

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



**EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CEPILLADO DENTAL SOBRE LA  
CERÁMICA DE DISILICATO DE LITIO**

Por

CELESTE ASTRYD JUANITA IBARRA VALLEJO

Como requisito parcial para obtener el Grado de  
MAESTRIA EN PROSTODONCIA

Noviembre, 2019

MAESTRIA EN PROSTODONCIA

**EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CEPILLADO DENTAL SOBRE LA  
CERÁMICA DE DISILICATO DE LITIO**

**Comité de Tesis**

---

Dra. Norma Cruz Fierro  
Presidente  
Director de Tesis

---

Secretario

---

Vocal

MAESTRIA EN PROSTODONCIA

**EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CEPILLADO DENTAL SOBRE LA  
CERÁMICA DE DISILICATO DE LITIO**

---

**TESISTA**

**Comité de Tesis**

---

DIRECTOR DE TESIS

---

CODIRECTOR DE TESIS

---

ASESOR METODOLÓGICO

---

ASESOR METODOLÓGICO

---

ASESOR ESTADÍSTICO

## AGRADECIMIENTOS

A mi directora de tesis por su apoyo, respeto y por confiar en mi trabajo, a todos los maestros que formaron parte de mi crecimiento profesional y personal dejando una huella en mi, Dr. Arturo Flores, Dr. Adrián Garza, Dra. Gina, Dr. Héctor Garza<sup>+</sup>, Dr., Sergio Garza, Dra. Zulema González, Dr. Pirck, Dr. Miguel Cantú, Dr. Zarate, Dr. Juan José Gutiérrez, Dr. Gustavo Martínez, Dra. Iris Vázquez, Dra. Adriana Herrera, Dra. Branda Garza, Dr. Gerardo Santos, Dra. Miriam González, Dra. Miriam de la Garza, Dra. Maricela Garza, Dr. Alejandro Cruz, Dr. Raúl Euán, Dr. Javier Cruz, Dra. Jessica Meraz, Dr. Chapa<sup>+</sup>, Dr. Miguel Quiroga, Dr. Jesús Gavito, Dr. Benavides, Dr. Casiano, Dr. Solís, Dra. Margarita Fuentes, TPD Facundo, Dra. Nancy, Dr. Fernando Martínez, a mis compañeros de generación Barbie, Tania, Luis y Raquel por todo lo que vivimos en nuestro crecimiento hacia una superación profesional porque no fueron solo mis compañeros sino hermanos de vida, a mis compañeros de otras generaciones con los que compartí mi estancia en el posgrado, a Verito por su apoyo incondicional y a todo el equipo que maneja el posgrado de Prostodoncia.

Un agradecimiento especial a la Universidad Autónoma de Nuevo León por abrirme las puertas del conocimiento de calidad.

*Principalmente a Dios por darme la fortaleza para culminar un ciclo mas en mi vida y por siempre acompañarme, porque se que sus tiempos son perfectos.*

## **DEDICATORIA**

*A mi esposo y novio eterno David López Murillo porque la carrera de la vida esta llena de obstáculos y sin él esto no seria posible.*

*A mis padres Tere Vallejo y Jesús Espain por ser esa apoyo incondicional y siempre motivarme a luchar para alcanzar mis sueños y proyectos de vida, por darme a la familia incondicional que tengo y por ser uno de mis pilares mas fuertes de vida, los amare eternamente.*

*A mis Hermanos Aldo, Paloma, Joni y Alhelí porque se que son parte de lo mas valioso que Dios me dio, que siempre están para apoyarme a pesar de la distancia, por siempre con ustedes y para ustedes los adoro con todo mi corazón.*

*A mi María<sup>+</sup> y Nano<sup>+</sup> porque son mis recuerdos, añoranza de vida y guia eterna, hasta el cielo por brillar junto a mi.*

## ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>iv</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>v</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	<b>vii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>viii</b>
<b>LISTA DE SIMBOLOS</b> .....	<b>x</b>
<b>NOMENCLATURA</b> .....	<b>xi</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xiii</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. HIPÓTESIS.</b> .....	<b>3</b>
H1.- .....	3
H0.- .....	3
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>4</b>
3.1 Objetivo general. ....	4
3.2 Objetivos específicos. ....	4
<b>4. ANTECEDENTES</b> .....	<b>5</b>
4.1 Cerámicas dentales.....	5
4.1.1 Breve introducción a las cerámicas. ....	5
4.1.2 Clasificación de las porcelanas. ....	6
4.1.3 Generalidades del CAD-CAM. ....	11
4.2 Pigmentos .....	12
4.3 Color.....	13
4.4 Escalas de medición del color .....	18
4.4 Efectos del cepillado y la pasta dental en los materiales restauradores .....	21
<b>5. MÉTODOS</b> .....	<b>24</b>
<b>6. RESULTADOS</b> .....	<b>37</b>
<b>7. DISCUSIÓN</b> .....	<b>45</b>
<b>8. CONCLUSIONES</b> .....	<b>47</b>
<b>9. LITERATURA CITADA</b> .....	<b>48</b>
<b>RESUMEN BIOGRÁFICO</b> .....	<b>52</b>
<b>APÉNDICES</b> .....	<b>53</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Página</b>
1. Compuestos de la porcelana dental .....	5
2. Distribución de los grupos de acuerdo con el protocolo de elaboración .....	27
3. División de subgrupos .....	29
4. Frecuencia de cepillado por cada muestra.. .....	32
5. Recolección de datos en unidades de color .....	38
6. Comparación de datos experimentales .....	38
7. Comparación de datos experimentales post-cepillado .....	39
8. Recolección de datos.....	41
9. Rugosidad media y máxima .....	42

