye una de las características más determinantes del color, ya que representa su luminosidad o claridad. Este parámetro se mide a través de la coordenada L^* del sistema CIELAB, cuyo rango oscila entre 0 (negro) y 100 (blanco). Para su determinación se utilizan dispositivos como espectrofotómetros o colorímetros dentales, los cuales registran la cantidad de luz reflejada por la superficie del diente o de la restauración (Alnusayri et al., 2025).

4.6 Espectrofotómetro

Los espectrofotómetros son instrumentos utilizados en odontología para la medición objetiva del color. Su empleo incrementa la precisión de la determinación cromática en aproximadamente un 33 % en comparación con la observación visual, alcanzando hasta un 93,3 % de éxito en la selección del color dental.

El principio de funcionamiento del espectrofotómetro se basa en la emisión de un haz de luz sobre la superficie dental y en la medición de la cantidad y composición espectral de la luz reflejada o transmitida, lo que permite cuantificar el color con alta exactitud (Fazi et al., 2009). Entre los dispositivos disponibles, el *Vita Easyshade* ha demostrado un

desempeño superior tanto en condiciones *in vitro* como *in vivo*, siendo considerado uno de los más confiables y precisos para la determinación del color dental (Paul et al., 2004). Durante la toma de color, el espectrofotómetro analiza la luz reflejada en todas las longitudes de onda visibles y expresa los resultados en la escala CIE Lab*, que representa los tres parámetros fundamentales del color: luminosidad (L*), coordenada verde-rojo (a*) y coordenada azul-amarillo (b*) (Karaman et al., 2018; Soldo et al., 2020).

Las desviaciones cromáticas que reporta el espectrofotómetro permiten cuantificar las diferencias entre el color medido y un estándar de referencia —generalmente la guía *VITA Classical A1–D4*—, expresándose mediante las siguientes variables:

- **ΔE (Delta E):** representa la desviación cromática total del diente respecto al color estándar.
- **ΔL (Delta L):** indica la variación en la claridad; un valor positivo (+) señala que el diente es más claro y un valor negativo (–) que es más oscuro que el color de referencia.
- **ΔC (Delta C):** corresponde a la diferencia en la intensidad cromática; los valores positivos reflejan un color más saturado o intenso, mientras que los negativos representan un tono más pálido.
- **Δh (Delta h):** mide la desviación en la tonalidad cromática; los valores positivos indican un cambio hacia tonos más amarillentos y los negativos hacia tonos más rojizos.

Adicionalmente, el espectrofotómetro permite visualizar las coordenadas cromáticas en los espacios de color LCh y Lab, proporcionando una descripción numérica precisa de las diferencias perceptibles. Esta capacidad analítica convierte al espectrofotómetro en una herramienta indispensable para la estandarización del color en restauraciones estéticas y para la evaluación comparativa de materiales dentales.

4.7 Colorimetría vita 3D-Master

La guía VITA Toothguide 3D-Master constituye una herramienta ampliamente utilizada para la determinación sistemática y precisa del color dental natural. Este sistema permite una selección cromática reproducible basada en principios científicos y perceptuales del color, reduciendo la subjetividad asociada al método visual.

La guía está estructurada en cinco grupos de luminosidad, cada uno con un diente central (M2) rodeado de seis muestras dispuestas para evaluar las variaciones de intensidad y tonalidad cromática. Las muestras de color están distribuidas de manera uniforme en el espacio cromático, siguiendo los parámetros de los sistemas CIE $L^*a^*b^*$ y $L^*C^*h^*$. Esta disposición permite mantener distancias cromáticas constantes ($\Delta L = 4$) entre los distintos niveles de luminosidad, lo que mejora significativamente la precisión y confiabilidad del proceso de selección del color cuando se utiliza adecuadamente.

Cada grupo de luminosidad presenta valores equivalentes en el eje L^* (luminosidad), diferenciándose por su intensidad cromática (C) y su tonalidad (h). De esta manera, el procedimiento de determinación del color dental se deriva directamente de la organización tridimensional del espacio cromático.

a) Intensidad cromática: Corresponde al grado de pureza o saturación del color. Un color con alta intensidad es más vivo y contiene una mayor proporción de pigmento puro, mientras que un color con baja intensidad se percibe más pálido o grisáceo. Los colores dentales naturales presentan valores de croma que oscilan aproximadamente entre 2 y 10.

b) Tonalidad cromática: Representa la cualidad que diferencia un color de otro (por ejemplo, amarillento o rojizo). Existe una relación inversa entre el croma y el valor: cuando aumenta la saturación del color, disminuye su claridad, y viceversa. El sistema de Munsell ilustra este principio mediante discos radiales que muestran cómo los colores puros, ubicados en el borde, se vuelven progresivamente menos saturados conforme se aproximan al eje central.

c) Valor: Se refiere al grado de luminosidad o brillo del color dental. Mide cuán claro u oscuro es un tono en función de la cantidad de luz reflejada o transmitida por la superficie del diente. De acuerdo con el método de Munsell, el valor se representa en una escala de grises que va del blanco al negro. Los tonos con alto valor reflejan más luz y se perciben más brillantes, mientras que los tonos con bajo valor contienen mayor proporción de gris y se observan más oscuros.

Además del componente técnico, el color dental tiene una relevancia psicosocial considerable. La apariencia estética influye de manera directa en la percepción que las personas tienen de sí mismas y en su interacción social. Aspectos como el color, la forma, el tamaño y la posición de los dientes se relacionan estrechamente con la autopercepción de la imagen facial. Estudios basados en el cuestionario PIDAQ (*Psychosocial Impact of Dental Aesthetics Questionnaire*) han mostrado que la forma y la apariencia dental son factores de alta importancia para los pacientes, independientemente de su género o edad (Campos et al., 2020).

4.8 Archivos STL

En odontología digital, el uso de archivos STL (*Standard Tessellation Language*) resulta fundamental para la planificación, el diseño y la fabricación de restauraciones dentales mediante flujos de trabajo CAD/CAM. Estos archivos contienen información tridimensional detallada de las superficies escaneadas, representando los contornos y morfologías de las estructuras dentales a través de una malla compuesta por triángulos. Su alta precisión geométrica y amplia compatibilidad con diferentes programas de diseño y sistemas de fresado permiten generar modelos digitales, prótesis y guías quirúrgicas con un elevado grado de exactitud. La incorporación del formato STL ha favorecido la integración de las tecnologías digitales tanto en la práctica clínica como en los laboratorios dentales, incrementando la eficiencia operativa y mejorando la calidad y predictibilidad de los tratamientos (Revilla-León et al., 2017).

4.9 Impresión 3D y resina calcinable 3D

La impresión tridimensional ha transformado la odontología digital al posibilitar la fabricación precisa, personalizada y reproducible de modelos, restauraciones y dispositivos auxiliares mediante la deposición controlada de capas sucesivas de material. Esta tecnología ha permitido la creación de estructuras altamente detalladas con ajustes marginales más exactos que los obtenidos mediante métodos tradicionales, reduciendo significativamente los tiempos de producción y los costos operativos (Alharbi et al., 2016).

Entre las aplicaciones más destacadas se encuentra la utilización de resina calcinable 3D, un material especialmente formulado para quemarse por completo durante el proceso de colado, dejando un molde exacto para la fundición de metales o cerámicas. Gracias a esta propiedad, la resina calcinable se ha convertido en un componente esencial en la confección de prótesis fijas, prótesis removibles y estructuras implantoportadas, garantizando una alta precisión dimensional y una excelente adaptación clínica.

El proceso de impresión 3D en odontología inicia con la digitalización del área de interés mediante escáneres intraorales o de laboratorio. Posteriormente, se realiza la planificación y el diseño de la restauración utilizando software CAD, y se convierte el modelo resultante en un archivo STL o formato equivalente. Este archivo se emplea para la impresión del modelo en resina calcinable, que posteriormente se somete al proceso de colado para obtener la restauración final.

La incorporación de estas tecnologías ha incrementado de forma significativa la precisión, la eficiencia y la predictibilidad en la práctica odontológica, optimizando el flujo de trabajo tanto en el entorno clínico como en el laboratorio. En conjunto, la impresión 3D y el uso de resinas calcinables constituyen una de las innovaciones más relevantes en la evolución de la odontología restauradora moderna (Tahayeri et al., 2018).

5.MÉTODOS

5.1 Diseño del estudio

Se realizó un estudio experimental in vitro con el objetivo de evaluar la estabilidad del color de dos cementos de resina fotopolimerizables utilizados en la cementación de carillas de disilicato de litio con diferente grado de translucidez, posterior a un proceso de envejecimiento acelerado. El diseño permitió controlar las variables involucradas en el procedimiento de cementación y en la medición del color, garantizando la reproducibilidad de los resultados.

El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Odontología Digital y Biomateriales, bajo condiciones estandarizadas de temperatura, humedad e iluminación. Se utilizaron materiales y equipos certificados para fines de investigación, incluyendo un espectrofotómetro dental de alta precisión y un sistema de impresión 3D para la fabricación de las guías de posicionamiento de las carillas durante el proceso experimental.

5.2 Unidades de estudio

Las unidades de estudio estuvieron constituidas por dientes humanos extraídos, correspondientes a incisivos centrales superiores permanentes, recolectados bajo consentimiento informado del donante y conforme a los lineamientos éticos establecidos por la institución. Todos los especímenes fueron inspeccionados visualmente para garantizar su integridad anatómica, ausencia de restauraciones previas, caries, fisuras, manchas o defectos estructurales.

Cada diente fue limpiado mediante profilaxis mecánica con piedra pómez y agua, posteriormente almacenado en solución salina isotónica a temperatura ambiente hasta su utilización, con el fin de conservar sus propiedades físico-químicas y morfológicas.