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Clasificación establecida por el ISO 6872 (1995).....	7
2. Clasificación de la cerámica (Touati, 2000).....	7
3. Clasificación de cerámicas (Gracis 2016) .....	8
4. Forma prensable e.max PRESS (Ivoclar Vivadent).....	10
5. Presentación de disilicato e.max CAD .....	10
6. Secuencia del CAD.CAM (imagen de internet) .....	11
7. Prisma de base triangular.....	13
8. Espectro de luz visible .....	14
9. Modelo RGB.....	16
10. Síntesis aditiva y sustractiva .....	17
11. Escala/árbol de Munsell 1905.....	19
12. Espacio color cie lab .....	20
13. Espacio color cie lab .....	20
14. Bloques CAD-CAM obtención de muestras .....	25
15. Glaze, maquillaje Crystal y Ceram y sistema de pulido .....	26
16. Muestra del grupo 1 terminado .....	28
17. Muestra del grupo 2 terminado .....	28
18. Muestra del grupo 3 antes de la fabricación .....	28
19. Horno Programat EP310 .....	28
20. Muestras enumeradas de acuerdo con su grupo de fabricación .....	29
21. Máquina de cepillado multiestación .....	30
22. Maquina de cepillado.....	30
23. Muestras fijas con silicón transparente .....	31
24. Pasta y agua destilada .....	32
25. Cepillado de muestras.....	33
26. Cepillado de muestras sin movimiento .....	33
27. Análisis cromático .....	34

28	Analisis de muestras bajo cámara multiespectral .....	35
29	Sistema de medición 3D KEYENCE .....	36
30	Muestras bajo el sistema de visión .....	36

## LISTA DE SIMBOLOS

um	.....	Micrones
px	.....	Píxel
'	.....	Minutos
''	.....	Segundos
ms	.....	Milisegundos
uc	.....	Unidades de color

## NOMENCLATURA

CAD-CAM	Diseño asistido por computadora – fabricación asistida por computadora
IPS e-Max	Disilicato de litio
CV-X	Sistema de visión multidimensional
Serie VR	Sistema de medición 3D de área amplia

TESISTA: Celeste Astryd Juanita Ibarra Vallejo  
DIRECTOR DE TESIS: Dra. Norma Cruz Fierro  
CODIRECTOR DE TESIS: Dr. Adrián Garza Garza  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

## EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CEPILLADO DENTAL SOBRE LA CERÁMICA DE DISILICATO DE LITIO

### RESUMEN

**Introducción:** En los últimos años la cerámica vítrea a base de disilicato de litio ha demostrado tener adecuadas propiedades de resistencia, fluorescencia, opalescencia y translucidez, que le han permitido adaptarse y mimetizar la estructura natural del diente. Siendo características indispensables la mimetización del color y la estabilidad a largo plazo a los cambios químicos y mecánicos que suceden en el medioambiente bucal. **Objetivo:** Evaluar los efectos del cepillado dental sobre la superficie de cerámica de disilicato de litio CAD/CAM procesada con 3 técnicas diferentes de elaboración, y expuestas al cepillado en lapsos de 5, 10 y 15 años. **Metodología:** Se analizaron 30 muestras de cerámica de disilicato de litio IPS e-max CAD®, en forma de cubo. Se dividieron en 3 grupos de acuerdo con su fabricación: Grupo 1.- Cristalización en una cocción, aplicación de maquillaje segunda cocción + glaseado en tercera cocción. Grupo 2.- Cristalización en una cocción, maquillaje y glaseado juntos en una segunda cocción y Grupo 3.- Cristalización, maquillaje y glaseado juntos en una sola cocción. Las muestras fueron cepilladas usando la maquina de cepillado multiestación, utilizando el dentífrico Colgate original y el cepillo dental Oral B #35 suave. El análisis de cambio de color se realizó con un sistema de visión multispectrum y para valorar la superficie y textura de la muestra se uso un sistema de medición 3D de área amplia. **Resultados:** Los valores en la desviación estándar muestran una ligera disminución en el valor del color independiente del protocolo de fabricación a través de los años, los cambios observados en el cepillado a 15 años son estadísticamente significativos ( $p=0.014$ ). Respecto a la rugosidad mostro cambio significativos ( $p=0.044$ ) en la rugosidad media inicial entre los grupos siendo mayor en el grupo 2. **Conclusión:** En los resultados obtenidos se puede observar la influencia del cepillado dental sobre las superficies de las cerámicas de disilicato de litio (IPS e.max CAD Ivoclar Vivadent), ya que el cepillado en lapsos de 5, 10 y 15 años afectó la estabilidad del color independientemente del protocolo de fabricación, sin embargo, solo los resultados del cepillado a 15 años fueron estadísticamente significativos.