5.3 Criterios de selección

Criterios de inclusión:

- Dientes humanos permanentes (incisivos centrales superiores).
- Especímenes con esmalte intacto y sin alteraciones estructurales visibles.
- Ausencia de restauraciones, caries o fracturas.
- Color inicial dentro del rango A1–A3 de la guía VITA Classical.

Criterios de exclusión:

- Dientes con alteraciones del esmalte (fluorosis, hipoplasia o tinciones extrínsecas severas).
- Presencia de restauraciones, grietas o desgaste excesivo.
- Dientes con exposición dentinaria o pérdida parcial de estructura coronaria.

5.4 Conformación de los grupos de estudio

Se incluyeron 40 especímenes. Se conformaron dos grupos principales por cemento (n=20 cada uno) y, dentro de cada grupo, dos subgrupos por translucidez (HT y MT), con n=10 por subgrupo. La asignación a HT/MT fue aleatoria, bloqueando por tono basal para equilibrar el color inicial.

Grupo principal (cemento)	Subgrupo	Translucidez	n
Variolink Esthetic LC	1A	HT	10
Variolink Esthetic LC	1B	MT	10
Choice 2 (Bisco)	2A	HT	10
Choice 2 (Bisco)	2B	MT	10

Nota operativa: todas las muestras siguieron el mismo protocolo de preparación, cementación y medición espectrofotométrica, y posteriormente se sometieron al mismo programa de termociclado en incubadora orbital.

5.5 Preparación y escaneo de las muestras

Los dientes seleccionados fueron preparados con una reducción uniforme de 0.5 mm en la superficie vestibular, utilizando un motor eléctrico W&H a 40,000 rpm, con fresas

troncocónicas de diamante de extremo redondeado (granulometría azul y roja), bajo irrigación constante.

Posteriormente, cada diente fue colocado en un tipodonto para mantener una referencia anatómica y evitar distorsiones durante el escaneo individual. El registro digital se realizó con un escáner intraoral Omnicam (Dentsply Sirona, Alemania), obteniendo archivos tridimensionales precisos de las preparaciones.

Una vez completados los escaneos, los archivos fueron exportados en formato STL y posteriormente importados al software de diseño ExoCad. En esta etapa se seleccionó una anatomía dental estándar para todas las muestras y se calibraron digitalmente las carillas a un espesor de 0.5 mm, con el fin de lograr la máxima estandarización morfológica entre las restauraciones.



Figura 1. Dientes escaneados en Omnicam

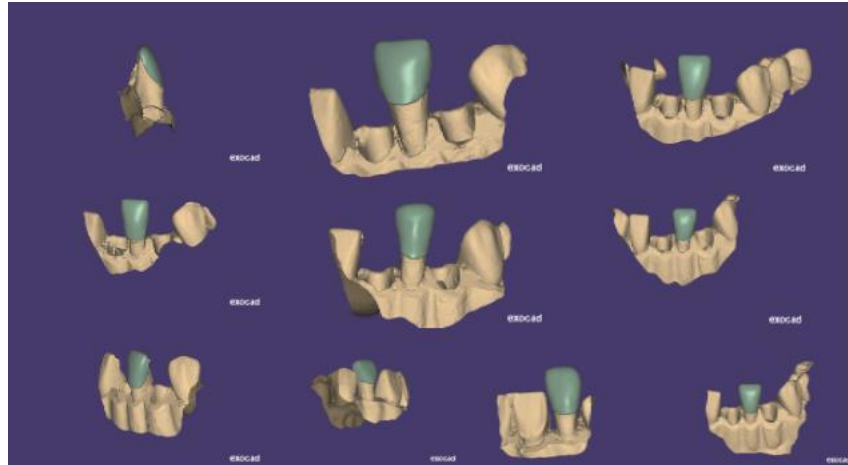


Figura 2. Diseño en Sistema ExoCad

5.6 Impresión 3D

Los diseños digitales fueron impresos en una impresora LCD Speed One (Harvest Dental, EE. UU.) utilizando resina calcinable Anycubic Cast. Una vez impresas, las estructuras se limpiaron, se eliminaron los soportes de impresión y se prepararon para el proceso de revestido con el material Premium Investment de Ivoclar Vivadent. Tras el tiempo de fraguado indicado por el fabricante, se procedió al prensado en horno de colado, utilizando pastillas de disilicato de litio IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent). Las pastillas fueron clasificadas de acuerdo con su translucidez (HT: High Translucency y MT: Medium Translucency) y tono A1, garantizando la uniformidad entre las restauraciones. Una vez prensadas, liberadas del revestimiento y pulidas, las carillas cerámicas quedaron listas para el proceso de cementación.



Figura 3. Ejemplo de Impresión 3D



Figura 4. Restauración en disilicato de litio

5.7 Cementación de las carillas

La cementación se realizó siguiendo estrictamente las recomendaciones de cada fabricante.

- Grupos 1A y 1B: carillas A1 e.max Press (HT y MT) cementadas con Variolink Esthetic LC (Ivoclar Vivadent).
- Grupos 2A y 2B: carillas A1 e.max Press (HT y MT) cementadas con Choice 2 (Bisco, EE. UU.).

Se aplicó un protocolo adhesivo de grabado total utilizando ácido grabador Ultra-Etch (Ultradent) y adhesivo universal All-Bond Universal (Bisco).

Protocolo de cementación

1. Preparación de la carilla:

- Limpieza interna con alcohol o ultrasonido.
- Grabado con ácido fluorhídrico al 5–10 % durante 20 s.
- Enjuague con agua y secado completo.
- Aplicación de silano por 60 s, sin enjuagar, secando únicamente con aire.

2. Preparación del diente:

- Limpieza de la superficie con piedra pómez y agua.
- Grabado del esmalte con ácido ortofosfórico al 35 % durante 30 s.
- Enjuague, secado y aplicación de adhesivo universal All-Bond Universal (Bisco).

3. Aplicación del cemento:

- Colocación del cemento (Choice 2 o Variolink Esthetic LC) en la superficie interna de la carilla.
- Asentamiento con presión ligera y retiro de excesos antes del fotocurado.
- Fotopolimerización de cada cara axial (vestibular, incisal y proximales) durante 30–40 s.

4. Acabado y pulido:

- Eliminación de excesos de cemento con bisturí o sonda periodontal.
- Pulido de márgenes con discos abrasivos, puntas de goma y cepillos de pulido.

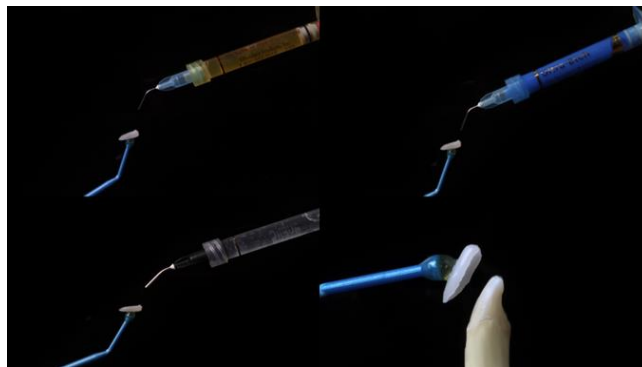


Figura 5. Prensado de Restauraciones y cementación

5.8 Medición inicial del color

Una vez completada la cementación, se realizó la primera medición espectrofotométrica utilizando un VITA Easyshade (VITA Zahnfabrik, Alemania). Se registraron los valores de valor (L^*) y croma (C^*) en el sistema CIE $L^*a^*b^*$, estableciendo la referencia basal del color antes del proceso de envejecimiento.



Figura 6. Ejemplo de toma de color con el espectrofotómetro EasyShade



Figura 7. Resultado en la pantalla de EasyShade

5.9 Simulación del envejecimiento acelerado

Cada muestra fue colocada individualmente en tubos de ensayo de laboratorio, junto con una cucharada de café instantáneo, simulando la exposición a un agente cromógeno habitual en la cavidad oral.

Los tubos se introdujeron en una incubadora orbital INO-650 M (Prendo), que permite reproducir condiciones de temperatura, humedad y movimiento similares a las del ambiente bucal.

Se realizaron tres mediciones adicionales del color con el espectrofotómetro:

- A las 24 h de permanencia en la incubadora.
- A los 6 días de exposición.
- A los 10 días, correspondiente al final del ciclo experimental.

Cada registro fue efectuado bajo las mismas condiciones de iluminación y calibración, utilizando la media de tres lecturas por muestra como valor final.

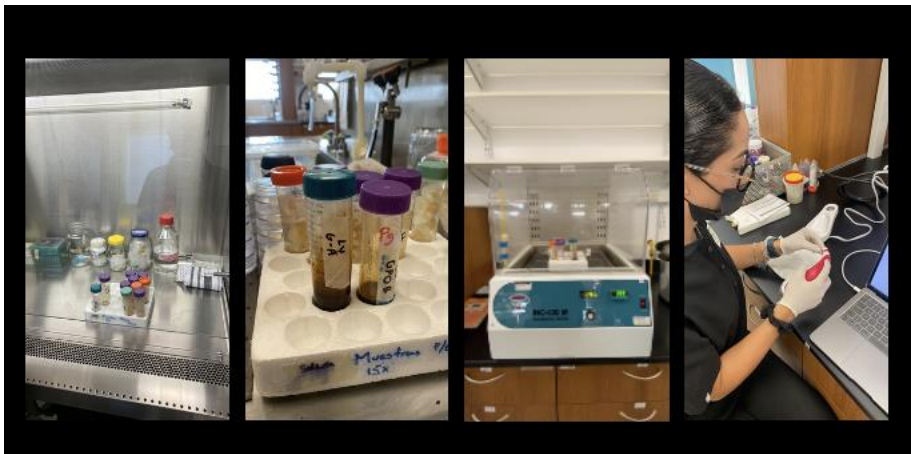


Figura 8. INO-650 M incubadora Orbital Prendo

6. RESULTADOS

En la evaluación inicial de las carillas de disilicato de litio cementadas con los dos tipos de cemento (Variolink y Choice 2), no se observaron diferencias estadísticamente significativas en la distribución de tonos iniciales ($p = 0.381$). En el grupo total ($N = 40$), el color 1M2 fue el más frecuente tanto para Variolink (85.0%) como para Choice 2 (65.0%). El tono 1M1 se presentó en 10.0% de las carillas cementadas con Variolink y en 15.0% de las cementadas con Choice 2. Los tonos 2L1.5 y 2M2 se identificaron en menor proporción, sin diferencias relevantes entre los grupos (Tabla 1).