Palabras claves: Disilicato de litio, e-max CAD, cepillado dental, técnica de aplicación de glaze.

THESIS: Celeste Astryd Juanita Ibarra Vallejo  
DIRECTOR OF THESIS: Dra. Norma Cruz Fierro  
CODIRECTOR OF THESIS: Dr. Adrián Garza Garza  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTY OF DENTISTRY

EVALUATION OF THE EFFECTS OF DENTAL BRUSHING ON LITHIUM  
DISILICATION CERAMICS

**ABSTRACT**

**Introduction:** In recent years, vitreous ceramic based on lithium disilicate has shown adequate resistance, fluorescence, opalescence and translucency properties, which have allowed it to adapt and mimic the natural structure of the tooth. The mimetization of color and the long-term stability to chemical and mechanical changes that occur in the oral environment are indispensable characteristics. **Objective:** To evaluate the effects of tooth brushing on the surface of CAD / CAM lithium disilicate ceramic in different manufacturing processes over a period of 5, 10- and 15-years **Methodology:** 30 samples of IPS e- lithium disilicate ceramics were analyzed max CAD®, cube shaped. They were divided into 3 groups according to their cooking: Group 1.- Crystallization in one cooking, makeup application + glaze in different cooking. Group 2.- Crystallization + makeup + frosting in the same firing and Group 3: Crystallization in a firing, make-up after cooking and third firing glaze. The samples were brushed using the multi-station brushing machine, using the original Colgate toothpaste and the soft Oral B # 35 toothbrush. The color change analysis was performed with a multispectrum vision system and a 3D measurement system was used to assess the surface and texture of the sample **Results:** The values in the standard deviation show a slight decrease in the color value independent of the manufacturing protocol over the years, the changes observed in brushing at 15 years are statistically significant ( $p = 0.014$ ). Regarding the roughness, it showed significant change ( $p = 0.044$ ) in the initial average roughness between the groups, being grater in group 2. **Conclusion:** In the results obtained, the influence of toothbrushing on the surfaces of lithium disilicate ceramics (IPS e.max CAD Ivoclar Vivadent), can be observed, since brushing in periods of 5, 10 and 15 years affected Color stability regardless of the manufacturing protocol, however, only the 15-year brushing results were statistically significant

Keywords: lithium disilicate, e-max, CAD, dental brushing, technique for glaze application

## 1. INTRODUCCIÓN

A través de los años las cerámicas usadas para las restauraciones protésicas han pasado por diferentes modificaciones en su composición, las primeras cerámicas de uso dental estaban compuestas por una matriz mixta, cristalina y vítrea, conformada por el feldespato (81%) responsable de la translucidez, el cuarzo (sílice 15%) responsable de la fase cristalina proporciona estabilidad a la cerámica, y el caolín (arcilla 4%) que da plasticidad permitiendo el manejo de la cerámica. Además, se añadieron los pigmentos que consistían en una mezcla de óxidos que proporcionaban un color personalizado: el hierro y níquel (café), cobre (verde), titanio (amarillo y café), cobalto (azul), magnesio (azul lavanda), y zirconio, titanio y estaño (opacidad). Estos pigmentos aparecieron en el siglo XIX para aplicarse en la cerámica sobre núcleos de metal.

En los años 60's la cerámica que se aplicaba sobre metal, fue modificada añadiendo óxido de aluminio y disminuyendo el cuarzo, sin embargo, estas cerámicas tenían una caracterización limitada en los colores debido a la opacidad causada por el óxido de aluminio. En los 70's se desarrollaron cerámicas con una gama más extensa de colores y fueron reforzadas con óxido de zirconio altamente sinterizables estabilizado con óxido de itrio. La cerámica en los años 80's, se pudo aplicar sobre el oro dental, y su caracterización mejoró notablemente, ya que permitían un punto de fusión más bajo y esto facilitaba que se adaptara a la caracterización del diente. En los 90's fue desarrollada la primera cerámica inyectada, permitiendo confeccionar restauraciones monolíticas libres de metal.