Tabla 1. Evaluación inicial de las carillas de Disilicato de Litio cementadas con Variolink VS Choice 2			
N=40			
	Variolink n=20	Choice 2 n=20	<i>p</i>
1M1	10.0%	15.0%	0.381
1M2	85.0%	65.0%	
2L1.5	0.0%	10.0%	
2M2	5.0%	10.0%	
	Variolink (HT) n=10	Choice 2 (HT) n=10	<i>p</i>
1M1	20.0%	30.0%	0.476
1M2	80.0%	60.0%	
2L1.5	0.0%	10.0%	
	Variolink (MT) n=10	Choice 2 (MT) n=10	<i>p</i>
1M2	90.0%	70.0%	0.453
2L1.5	0.0%	10.0%	
2M2	10.0%	20.0%	
La diferencia entre porcentajes se analizó con la prueba Chi cuadrada			

Al analizar las muestras de acuerdo con el tipo de translucidez, tampoco se encontraron diferencias significativas entre los cementos. En las carillas de alta translucidez (HT), los tonos más frecuentes fueron 1M2 (80.0% Variolink, 60.0% Choice 2) y 1M1 (20.0% Variolink, 30.0% Choice 2), con $p = 0.476$. En las carillas de media translucidez (MT), el

tono predominante fue igualmente 1M2 (90.0% Variolink, 70.0% Choice 2), seguido de 2M2 (10.0% y 20.0%, respectivamente), sin diferencia significativa ($p = 0.453$). La diferencia entre proporciones se analizó mediante la prueba Chi cuadrada, confirmando la homogeneidad entre los grupos antes del proceso de envejecimiento (Tabla 1).

En la evaluación del cambio de tonalidad de las carillas de Disilicato de Litio cementadas con los sistemas Variolink y Choice 2, se observaron diferencias significativas a lo largo del tiempo de envejecimiento. En el grupo Variolink ($n=20$), el tono inicial predominante fue 1M2 (85%), seguido de 1M1 (10%) y 2M2 (5%). A partir del primer año se evidenció una redistribución en la frecuencia de tonalidades, con disminución del tono 1M2 (40%) y aparición de nuevas categorías como 2L1.5 (20%) y 2M2 (35%), diferencia que resultó estadísticamente significativa al comparar la medición inicial con la del primer año ($p < 0.001$). Posteriormente, las proporciones se mantuvieron relativamente estables a los cinco y ocho años ($p = 0.749$ y $p = 0.143$, respectivamente), sin variaciones adicionales relevantes en la distribución de tonos. El análisis global con la prueba de Friedman confirmó diferencias significativas entre los cuatro tiempos de evaluación ($p < 0.001$).

En el grupo Choice 2 ($n=20$), el tono inicial más frecuente fue 1M1 (40%), seguido de 2M2 (30%) y 2L1.5 (20%). Con el avance del envejecimiento se observó una diversificación progresiva de las tonalidades, destacando la presencia de 1M2 (35%) y 3L2.5 (40%) al primer año, así como el incremento de 2M3 (35%) a los cinco y ocho años. Aunque la prueba de Friedman mostró diferencias globales significativas a lo largo del tiempo ($p < 0.001$), las comparaciones entre mediciones específicas no revelaron diferencias estadísticamente significativas respecto al valor inicial ($p = 0.231$, $p = 0.117$ y $p = 0.268$ para 1, 5 y 8 años, respectivamente) (Tabla 2).

Tabla 2. Evaluación de las carillas de Disilicato de Litio cementadas con Variolink y Choice 2 según el tiempo de envejecimiento

N=40					
	Inicial	1 Año	5 Años	8 Años	<i>p</i>
Variolink n=20					
1M1	2 (10%)	-	-	-	< 0.001
1M2	17 (85%)	8 (40%)	8 (40%)	4 (20%)	
2L1.5	-	4 (20%)	1 (5%)	4 (20%)	
2M2	1 (5%)	7 (35%)	1 (5%)	5 (25%)	
2M3	-	-	3 (15%)	3 (15%)	
3L1.5	-	-	-	3 (15%)	
3M1	-	-	-	1 (5%)	
3L2.5	-	1 (5%)	7 (35%)	-	
4L1.5	-	-	-	-	
1L1.5	-	-	-	-	
<i>p value</i>		< 0.001	0.749	0.143	
Choice 2 n=20					
1M1	8 (40%)	-	-	-	< 0.001
1M2	-	7 (35%)	4 (20%)	4 (20%)	
2L1.5	4 (20%)	1 (5%)	-	-	
2M2	6 (30%)	1 (5%)	-	3 (15%)	
2M3	-	2 (10%)	7 (35%)	7 (35%)	
3L1.5	-	-	2 (10%)	2 (10%)	
3M1	-	1 (5%)	2 (10%)	2 (10%)	
3L2.5	2 (10%)	8 (40%)	-	-	
4L1.5	-	-	1 (5%)	1 (5%)	
1L1.5	-	-	1 (5%)	1 (5%)	
<i>p value</i>		0.231	0.117	0.268	

La comparación global entre porcentajes se realizó con la prueba de Friedman, la comparación puntual entre los valores iniciales y cada momento en la evolución se realizó con la prueba Chi cuadrada

Al evaluar las carillas de disilicato de litio al año de envejecimiento, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los cementos Variolink Esthetic LC y Choice 2 ($p = 0.938$). En ambos grupos, el tono 1M2 se mantuvo como el más frecuente (40.0% en cada cemento), seguido de 2M2 (35.0% en Variolink y 30.0% en Choice 2) y 2L1.5 (20.0% en ambos casos). El tono 3L2.5 se presentó con baja frecuencia (5.0% en

Variolink y 10.0% en Choice 2) (Tabla 3). En el análisis estratificado por translucidez, tampoco se identificaron diferencias significativas. En las carillas de alta translucidez (HT), el tono 1M2 se mantuvo predominante (50.0% para Variolink y 80.0% para Choice 2; $p = 0.235$), seguido por 2M2 (30.0% y 20.0%, respectivamente). En cambio, en las carillas de media translucidez (MT), el tono 2M2 fue el más frecuente tanto en Variolink como en Choice 2 (40.0% en ambos), seguido de 2L1.5 (20.0% y 40.0%, respectivamente) y 3L2.5 (10.0% y 20.0%). Estas diferencias tampoco alcanzaron significancia estadística ($p = 0.261$). La diferencia entre porcentajes se analizó mediante la prueba Chi cuadrada, confirmando que, tras un año de envejecimiento acelerado, la distribución de tonos permaneció homogénea entre los cementos y tipos de translucidez evaluados (Tabla 3).

Tabla 3. Evaluación a un año de envejecimiento de las carillas de Disilicato de Litio cementadas con Variolink VS Choice 2			
N=40			
	Variolink n=20	Choice 2 n=20	<i>p</i>
1M2	40.0%	40.0%	0.938
2L1.5	20.0%	20.0%	
2M2	35.0%	30.0%	
3L2.5	5.0%	10.0%	
	Variolink (HT) n=10	Choice 2 (HT) n=10	<i>p</i>
1M2	50.0%	80.0%	0.235
2L1.5	20.0%	-	
2M2	30.0%	20.0%	
	Variolink (MT) n=10	Choice 2 (MT) n=10	<i>p</i>
1M2	30.0%	-	0.261
2L1.5	20.0%	40.0%	
2M2	40.0%	40.0%	
3L2.5	10.0%	20.0%	
La diferencia entre porcentajes se analizó con la prueba Chi cuadrada			

A los cinco años de envejecimiento, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en la distribución de tonalidades entre las carillas de Disilicato de Litio cementadas con Variolink y Choice 2 ($p = 0.931$). En ambos grupos ($n=20$ por sistema), la tonalidad predominante fue 1M2 (40% en Variolink y 35% en Choice 2), seguida de 3L2.5 (35% y 40%, respectivamente). Las tonalidades intermedias 2L1.5, 2M2 y 2M3 se presentaron con frecuencias similares en ambos grupos, sin diferencias relevantes (Tabla 4).

Al analizar las subcategorías de translucidez, tampoco se identificaron diferencias significativas. En las carillas de tipo HT (High Translucency), la tonalidad predominante fue 1M2, observada en el 80% de las restauraciones cementadas con Variolink y en el 70% de las cementadas con Choice 2 ($p = 0.785$). Las tonalidades 2L1.5 y 2M2 se mantuvieron con frecuencias del 10% en ambos sistemas, mientras que el tono 3M1 apareció exclusivamente en Choice 2 (10%). En el subgrupo de carillas MT (Medium Translucency), los tonos 3L2.5 y 2M3 fueron los más frecuentes, con proporciones de 70% y 30% en Variolink, y de 80% y 20% en Choice 2, respectivamente, sin diferencias significativas entre ambos ($p = 0.606$) (Tabla 4).

Tabla 4. Evaluación a los 5 años de envejecimiento de las carillas de Disilicato de Litio cementadas con Variolink VS Choice 2

N=40			
	Variolink n=20	Choice 2 n=20	<i>p</i>
1M2	40%	35%	0.931
2L1.5	5%	5%	
2M2	5%	5%	
2M3	15.0%	10.0%	
3M1	-	5.0%	
3L2.5	35.0%	40.0%	
	Variolink (HT) n=10	Choice 2 (HT) n=10	<i>p</i>
1M2	80.0%	70.0%	0.785
2L1.5	10.0%	10.0%	
2M2	10.0%	10.0%	
3M1	-	10.0%	
	Variolink (MT) n=10	Choice 2 (MT) n=10	<i>p</i>
2M3	30.0%	20.0%	0.606
3L2.5	70.0%	80.0%	

La diferencia entre porcentajes se analizó con la prueba Chi cuadrada

A los ocho años de envejecimiento, la distribución de tonalidades observadas en las carillas de Disilicato de Litio cementadas con Variolink y Choice 2 mostró diferencias numéricas, aunque sin alcanzar significancia estadística ($p = 0.280$). En ambos grupos ($n=20$), el tono 1M2 permaneció como el más frecuente (20% en cada uno), seguido de 2M2 (25% en Variolink y 15% en Choice 2). Se registraron además tonalidades 2L1.5 (20% en Variolink), 2M3 (15% y 35%, respectivamente), y menores proporciones de tonos 3L1.5, 3M1, 4L1.5 y 1L1.5, sin diferencias significativas entre ambos sistemas (Tabla 5).

En las restauraciones de tipo HT (High Translucency), se mantuvo una distribución similar entre cementos, predominando nuevamente el tono 1M2 (40% en ambos grupos), con presencia secundaria de 2L1.5 (30% en Variolink) y 2M2 (20% en ambos). En Choice 2 se observó la aparición del tono 2M3 (20%) y 3M1 (20%), mientras que en Variolink estas tonalidades no se presentaron. La comparación estadística no mostró diferencias significativas ($p = 0.156$). En las carillas de tipo MT (Medium Translucency), los tonos predominantes fueron 2M3 y 3L1.5, con frecuencias de 30% y 20% en Variolink, y 50% y 20% en Choice 2, respectivamente. Se observaron además tonos aislados (2M2, 2L1.5, 3M1, 4L1.5 y 1L1.5), sin diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ($p = 0.481$) (Tabla 5).

Tabla 5. Evaluación a los 8 años de envejecimiento de las carillas de Disilicato de Litio cementadas con Variolink VS Choice 2

N=40

	Variolink n=20	Choice 2 n=20	<i>p</i>
1M2	20%	20%	<i>0.280</i>
2L1.5	20%	-	
2M2	25%	15%	
2M3	15.0%	35.0%	
3L1.5	15.0%	10.0%	
3M1	5.0%	10.0%	
4L1.5	-	5.0%	
1L1.5	-	5.0%	

	Variolink (HT) n=10	Choice 2 (HT) n=10	<i>p</i>
1M2	40.0%	40.0%	<i>0.156</i>
2L1.5	30.0%	-	
2M2	20.0%	20.0%	
2M3	-	20.0%	
2L1.5	10.0%	-	
3M1	-	20.0%	

	Variolink (MT) n=10	Choice 2 (MT) n=10	<i>p</i>
2L1.5	10%	-	<i>0.481</i>
2M2	30%	10%	
2M3	30%	50%	
3L1.5	20%	20%	
3M1	10%	-	
4L1.5	-	10%	
1L1.5	-	10%	

La diferencia entre porcentajes se analizó con la prueba Chi cuadrada

En la comparación al año de envejecimiento entre las carillas de disilicato de litio cementadas con Variolink Esthetic LC y Choice 2, considerando la translucidez del material (alta y media), se observó que las diferencias fueron significativas únicamente en el grupo cementado con Choice 2 ($p = 0.002$).

En el grupo Variolink, las carillas de alta translucidez (HT) presentaron una distribución homogénea de tonos, predominando el color 1M2 (50.0%), seguido por 2M2 (30.0%) y 2L1.5 (20.0%), sin presencia de tonos más saturados. En las carillas de media translucidez (MT), se observó una proporción similar de 1M2 (30.0%), 2L1.5 (20.0%) y 2M2 (40.0%), con un caso aislado de 3L2.5 (10.0%). Estas variaciones no mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.650$) (Tabla 6).

Por el contrario, en el grupo Choice 2, se evidenció una diferencia significativa entre los tipos de translucidez ($p = 0.002$). Las carillas de alta translucidez (HT) mostraron una mayor homogeneidad cromática, con predominio del tono 1M2 (80.0%), seguido de 2M2 (20.0%). En las carillas de media translucidez (MT), los tonos más frecuentes fueron 2L1.5 (40.0%) y 2M2 (40.0%), seguidos por 3L2.5 (20.0%), indicando una tendencia hacia tonalidades de mayor croma y menor valor.

La diferencia entre porcentajes se analizó mediante la prueba Chi cuadrada, observándose una estabilidad cromática en el grupo Variolink y una variación significativa en el grupo Choice 2 al comparar los niveles de translucidez después de un año de envejecimiento (Tabla 6).

Tabla 6. Evaluación a un año de las carillas de Disilicato de Litio cementadas con Variolink y Choice 2 comparación de acuerdo con la translucidez

N=40

	Variolink		<i>p</i>
	Alta translucidez n=10	Media translucidez n=10	
1M2	50.0%	30.0%	<i>0.650</i>
2L1.5	20.0%	20.0%	
2M2	30.0%	40.0%	
3L2.5	-	10.0%	
	Choice 2		<i>p</i>
	Alta translucidez n=10	Media translucidez n=10	
1M2	80.0%	-	<i>0.002</i>
2L1.5	-	40.0%	
2M2	20.0%	40.0%	
3L2.5	-	20.0%	

La diferencia entre porcentajes se analizó con la prueba Chi cuadrada

A los cinco años de envejecimiento acelerado, las carillas de disilicato de litio cementadas con Variolink Esthetic LC y Choice 2 mostraron diferencias estadísticamente significativas en la distribución de tonos al comparar los niveles de translucidez ($p < 0.001$ para ambos cementos).

En el grupo Variolink, las carillas de alta translucidez (HT) presentaron una mayor homogeneidad cromática, con predominio del tono 1M2 (80.0%), seguido de 2L1.5 (10.0%) y 2M2 (10.0%). En contraste, las carillas de media translucidez (MT) mostraron una mayor dispersión de tonos, destacando la presencia de 2M3 (30.0%) y 3L2.5 (70.0%), evidenciando una tendencia hacia tonalidades más saturadas y oscuras (Tabla 7).

De manera similar, en el grupo Choice 2, las diferencias entre ambos niveles de translucidez también fueron significativas ($p = 0.001$). Las carillas de alta translucidez (HT) mostraron una mayor estabilidad cromática con predominio de 1M2 (70.0%), seguido de 2L1.5 (10.0%), 2M2 (10.0%) y un caso aislado de 3M1 (10.0%). En cambio, las carillas de media translucidez (MT) presentaron una mayor variabilidad con tonos más intensos, principalmente 3L2.5 (80.0%) y 2M3 (20.0%), sin registros de tonos claros en este subgrupo.

La diferencia entre porcentajes se analizó mediante la prueba Chi cuadrada, confirmando una mayor estabilidad de color en las restauraciones de alta translucidez en comparación con las de media translucidez, independientemente del cemento empleado (Tabla 7).

Tabla 7. Evaluación a cinco años de las carillas de Disilicato de Litio cementadas con Variolink y Choice 2 comparación de acuerdo a la translucidez

N=40

		Variolink	
	Alta translucidez n=10	Media translucidez n=10	<i>p</i>
1M2	80.0%	-	< 0.001
2L1.5	10.0%	-	
2M2	10.0%	-	
2M3	-	30.0%	
3L2.5	-	70.0%	
Choice 2			
	Alta translucidez n=10	Media translucidez n=10	<i>p</i>
1M2	70%	-	0.001
2L1.5	10%	-	
2M2	10.0%	-	
2M3	-	20.0%	
3M1	10.0%	-	
3L2.5	-	80.0%	

La diferencia entre porcentajes se analizó con la prueba Chi cuadrada

A los ocho años de envejecimiento acelerado, las carillas de disilicato de litio cementadas con Variolink Esthetic LC y Choice 2 mostraron una tendencia a la variación cromática asociada al nivel de translucidez, sin alcanzar significación estadística en ninguno de los casos ($p = 0.090$ y $p = 0.071$, respectivamente).

En el grupo Variolink, las carillas de alta translucidez (HT) mantuvieron una mayor uniformidad de tonos, predominando 1M2 (40.0%), seguido de 2L1.5 (30.0%) y 2M2 (20.0%), mientras que los tonos 3L1.5 (10.0%) y más saturados estuvieron ausentes. En contraste, las carillas de media translucidez (MT) presentaron una distribución más dispersa de colores, con presencia de 2M2 (30.0%), 2M3 (30.0%), 3L1.5 (20.0%) y 3M1 (10.0%), lo que sugiere un desplazamiento hacia tonalidades más oscuras y de mayor croma (Tabla 8).