Las primeras cerámicas reforzadas con disilicato de litio surgen en 1980, junto con un sistema asistido y fabricado por computadora, dando paso a las cerámicas *Computer Aided Design /diseño asistido por computadora CAD* en laboratorio y desarrolladas en el año 2000. Durante este tiempo la cerámica de uso dental han tenido

una serie de modificaciones principalmente en sus componentes, esto ha permitido que hoy en día sean un material de elección, y ampliamente usado para la reconstrucción de dientes, gracias a sus propiedades altamente estéticas, y su capacidad para adaptarse a la estructura natural del diente. Además, su configuración cristalina le proporciona propiedades de refracción óptica similares a la translucidez del esmalte.

En la última década, las restauraciones completamente cerámicas son las más utilizadas en la clínica ya que presentan un comportamiento superior en cuanto a su resistencia flexural y de desgaste en comparación con las restauraciones directas de resinas compuestas.

La estabilidad del color a largo plazo es un factor crítico de las cerámicas dentales ya que deben garantizar al paciente que la restauración igualará el aspecto natural de su dentadura. En las cerámicas CAD-CAM de disilicato de litio la caracterización y mimetismo del color se realiza añadiendo pigmentos externos, esto representa un posible inconveniente al estar expuestos al medio ambiente oral, ya que es posible que el tiempo de uso y la función masticatoria puedan ocasionar desgaste de esta capa y perder la caracterización de la restauración.

El cepillado junto con la pasta dental es un procedimiento de higiene bucal cotidiano que contribuye a evitar enfermedades bucodentales, sin embargo, la dureza de las cerdas del cepillo, la fuerza ejercida durante la técnica, así como los elementos abrasivos de la pasta dental son factores que pueden alterar la estabilidad a largo plazo de las cerámicas dentales, principalmente en su color y textura superficial.

Por tal motivo el objetivo de esta investigación es evaluar los efectos del cepillado dental en lapsos de 5, 10 y 15 años, sobre la cerámica CAD-CAM de disilicato de litio procesada con 3 diferentes protocolos de elaboración, con la finalidad de aportar evidencia científica que amplíe la información que se tiene de estos sistemas, partiendo de la hipótesis relacionada con los cambios en la superficie y en el color de las cerámicas, que suceden a través de los años.

## **2. HIPÓTESIS.**

**H1.-** El efecto del cepillado dental sobre la cerámica a base de disilicato de litio genera cambios en el color y la superficie, al evaluarse después de varios años.

**H0.-** El efecto del cepillado dental sobre la cerámica a base de disilicato de litio no genera cambios en el color y la superficie, al evaluarse después de varios años.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general.**

Evaluar el efecto del cepillado dental en lapsos de 5, 10 y 15 años, sobre la cerámica de disilicato de litio CAD (IPS.e-max CAD, Ivoclar Vivadent), procesada con tres diferentes protocolos de elaboración.

#### **3.2 Objetivos específicos.**

1. Evaluar los efectos del cepillado dental en lapsos de 5, 10 y 15 años, sobre la cerámica de disilicato de litio CAD (IPS.e-max CAD, Ivoclar Vivadent), procesada con el protocolo de 3 pasos.
2. Evaluar los efectos del cepillado dental en lapsos de 5, 10 y 15 años, sobre la cerámica de disilicato de litio CAD (IPS.e-max CAD, Ivoclar Vivadent), procesada con el protocolo de 2 pasos
3. Evaluar los efectos del cepillado dental en lapsos de 5, 10 y 15 años, sobre la cerámica de disilicato de litio CAD (IPS.e-max CAD, Ivoclar Vivadent), procesada con el protocolo de 1 solo paso.
4. Comparar los resultados entre los grupos

## 4. ANTECEDENTES

### **4.1 Cerámicas dentales.**

#### 4.1.1 *Breve introducción a las cerámicas.*

La palabra cerámica proviene del griego “Keramos” que significa tierra quemada, es un material de naturaleza inorgánica o mineral, no metálico, que se procesa mediante calor. La cerámica o porcelana dental alcanzó su desarrollo en 1774 (Alves, 2003) con el francés Duchateau, quien junto al dentista Chemant trataron de perfeccionar su composición inicial (tabla 1), en 1806 Guiseppangelo logró adherir dientes de porcelana a pines de platino. A partir de entonces sus propiedades fueron mejorando con el desarrollo de las técnicas y la modificación de sus componentes. En 1903 Land propuso las restauraciones cerámicas en coronas completas e incrustaciones, en 1962 Weinstein y Katz patentaron el método de fabricación de corona metal cerámica (Méndez, 2002), McLean en 1965 introdujo la cerámica luminosa incrementando el óxido de aluminio en 40% otorgando mayor resistencia y elasticidad. (Della Bona, 2008).