De manera similar, en el grupo Choice 2, no se encontraron diferencias significativas entre los grados de translucidez ($p = 0.071$). Las carillas de alta translucidez (HT) presentaron predominio de los tonos 1M2 (40%), 2M2 (20%) y 2M3 (20%), junto con algunos casos de 3M1 (20%). En las carillas de media translucidez (MT), se observó un aumento de los tonos más saturados, con predominio de 2M3 (50.0%) y 3L1.5 (20.0%), además de apariciones aisladas de tonos más oscuros como 4L1.5 (10.0%) y 1L1.5 (10.0%).

La diferencia entre porcentajes se analizó mediante la prueba Chi cuadrada, confirmando una tendencia al oscurecimiento progresivo y al incremento del croma con el paso del tiempo, aunque sin alcanzar valores estadísticamente significativos entre el grado de translucidez (Tabla 8).

Tabla 8. Evaluación a ocho años de las carillas de Disilicato de Litio cementadas con Variolink y Choice 2 comparación de acuerdo a la translucidez

N=40

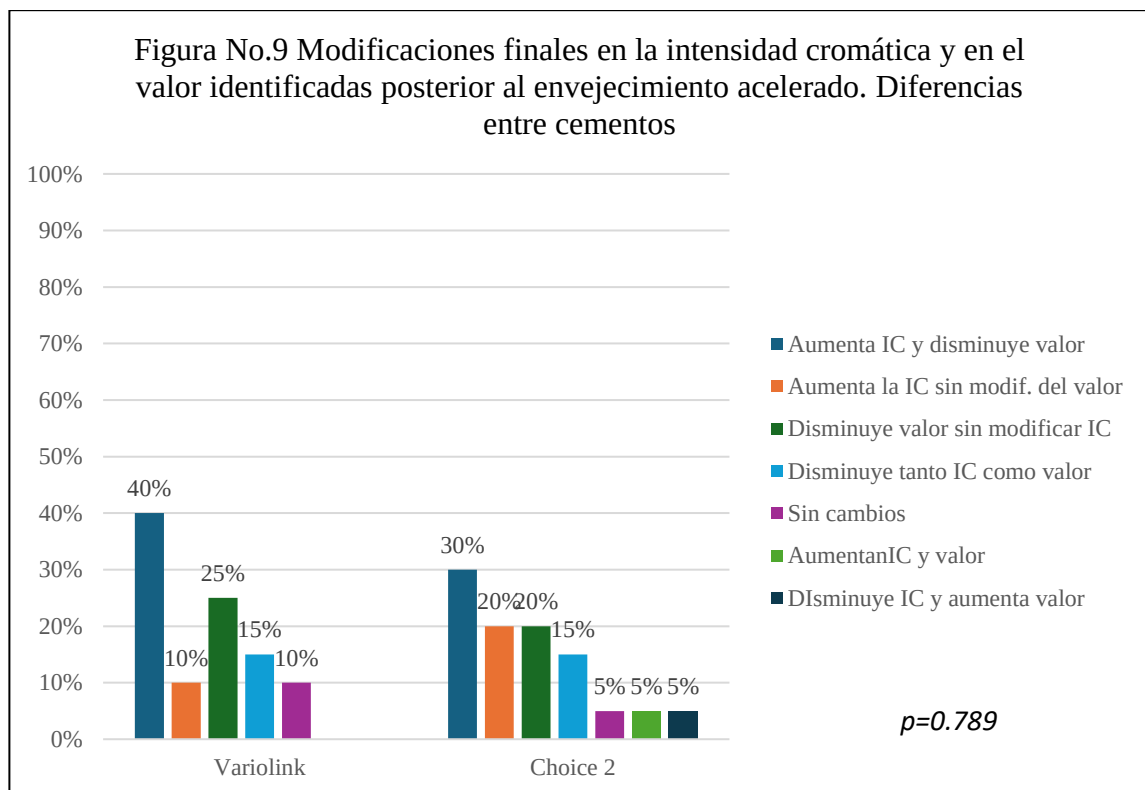
	Variolink		<i>p</i>
	Alta translucidez n=10	Media translucidez n=10	
1M2	40.0%	-	0.090
2L1.5	30.0%	10.0%	
2M2	20.0%	30.0%	
2M3	-	30.0%	
3L1.5	10.0%	20.0%	
3M1	-	10.0%	

	Choice 2		<i>p</i>
	Alta translucidez n=10	Media translucidez n=10	
1M2	40%	-	0.071
2M2	20%	0.1	
2M3	20.0%	50.0%	
3L1.5	-	20.0%	
3M1	20.0%	-	
4L1.5	-	10.0%	
1L1.5	-	10.0%	

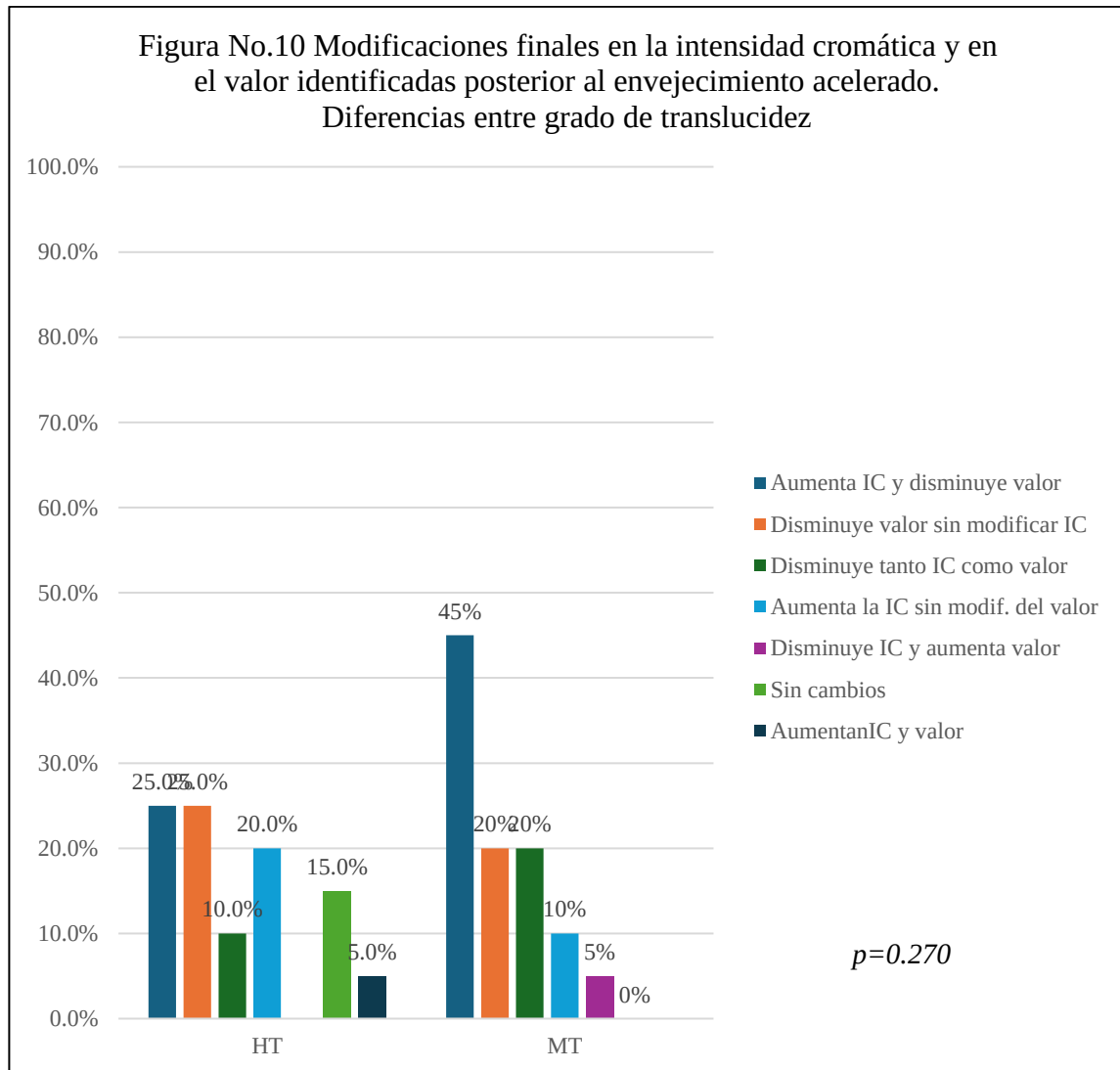
La diferencia entre porcentajes se analizó con la prueba Chi cuadrada

En cuanto a las las modificaciones finales en la intensidad cromática (IC) y en el valor de las carillas de disilicato de litio cementadas con Variolink Esthetic LC y Choice 2 tras el proceso de envejecimiento acelerado, en el grupo Variolink, el cambio más frecuente fue el aumento de la intensidad cromática con disminución del valor (40%), seguido por una disminución del valor sin modificar la IC (25%) y una disminución simultánea de ambos parámetros (15%). En menor proporción se observaron casos donde aumentó la IC sin modificación del valor (10%) y muestras sin cambios perceptibles (10%).

En el grupo Choice 2, se evidenció una distribución más equilibrada entre los diferentes patrones de cambio. El aumento de la IC con disminución del valor fue también el más prevalente (30%), seguido por el aumento de la IC sin modificación del valor (20%) y la disminución del valor sin cambios en la IC (20%). Cambios simultáneos en ambos parámetros se identificaron en un 15% de las muestras. Los casos sin modificaciones cromáticas, con aumento de ambos parámetros o con disminución de la IC y aumento del valor fueron menos frecuentes (5% cada uno) (Figura No.9).



La Figura 10 muestra las modificaciones finales en la intensidad cromática (IC) y el valor de las carillas de disilicato de litio, diferenciadas según el grado de translucidez después del envejecimiento acelerado.



En las carillas de alta translucidez (HT), los cambios más frecuentes fueron el aumento de la IC con disminución del valor (25%) y la disminución del valor sin modificar la IC (25%). En menor proporción se observaron casos de aumento de la IC sin modificación del valor (20%), disminución simultánea de IC y valor (10%) y sin cambios perceptibles (15%). Cambios opuestos, como la disminución de la IC con aumento del valor, fueron poco comunes (5%).

En contraste, las carillas de media translucidez (MT) mostraron una mayor tendencia al aumento de la IC con disminución del valor (45%), seguido por la disminución del valor sin modificación de la IC (20%) y la disminución simultánea de ambos parámetros (20%). Cambios menores incluyeron el aumento de la IC sin modificar el valor (10%) y un pequeño porcentaje de casos sin alteraciones visibles (5%). No se registraron incrementos simultáneos de IC y valor en este grupo.

En conjunto, los resultados evidencian que las restauraciones de media translucidez presentaron una mayor susceptibilidad al oscurecimiento y al aumento del croma, mientras que las de alta translucidez mostraron una distribución más equilibrada de los patrones de cambio, conservando en mayor medida la estabilidad del valor y la intensidad cromática (Figura 10).

7. DICUSION

El presente estudio evaluó la estabilidad cromática y de valor en carillas de disilicato de litio cementadas con dos sistemas de resina (Variolink Esthetic LC y Choice 2) sometidas a un proceso de envejecimiento acelerado, considerando además el grado de translucidez del material cerámico. Los resultados evidenciaron que, aunque ambos sistemas mantuvieron un comportamiento óptico aceptable, se presentó una tendencia general al aumento del croma y disminución del valor conforme avanzó el tiempo de envejecimiento.

Estos hallazgos concuerdan con lo descrito por Paolone et al. (2022), quienes atribuyen las alteraciones cromáticas en restauraciones estéticas tanto a procesos intrínsecos (como la oxidación de monómeros residuales, la fotodegradación de la matriz resinosa y la variación del índice de refracción) como a factores extrínsecos relacionados con la absorción de pigmentos. En concordancia, las modificaciones observadas en este estudio reflejan la interacción entre el cemento, la cerámica y el medio húmedo, lo que con el tiempo ocasiona un oscurecimiento progresivo y aumento del croma del conjunto restaurador.

El análisis comparativo mostró que Variolink Esthetic LC presentó una ligera mayor estabilidad cromática que Choice 2, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Sin embargo, los patrones de cambio difirieron: Variolink mostró un incremento más notable del croma con pérdida del valor, mientras que Choice 2 presentó una dispersión tonal mayor, especialmente en las carillas de media translucidez. Este comportamiento puede explicarse por la composición química de los cementos, en particular por la proporción de monómeros como Bis-GMA, UDMA y TEGDMA, cuyas propiedades de absorción de agua y susceptibilidad a la fotodegradación condicionan la estabilidad cromática a largo plazo (Hoorizad et al., 2021).

En cuanto al grado de translucidez, las carillas de alta translucidez (HT) mostraron una estabilidad cromática superior a las de media translucidez (MT), manteniendo predominantemente el tono 1M2 incluso tras ocho años de envejecimiento simulado. Las carillas MT, en cambio, tendieron a desplazarse hacia tonos más saturados como 2M3 o

3L2.5. Este comportamiento es consistente con lo reportado por Blatz et al. (2018), quienes destacaron que el grado de translucidez modula la transmisión y dispersión de la luz, reduciendo la influencia óptica del cemento subyacente cuando la cerámica es más densa. Además, Blatz y colaboradores señalaron que la correcta adhesión y sellado del complejo cerámica-cemento es fundamental para la longevidad óptica y estructural de las restauraciones, pues minimiza la microfiltración, la absorción de agua y los cambios de refracción en la interfase adhesiva.

Asimismo, las modificaciones conjuntas en la intensidad cromática (IC) y el valor, descritas en las Figuras 9 y 10, mostraron una tendencia global al oscurecimiento y aumento del croma, más pronunciada en las restauraciones cementadas con Variolink y en las de media translucidez. Este patrón coincide con los resultados de Hoorizad et al. (2021), quienes observaron cambios perceptibles de color ($\Delta E > 3.3$) en cementos resinosos sometidos a envejecimiento térmico, especialmente cuando se interponen discos cerámicos delgados, lo que amplifica el efecto óptico del cemento.

El contexto digital de la investigación (que incluyó el uso de escaneo CAD/CAM, diseño en ExoCAD, impresión 3D en resina calcinable e inyección de disilicato de litio) permitió estandarizar las dimensiones de las restauraciones y controlar variables como espesor y morfología. Este flujo digital, descrito por Revilla-León et al. (2017) y complementado por Alharbi et al. (2016) y Tahayeri et al. (2018), contribuye a la reproducibilidad de los resultados ópticos y a la reducción de variabilidad técnica en la fabricación de restauraciones indirectas.

Desde una perspectiva clínica, los resultados de este estudio reafirman la necesidad de considerar tanto el tipo de cemento como la translucidez del disilicato al seleccionar materiales para restauraciones estéticas. Si bien ambos sistemas demostraron una estabilidad cromática aceptable, la combinación de cerámicas de alta translucidez con cementos fotopolimerizables estables parece ofrecer mayor predictibilidad a largo plazo. Esto coincide con la conclusión de Blatz et al. (2018), quienes señalan que la selección

del cemento debe ser estratégica, no solo por la adhesión sino por su impacto en el comportamiento óptico de la restauración durante el tiempo clínico de servicio.

Por último, debe considerarse que este trabajo se desarrolló bajo condiciones de laboratorio, mediante un modelo de envejecimiento acelerado que, si bien permite controlar variables ambientales, no reproduce de forma exacta las condiciones clínicas. Factores como la exposición a pigmentos alimentarios, fluctuaciones de temperatura, variaciones de pH y abrasión mecánica podrían modificar los resultados. Además, el reducido tamaño de muestra representa una limitación importante, ya que probablemente impidió demostrar algunas diferencias que podrían ser estadísticamente significativas con un número mayor de observaciones. Asimismo, la posible heterogeneidad en las condiciones iniciales de las muestras, derivada de variaciones mínimas en la preparación, el espesor o las características ópticas de los dientes, constituye otro factor que debe tenerse en cuenta al interpretar los resultados. Se recomienda realizar estudios *in vivo* y longitudinales que evalúen la estabilidad cromática en condiciones reales y a largo plazo, integrando tanto las propiedades ópticas como las mecánicas del conjunto cerámica-cemento.

8. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio permiten aceptar parcialmente la hipótesis planteada, al observarse una tendencia hacia una mejor estabilidad cromática en las carillas cementadas con Variolink Esthetic LC y en aquellas elaboradas con disilicato de litio de alta translucidez. Sin embargo, las diferencias entre los tipos de cemento no alcanzaron significancia estadística, por lo que los hallazgos deben interpretarse como una tendencia y no como una relación causal demostrada.

Las carillas de alta translucidez mantuvieron con mayor frecuencia el tono inicial 1M2 a lo largo del envejecimiento acelerado, mientras que las de media translucidez presentaron un mayor desplazamiento hacia tonos más saturados y oscuros. Este comportamiento sugiere que la translucidez del material influye en la estabilidad óptica del sistema restaurador, actuando como un modulador que reduce la influencia del color del cemento subyacente.

El envejecimiento acelerado produjo modificaciones perceptibles en el color de las restauraciones en todos los grupos, caracterizadas principalmente por un aumento del croma y una disminución del valor, sin comprometer de forma crítica la apariencia estética general. Estos cambios reflejan el efecto del tiempo, la humedad y los procesos de degradación propios de los materiales cerámicos y resinosos.

El protocolo adhesivo utilizado, que incluyó grabado ácido, silanización y aplicación de adhesivo universal, permitió mantener una interfase estable entre el cemento y la cerámica, contribuyendo a la conservación de la estabilidad óptica observada en las muestras.

El flujo de trabajo digital implementado, mediante el escaneo intraoral, el diseño CAD/CAM, la impresión 3D con resina calcinable y el prensado de disilicato de litio, proporcionó una alta estandarización y precisión dimensional, garantizando la

reproducibilidad de los procedimientos experimentales y la comparabilidad entre los grupos.

Desde el punto de vista clínico, la combinación de carillas de disilicato de litio de alta translucidez cementadas con Variolink Esthetic LC mostró la tendencia más favorable hacia la estabilidad cromática a largo plazo, aunque se requieren estudios adicionales para confirmar su superioridad frente a otros sistemas de cementación.

Se recomienda realizar investigaciones *in vivo* y estudios longitudinales que incluyan condiciones reales de la cavidad oral, como la exposición a pigmentos alimentarios, variaciones térmicas, humedad y fuerzas oclusales, a fin de validar los resultados obtenidos y fortalecer la evidencia sobre la estabilidad cromática en restauraciones cerámicas adhesivas.

9. PERSPECTIVAS Y PROPUESTAS

Los hallazgos de este estudio ofrecen una base sólida para continuar explorando la interacción óptica entre las cerámicas de disilicato de litio y los diferentes sistemas de cementación. Una de las principales perspectivas radica en ampliar el tamaño muestral y reproducir el experimento en condiciones clínicas reales, a fin de confirmar la tendencia observada hacia una mayor estabilidad cromática en las restauraciones cementadas con Variolink Esthetic LC y aquellas elaboradas con disilicato de litio de alta translucidez.

Asimismo, se propone el desarrollo de estudios in vivo con seguimiento longitudinal, que incluyan variables clínicas como la exposición a pigmentos alimentarios, cambios de temperatura, fuerzas oclusales, variaciones de pH y hábitos de higiene, para obtener una evaluación integral del comportamiento estético a largo plazo de las restauraciones cerámicas adhesivas.