COMPUESTO	PORCENTAJE	PROPIEDAD
Feldespatos	81%	Traslucidez
Cuarzo (sílice)	15%	Estabilidad
Caolín (arcilla)	4%	Permite manejabilidad
pigmentos	<1%	color

*Tabla. 1 compuestos iniciales de la porcelana dental (Rielson 2003).*

La porcelana dental utilizada sobre el metal en la odontología es una matriz tridimensional de silicio formada por un átomo de sílice con 4 de oxígeno, con una configuración tetragonal donde quedan suspendidos pequeñas cantidades de cristales sin reaccionar y se mueven fácilmente a bajas temperaturas (Philips, 2004).

En relación con los pigmentos, Land (1903) caracterizó una corona de porcelana sobre metal añadiendo pigmentos, utilizando una mezcla de óxidos fundidos junto con la porcelana, con la finalidad de personalizar el color y uso: hierro y níquel (café), cobre (verde), titanio (amarillo y café), cobalto (azul), magnesio (azul lavanda) y zirconio, titanio y estaño (opacidad).

En el año de 1985, Mörmann y Brandestini hicieron posible la aplicación directa del CAD-CAM (*Diseño asistido y fabricado por computadora por sus siglas en ingles, Computer-Aided Design/ Computer-Aided Manufacturing*), a la Odontología creando el sistema CEREC® (Densplay Sirona) para la realización de restauraciones de porcelana sin necesidad del laboratorio (Cadafalch, 2007). En 1993 se introdujo el sistema PROCERA (Nobel Biocare) el que consistía en un núcleo de 99% de alúmina sinterizada recubierta con porcelana convencional (Anderson, 1993).

#### 4.1.2 Clasificación de las porcelanas.

En los últimos años las cerámicas libres de metal se han convertido en un material ampliamente usado para la reconstrucción de dientes, ya que tienen propiedades altamente estéticas y la habilidad para ser adaptado a la estructura natural del diente (Alfawaz, 2016, Nevarez 2012).

La clasificación de los sistemas de cerámica se ha hecho desde diferentes perspectivas:

- A. De acuerdo con las necesidades estéticas (Fig.1).
- B. De acuerdo con su comportamiento estético (Fig.2).

La clasificación según las necesidades estéticas fue establecida en 1995 por la Organización Internacional de Estandarización ISO 6872 (por sus siglas en Inglés).

Cerámica dental	tipo I en polvo	clase 1: núcleo clase 2: cuerpo clase 3: incisal clase 4: hombro clase 5: translúcido clase 6: tinte clase 7: reparación clase 8 glasaado
	Tipo II	clase 1 : cubierta por cerámica tipo I  clase 2 : carillas e incrustaciones

Figura 1. Clasificación de acuerdo con las necesidades estéticas.

La clasificación de acuerdo con su comportamiento estético fue establecida en el 2000 por Touati.

Cerámica dental	metal- cerámica	<b><i>feldespática</i></b>
	completa cerámica	<b><i>Feldespática:</i></b> 1.- alto contenido en leucita (Optec) 2.- bajo contenido en leucita  <b><i>vidrio colable :</i></b> 1.- Leucita (empress) 2.- Mica (Dicor)  <b><i>Núcleo:</i></b> 1.- Alumina 1.1.- aluminoso 1.2 Slip Cast: In ceram 2.- oxido de magnesio: spinel 3.- oxido de magnesio moldeable: cerestone

Figura 2. Clasificación de acuerdo con su comportamiento estético.

A partir del año 2016, las cerámicas se clasificaron en tres tipos, con sus respectivas subclasificaciones (fig. 3), de acuerdo con su composición química y la forma de fabricación (Gracis, 2016).

1. Cerámica de matriz de vidrio.
  - a) Feldespáticas
  - b) Sintéticas a base de:
    - Leucita
    - Disilicato de litio y derivados
    - Fluorapatita
  - c) Vidrio infiltrado
    - Alúmina
    - Alúmina y magnesio
    - Alúmina y zirconio
2. Cerámica policristalina.
3. Cerámica con matriz de resina