Otra línea de investigación relevante consiste en analizar el papel de nuevas formulaciones de cementos resinosos, incluyendo aquellos con fotoiniciadores alternativos y monómeros de baja absorción hídrica, que podrían optimizar la estabilidad cromática y la durabilidad del conjunto cerámica-cemento. Del mismo modo, la incorporación de técnicas de espectrofotometría avanzada y análisis digital del color permitirá cuantificar con mayor precisión las variaciones cromáticas y mejorar los criterios de selección clínica del cemento y del tipo de cerámica según las necesidades estéticas del paciente.

Desde el punto de vista clínico, se sugiere promover protocolos estandarizados de cementación adhesiva y establecer guías prácticas para la selección del grado de translucidez del disilicato de litio de acuerdo con el sustrato dental, el color residual y la expectativa estética final. La implementación de flujos digitales integrales en la planificación, diseño y fabricación de carillas podría mejorar la reproducibilidad de los resultados y reducir la variabilidad interoperatoria.

Finalmente, el avance de la odontología digital y de los materiales cerámicos abre nuevas posibilidades para el desarrollo de modelos predictivos que integren inteligencia artificial en la selección del color, simulación del envejecimiento óptico y predicción de resultados estéticos a largo plazo. La combinación de evidencia experimental, validación clínica y herramientas digitales constituirá un paso decisivo hacia restauraciones más duraderas, predecibles y personalizadas.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alenezi, A., Alswed, M., Alsidrani, S., & Chrcanovic, B. R. (2021). *Long-term survival and complication rates of porcelain laminate veneers in clinical studies: A systematic review. European Journal of Dentistry*, 15(4), 1074–1087. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1732330>
- Alharbi, N., Wismeijer, D., & Osman, R. B. (2016). *Additive manufacturing techniques in prosthodontics: Where do we currently stand? A critical review. International Journal of Prosthodontics*, 29(5), 474–484.
- Alnusayri, M. O., Sghaireen, M. G., Mathew, M., Alzarea, B., & Bandela, V. (2022, March 20). *Shade selection in esthetic dentistry: A review. Cureus*, 14(3), e23331. <https://doi.org/10.7759/cureus.23331>.
- Alothman, Y., & Bamasoud, M. S. (2018). *The success of dental veneers according to preparation design and material type. International Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*, 6(4), 112–123. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10019-1213>.
- Archangelo, C. M., Romanini, J. C., Archangelo, K. C., Hoshino, I. A. E., & Anchieta, R. B. (2018). *Minimally invasive ceramic restorations: A step-by-step clinical approach. Brazilian Dental Science*, 21(4), 202–207. <https://doi.org/10.14295/bds.2018.v21i4.1632>.
- Arif, R., Dennison, J. B., Garcia, D., & Yaman, P. (2019). *Retrospective evaluation of the clinical performance and longevity of porcelain laminate veneers 7 to 14 years after cementation. Journal of Prosthetic Dentistry*, 122(1), 31–37. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.07.004>.
- Azar, B., Eckert, S., Kunkela, J., Ingr, T., & Mounajjed, R. (2018). *The marginal fit of lithium disilicate crowns: Press vs. CAD/CAM. Journal of Prosthodontics*, 27(1), 32–37. <https://doi.org/10.1111/jopr.12637>.
- Bastos, N. A., Bitencourt, S. B., Carneiro, R. F., Ferrairo, B. M., Strelhow, S. S. F., Dos Santos, D. M., & Bombonatti, J. F. S. (2020). *Marginal and internal adaptation of lithium disilicate partial restorations: A systematic review and meta-analysis.*

- European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*, 28(4), 338–344.
https://doi.org/10.1922/EJPRD_2020_020.
- Blatz, M. B., Vonderheide, M., & Conejo, J. (2018). *The effect of resin bonding on long-term success of high-strength ceramics*. *Journal of Dental Research*, 97(2), 132–139. <https://doi.org/10.1177/0022034517729134>
 - Campos, L. A., Costa, M. A., Bonafé, F. S. S., Marôco, J., & Campos, J. A. D. B. (2020). *Psychosocial impact of dental aesthetics on dental patients*. *International Dental Journal*, 70(5), 321–327. <https://doi.org/10.1111/idj.12553>.
 - Chen, X. D., Hong, G., Xing, W. Z., & Wang, Y. N. (2015). *The influence of resin cements on the final color of ceramic veneers*. *Shanghai Journal of Stomatology*, 24(3), 172–177. PMID: 26281225.
 - Choi, J. W., Kim, S. Y., Bae, J. H., Bae, E. B., & Huh, J. B. (2017). *In vitro study of the fracture resistance of monolithic lithium disilicate, monolithic zirconia, and lithium disilicate pressed on zirconia for three-unit fixed dental prostheses*. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 9(4), 244–251. <https://doi.org/10.4047/jap.2017.9.4.244>.
 - Czigola, A., Abram, E., Kovacs, Z. I., Marton, K., Hermann, P., & Borbely, J. (2019). *Effects of substrate, ceramic thickness, translucency, and cement shade on the color of CAD/CAM lithium-disilicate crowns*. *Journal of Prosthodontics*, 28(1), e5–e10. <https://doi.org/10.1111/jopr.12776>.
 - Da Cunha, L. F., Pedroche, L. O., Gonzaga, C. C., & Furuse, A. Y. (2014). *Esthetic, occlusal, and periodontal rehabilitation of anterior teeth with minimum thickness porcelain laminate veneers*. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 112(6), 1315–1318. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.05.004>.
 - Daneshpooy, M., Pournaghi Azar, F., Alizade Oskoe, P., Bahari, M., Asdagh, S., & Khosravani, S. R. (2019). *Color agreement between try-in paste and resin cement: Effect of thickness and regions of ultra-translucent multilayered zirconia veneers*. *Dental Research Journal*, 16(1), 61–67. PMID: 30858883.
 - Dede, D. Ö., Sahin, O., Özdemir, O. S., Yilmaz, B., Celik, E., & Koroğlu, A. (2017). *Influence of the color of composite resin foundation and luting cement on the final*

- color of lithium disilicate ceramic systems. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 117(1), 138–143. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.06.016>.
- Dogan, D. O., Gorler, O., Mutaf, B., Ozcan, M., Eyuboglu, G. B., & Ulgey, M. (2017). *Fracture resistance of molar crowns fabricated with monolithic all-ceramic CAD/CAM materials cemented on titanium abutments: An in vitro study*. *Clinical Oral Investigations*, 26(4), 309–314. <https://doi.org/10.1007/s00784-017-2105-5>.
 - Fabian Fonzar, R., Carrabba, M., Sedda, M., Ferrari, M., Goracci, C., & Vichi, A. (2017). *Flexural resistance of heat-pressed and CAD/CAM lithium disilicate with different translucencies*. *Dental Materials*, 33(1), 157–163. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.11.001>.
 - Fazi, G., Vichi, A., Corciolani, G., & Ferrari, M. (2009). *Spectrophotometric evaluation of color match to VITA classical shade guide of four different veneering porcelain systems for metal ceramic restorations*. *American Journal of Dentistry*, 22(1), 19–22. PMID: 19337871.
 - Fradeani, M., Barducci, G., & Bacherini, L. (2016). *Esthetic rehabilitation of a worn dentition with a minimally invasive prosthetic procedure*. *International Journal of Esthetic Dentistry*, 11(1), 16–35. PMID: 26846009.
 - Furtado de Mendonça, A., Shahmoradi, M., Gouvêa, C. V. D., de Souza, G. M., & Ellakwa, A. (2019). *Microstructural and mechanical characterization of CAD/CAM materials for monolithic dental restorations*. *Dental Materials*, 35(2), 90–112. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.11.013>.
 - Gresnigt, M., & Özcan, M. (2011). *Esthetic rehabilitation of anterior teeth with porcelain laminates and sectional veneers*. *European Journal of Esthetic Dentistry*, 6(1), 112–123. PMID: 21468258.
 - Hamza, T. A., & Sherif, R. M. (2019). *Fracture resistance of monolithic glass-ceramics versus bilayered zirconia-based restorations*. *Journal of Prosthodontics*, 28(1), e12–e16. <https://doi.org/10.1111/jopr.12630>.
 - Haralur, S. B. (2018). *Microleakage of porcelain laminate veneers cemented with different bonding techniques*. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 10(2), e166–e171. <https://doi.org/10.4317/jced.54521>.