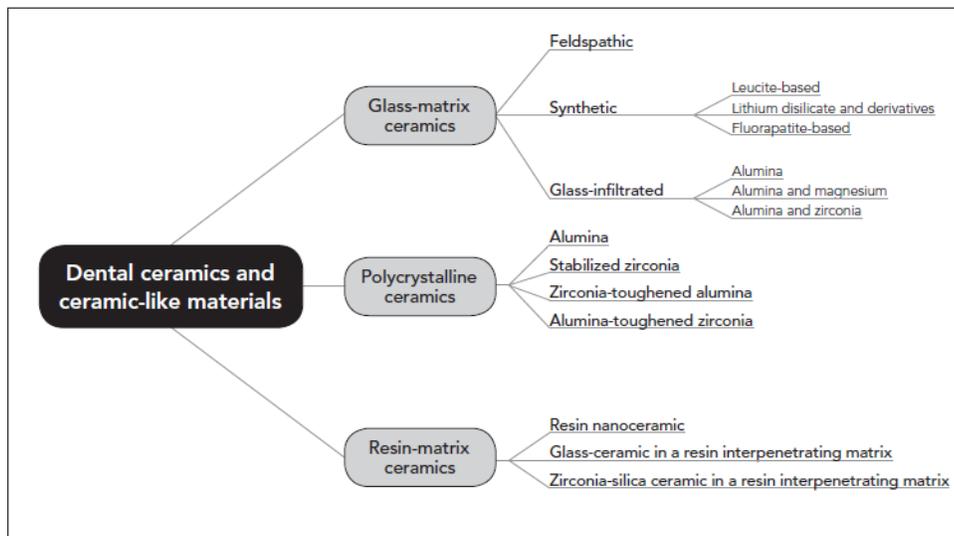


Figura 3 Clasificación de cerámicas (Gracis, 2016).

La cerámica elegida para el presente trabajo de investigación contiene una matriz vítrea sintética con disilicato de litio (IPS e.max CAD®), este material se introdujo a la odontología en el año 2005, por la casa comercial Ivoclar Vivadent, la cual está compuesta por 70% de cristales de disilicato de litio  $\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ , una primera fase cristalina compuesta de microcristales de disilicato de litio y una segunda fase que consta de nano-partículas de ortofosfato de litio  $\text{Li}_3\text{PO}_4$  y ofrece 360MPa de resistencia a la flexión superior a las cerámicas de leucita (Girodano, 2010; Tysowsky, 2009; Zortuk et al., 2010).

Dentro de sus principales propiedades destacan su estructura cristalina única que le permite un tamaño, forma y densidad controlada, aumentando resistencia y durabilidad. Ofrece un índice de refracción relativamente bajo y propiedades ópticas excepcionales como la transparencia, proporcionando estética óptima, requisito fundamental para restaurar dientes anteriores (McLaren, 2009).

Actualmente está disponible en dos técnicas de procesamiento diferentes:

- A. La técnica de cera perdida, o cerámicas prensables (figura 4). Este se basa en la tecnología del vidrio (por ejemplo, fusión, enfriamiento, nucleación simultánea de dos cristales diferentes y el crecimiento de cristales) que está constantemente optimizado para prevenir defectos (Ritter, 2009; IPS e.max® Press, Ivoclar Vivadent 1990) demuestran una resistencia a la flexión de 400 MPa.
- B. La técnica por fresado (figura 5), se puede fabricar ya sea en el laboratorio o en el sillón dental usando tecnología CAD/CAM (IPS e.max® CAD, Ivoclar Vivadent 2009), ofrecen una resistencia a la flexión de 360 MPa.

La variación en la fuerza entre los dos procesamientos se debe al tamaño y la longitud de los cristales de litio-disilicato.

En su procesamiento, el disilicato de litio no requiere una cerámica de estratificación cuando se presiona o se fresa el contorno completo debido a su fuerza monolítica de 360 MPa a 400 MPa. Para el proceso de cementación las coronas y puentes hechos con IPS e.max Press pueden, necesitan protocolos de cementación convencional o con un autoadhesivo (por ej. speedCEM) Inlays, (delgadas) carillas y

carillas oclusales se colocan con la técnica adhesiva (Catálogo IPS e.max® Press, Ivoclar Vivadent 2009).

En relación a la translucidez las formas prensables y CAD de disilicato de litio permiten la caracterización de las restauraciones, similares a la dentición natural del paciente. Actualmente los fabricantes ofrecen una variedad de pastillas para la translucidez:

- A. Alta translucidez (HT) ideales para los casos estéticos en el sector anterior.
- B. Pastillas con más opacidad de Baja translucidez (LT) son muy adecuadas para los casos de dientes oscuros y muñones que requieran enmascaramiento.

Para mejorar aún más la estética, dentistas y técnicos también pueden utilizar la técnica del cut-back y stains (McLaren, 2009).



Figura 4. Presentación prensable e.max PRESS (Ivoclar Vivadent®).



Figura 5. Presentación e.max CAD (Ivoclar Vivadent®).

#### 4.1.3 Generalidades del CAD-CAM.

Actualmente las cerámicas de disilicato de litio cumplen con las características necesarias para ser adaptadas a la superficie del diente y pueden ser utilizadas en combinación con “The Computer-Aid-Design/Computer-Aid-Manufacturing” CAD-CAM, lo que las hace ser más semejante a las características naturales del diente (Pieger, 2014). Este proceso fue aplicado en 1971, por primera vez en la odontología como forma experimental y clínica, en prótesis fija. A finales de los 80’s Mörmann y Brandestini desarrollaron este proceso y presentaron uno de los primeros sistemas Cerec el cual podía utilizarse sin necesidad de un laboratorio dental (Duret,1996; Cadafalch, 2007). El desarrollo de los sistemas CAD-CAM en los últimos 15 años permite disponer actualmente de 50 sistemas (Van der Zel, 1999; Nevárez, 2012).

Las funciones realizadas por un sistema CAD/CAM se plasman en tres elementos básicos relacionados entre si:

- Conversión analógico-numérica de la imagen.
- Diseño asistido por ordenador con modelizaciones lineales y superficiales.
- Fabricación por control numérico.

Con esta información podemos determinar que el CAD/CAM es un concepto con muchos orígenes, de inicio orientados hacia el hardware (circuitos). Sin embargo, el software (programación) es lo que da vida al CAD/CAM (figura 6) (Cadafalch, 2007).



Figura 6. Secuencia del CAD.CAM (imagen de internet).

## **4.2 Pigmentos**

La elección correcta y precisa de color representa un reto al realizar una restauración cerámica, este problema se acentúa cuando el paciente presenta características únicas en alguna de las capas del diente. Sin embargo, gracias a los pigmentos: los óxidos metálicos y los modificadores de color, aplicados de forma intrínseca o extrínseca, se puede personalizar y/o modificar el color y textura de los dientes para obtener resultados óptimos (Bativala et al., 1987; Cho, 2006). Estos pigmentos ayudan a imitar la naturaleza del diente, y se incorporan a la mezcla de la porcelana en pequeñas cantidades durante o después de la elaboración, en este método se aplican junto con el glaze y se funde la mezcla en un horno.

Los óxidos metálicos proporcionan las siguientes características (Craig, 1988).

- Pigmento rosa, viene de cromo - estaño o de óxido de cromo-aluminio, da un tono cálido a la porcelana y disminuye tonalidades verdes.
- Pigmento amarillo se deriva del óxido de indio y praseodimio, se utiliza como un tono marfil.
- Pigmento azul proviene de sales de cobalto, se utiliza para producir algunos de los colores de esmalte.
- Pigmento verde se obtiene de óxido de cromo y cobre, se utiliza para añadir profundidad.
- Pigmento gris proviene del óxido de hierro y magnesio y se utiliza en esmalte para producir las secciones grises de la dentina.
- Pigmento marrón-amarillentos, provienen del óxido de titanio y níquel, se utiliza para personalizar las características del diente
- Pigmento amarillo-anaranjado proviene del óxido de hierro, usado para personalizar las características del diente.
- Las tierras lantánidas dan la fluorescencia

Se aplican de acuerdo con las preferencias del clínico y la situación clínica. Maquillaje y glaseado se pueden mezclar, aplicar y cocer. Otra forma es aplicar

maquillaje cocerlo y después aplicar el glaseado y realizar la cocción (McLean, 1979; Abadie, 1984).

### **4.3 Color**

Isaac Newton en 1676 describió lo que conocemos hoy en día como color. En una pieza oscura, dejó pasar un pequeño haz de luz blanca a través de un orificio obstruido con un cristal, un prisma de base triangular y observó que al pasar por el cristal el rayo de luz se descomponía y aparecían los seis colores del espectro reflejados en la pared donde incidía el rayo de luz original: rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, añil y violeta(figura 7) (De los Santos, 2010).

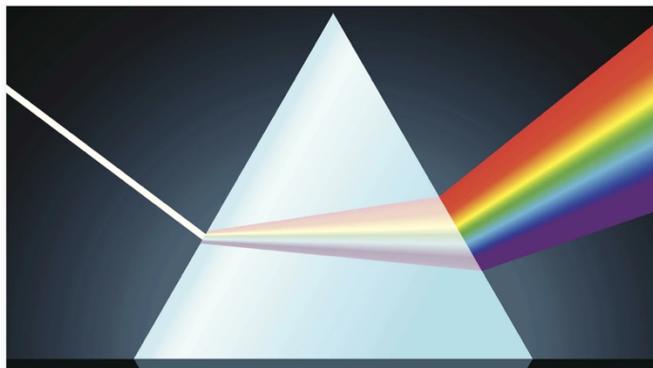


Figura 7. Prisma de base triangular

La sensación de color esta dictada por nuestro cerebro y es solo una impresión, transmitida por medio de ondas electromagnéticas de luz, conformadas por unidades de energía llamadas cuantos. Estos llegan a los receptores de la retina y traducen la luz para enviarla al nervio óptico, las células se encargan de traducir la luz blanca en color, por medio de las células llamada bastoncillos y 6 millones de conos traducen el color, existen tres tipos de conos: la corta percibe el azul, la mediana verde y larga rojo., esto se conoce como espectro de luz (figura 8) formado por longitud de ondas que van de los 400 a los 700 nanómetros, mas allá de estos limites el ojo humano no es capaz de percibirlos (Macchi, 2007; De los Santos, 2010).