- Hernandez, D. K., Arrais, C. A. G., Lima, E. D., Cesar, P. F., & Rodrigues, J. A. (2016). *Influence of resin cement shade on the color and translucency of ceramic veneers. Dental Materials Journal*, 35(3), 391–396. <https://doi.org/10.4012/dmj.2015-296>.
- Hoorizad, M., Valizadeh, S., Heshmat, H., Tabatabaei, S. F., & Shakeri, T. (2021). *Influence of resin cement on color stability of ceramic veneers: In vitro study. Biomaterial Investigations in Dentistry*, 8(1), 11–17. <https://doi.org/10.1080/26415275.2020.1855077>
- Jankar, A. S. (2015). *Spectrophotometric study of the effect of fixing agents on the resulting tone of ceramic veneers: An in vitro study. International Journal of Applied Dental Sciences*, 1(3), 145–152.
- Kampouropoulos, D., Gaintantzopoulou, M., Papazoglou, E., & Kakaboura, A. (2014). *Colour matching of composite resin cements with their corresponding try-in pastes. European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*, 22(2), 84–88. PMID: 25090806.
- Kandil, B. S. M., Hamdy, A. M., Aboelfadl, A. K., & El-Anwar, M. I. (2019). *Effect of ceramic translucency and luting cement shade on the color masking ability of laminate veneers. Dental Research Journal (Isfahan)*, 16(3), 193–199. PMID: 31198484.
- Karaman, T., Altintas, E., Eser, B., Talo Yildirim, T., Oztekin, F., & Bozoglan, A. (2019). *Spectrophotometric evaluation of anterior maxillary tooth color distribution according to age and gender. Journal of Prosthodontics*, 28(1), e96–e102. <https://doi.org/10.1111/jopr.12708>.
- Kubátik, T. F. (2017). *Compaction of lithium-silicate ceramics using spark plasma sintering. Ceramics–Silikáty*, 61(1), 145–156. <https://doi.org/10.13168/cs.2017.0013>.
- Kürklü, D., Azer, S. S., Yilmaz, B., & Johnston, W. M. (2013). *Porcelain thickness and cement shade effects on the colour and translucency of porcelain veneering materials. Journal of Dentistry*, 41(2), 1043–1050. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.08.018>.
- Kwon, S. J., Lawson, N. C., McLaren, E. E., Nejat, A. H., & Burgess, J. O. (2018). *Comparison of the mechanical properties of translucent zirconia and lithium*

- disilicate. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 120(1), 132–137. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2017.09.010>.
- Lee, S. M., & Choi, Y. S. (2018). *Effect of ceramic material and resin cement systems on the color stability of laminate veneers after accelerated aging*. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 120(1), 99–106. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2017.08.009>.
 - Lien, W., Roberts, H. W., Platt, J. A., Vandewalle, K. S., Hill, T. J., & Chu, T. M. (2015). *Microstructural evolution and physical behavior of a lithium disilicate glass–ceramic*. *Dental Materials*, 31(8), 928–940. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.05.008>.
 - Makishi, P., André, C. B., Silva, J. L., Bacelar-Sá, R., Correr-Sobrinho, L., & Giannini, M. (2016). *Effect of storage time on bond strength performance of multimode adhesives to indirect resin composite and lithium disilicate glass ceramic*. *Brazilian Dental Journal*, 27(5), 541–551. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201600950>.
 - Miletic, V., & Pour Ronagh, A. (2025). *Staining analysis of resin cements and their effects on colour and translucency changes in lithium disilicate veneers*. *Polymers*, 17(3), 362. <https://doi.org/10.3390/polym17030362>.
 - Mourouzis, P., Koulaouzidou, E., Palaghias, G., & Helvatjoglu-Antoniades, M. (2018). *Color match of luting composites and try-in pastes: The impact on the final color of CAD/CAM lithium disilicate restorations*. *European Journal of Dentistry*, 13(1), 98–109. https://doi.org/10.4103/ejd.ejd_248_18.
 - Niu, E., Agustin, M., & Douglas, R. D. (2014). *Color match of machinable lithium disilicate ceramics: Effects of cement color and thickness*. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 111(1), 42–50. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2013.06.008>.
 - Öztürk, E., Bolay, Ş., Hickel, R., & Ilie, N. (2013). *Shear bond strength of porcelain laminate veneers to enamel, dentine and enamel-dentine complex bonded with different adhesive luting systems*. *Journal of Dentistry*, 41(2), 97–105. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2012.10.015>.
 - Paolone, G., Formiga, S., De Palma, F., Abbruzzese, L., Chirico, L., Scolavino, S., Goracci, C., Cantatore, G., & Vichi, A. (2022). *Color stability of resin-based*

- composites: *Staining procedures with liquids—A narrative review. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 34(6), 865–887. <https://doi.org/10.1111/jerd.12912>
- Paul, S. J., Peter, A., Rodoni, L., & Pietrobon, N. (2004). *Conventional visual vs. spectrophotometric shade taking for porcelain-fused-to-metal crowns: A clinical comparison. International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 24(3), 222–231. PMID: 15295956.
 - Pires, L. A., Novais, P. M., Araújo, V. D., & Pegoraro, L. F. (2017). *Effects of the type and thickness of ceramic, substrate, and cement on the optical color of a lithium disilicate ceramic. Journal of Prosthetic Dentistry*, 117(1), 144–149. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.06.025>.
 - Revilla-León, M., & Özcan, M. (2017). *Additive manufacturing technologies used for processing polymers: Current status and potential application in prosthetic dentistry. Journal of Prosthodontics*, 28(2), 146–158. <https://doi.org/10.1111/jopr.12723>.
 - Rodrigues, R. B., Lima, E., & Guimarães, M. (2017). *Influence of resin cements on color stability of different ceramic systems. Brazilian Dental Journal*, 28(2), 191–198. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201701365>.
 - Sá, T. C. M., de Carvalho, M. F. F., de Sá, J. C. M., Magalhães, C. S., Moreira, A. N., & Yamauti, M. (2018). *Esthetic rehabilitation of anterior teeth with different thicknesses of porcelain laminate veneers: An 8-year follow-up clinical evaluation. Contemporary Clinical Dentistry*, 9(4), 590–593. https://doi.org/10.4103/ccd.ccd_366_18.
 - Sekulić, S., John, M. T., Häggman-Henrikson, B., & Theis-Mahon, N. (2021). *Dental patients' functional, pain-related, aesthetic, and psychosocial impact of oral conditions on quality of life: Project overview, data collection, quality assessment, and publication bias. Journal of Oral Rehabilitation*, 48(3), 246–255. <https://doi.org/10.1111/joor.13096>.
 - Soldo, M., Illeš, D., Čelić, R., & Knezović Zlatarić, D. (2020). *Assessment of color parameters on maxillary right central incisors using spectrophotometer and RAW mobile photos in different light conditions. Acta Stomatologica Croatica*, 54(4), 353–362. <https://doi.org/10.15644/asc54/4/3>.

- Sundfeld, D., Palialol, A. R. M., Fugolin, A. P. P., Ambrosano, G. M. B., Correr-Sobrinho, L., Martins, L. R. M., & Pfeifer, C. S. (2018). *The effect of hydrofluoric acid and resin cement formulation on the bond strength to lithium disilicate ceramic. Dental Materials*, 34(6), 873–881. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.03.002>.
- Tahayeri, A., Morgan, M. C., Fugolin, A. P. P., Bompolaki, D., Athirasala, A., Pfeifer, C. S., & Ferracane, J. L. (2018). *3D printed versus conventionally cured provisional crown and bridge dental materials. Dental Materials*, 34(2), 192–200. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2017.10.015>.
- Tuncdemir, M. T., Gulbahce, N., & Aykent, F. (2020). *Comparison of color stability of two laminate veneers cemented to tooth surfaces with and without preparation. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 32(6), 554–559. <https://doi.org/10.1111/jerd.12591>.
- Vaz, E. C., Vaz, M. M., de Torres, É. M., de Souza, J. B., Barata, T. J. E., & Lopes, L. G. (2019). *Resin cement: Correspondence with the test paste and influence on the immediate final color of the veneers. Brazilian Dental Journal*, 30(1), 74–81. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201902579>.
- Willard, A., & Chu, T. M. G. (2018). *The science and application of IPS e.max dental ceramic. Korean Journal of Dental Materials*, 34(4), 238–242. <https://doi.org/10.14335/kjdm.2018.34.4.238>.
- Yu, H., Zhao, Y., Li, J., Luo, T., Gao, J., Liu, H., Liu, W., Liu, F., Zhao, K., Liu, F., Ma, C., Setz, J. M., Liang, S., Fan, L., Gao, S., Zhu, Z., Shen, J., Wang, J., Zhu, Z., & Zhou, X. (2019). *Minimal invasive microscopic tooth preparation in esthetic restoration: A specialist consensus. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 31(3), 231–237. <https://doi.org/10.1111/jerd.12454>.
- Yu, H. Y., Zhao, Y. W., Li, J. Y., Luo, T., Gao, J., Liu, H. C., Liu, W. C., Liu, F., Zhao, K., Fei, L., Ma, C. F., Setz, J. M., Liang, S. S., Fan, L., Gao, S. S., Zhu, Z. L., Shen, J. F., Wang, J., Zhu, Z. M., & Zhou, X. D. (2019). *Minimal invasive microscopic tooth preparation based on endodontic, periodontal, and functional health. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 31(3), 229–235. <https://doi.org/10.1111/jerd.12455>.

- Zarone, F., Di Mauro, M. I., Ausiello, P., Ruggiero, G., & Sorrentino, R. (2019). *Current status on lithium disilicate and zirconia: A narrative review. Materials*, 12(3), 915–930. <https://doi.org/10.3390/ma12030915>.
- Zhang, F., Reveron, H., Spies, B. C., Van Meerbeek, B., & Chevalier, J. (2019). *Trade-off between fracture resistance and translucency of zirconia and lithium disilicate glass ceramics for monolithic restorations. Dental Materials*, 35(3), 515–525. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2019.01.005>.

11. ANEXOS

RESUMEN BIOGRÁFICO

Leslie Paola Vidales Pérez.

Candidato para el Grado de

Maestría en Prostodoncia

Tesis:

EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE COLOR DE DOS CEMENTOS DE
RESINA EN CARILLAS DE DISILICATO DE LITIO

Campo de Estudio: Ciencias de la Salud.

Datos Personales: Nacida en Monterrey, Nuevo León el 12 de mayo de 1996, hija de José Alfredo Vidales Estrada e Isela Pérez Rivera.

Educación: Egresado de la Universidad Autónoma de Nuevo León, grado obtenido Cirujano Dentista en 2019.

Experiencia Profesional: Práctica privada como Cirujano Dentista y Técnico Dental.