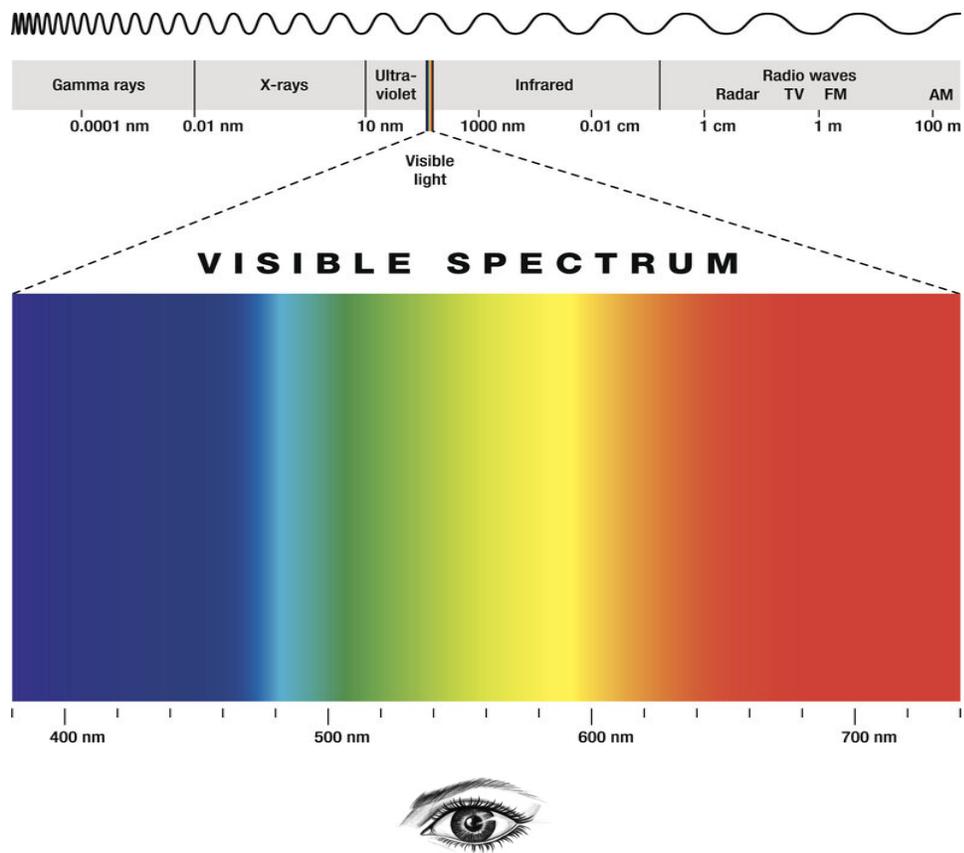


Figura 8. Espectro de luz visible.

El resultado que se obtiene cuando la materia absorbe solo alguna parte de las radiaciones que constituyen la luz y otra parte la transmite o refleja como un cuerpo, es lo que se traduce como color, el color esta dado por la longitud de onda que no es capaz de absorber. Cuando las radiaciones son absorbidas y luego transmitidas o reflejadas con una longitud de onda mayor que el incidente se le llama luminiscencia y hace que un cuerpo pueda ser visto por el ojo humano, aunque incida sobre el una onda no visible, cuando esta devolución ocurre en forma casi inmediata el fenómeno se denomina fluorescencia. Como ejemplo tenemos los dientes que con la luz negra con una radiación con menor longitud de onda que el espectro visibles (Micchi, 2007).

Al color lo determinan 3 dimensiones y podemos decir que es el conjunto de un matiz, una determinada intensidad y un valor.

**EL HUE, MATIZ, COLOR O TONO** es la dimensión que esta determinada por la longitud de onda no absorbida y que permite distinguir el rojo del azul.

**EL VALOR** indica la luminosidad u oscuridad, que tan claro u oscuro parece un color en una escala donde 0 es negro pasando por los grises intermedios hasta el 10 siendo este el blanco, y se refiere a la cantidad de luz percibida. Independientemente de los valores propios de los colores, pues éstos se pueden alterar mediante la adición de blanco que lleva el color a claves o valores de luminosidad más altos, o de negro que los disminuye. Los colores que tienen un valor alto (claros), reflejan más luz y los de valor bajo (oscuros) absorben más luz. Dentro del círculo cromático, el amarillo es el color de mayor luminosidad (más cercano al blanco) y el violeta el de menor (más cercano al negro).

**EL CROMA O INTENSIDAD** representa la saturación del color, y puede relacionarse con el ancho de banda de la luz que estamos visualizando. Los colores puros del espectro están completamente saturados. Un color intenso es muy vivo, cuando más se satura el color, mayor es la impresión de que el objeto se está moviendo (Macchi, 2007, Ahn, 2008).

El color se clasifica en:

- A. **Colores primarios**, que son el azul, amarillo y rojo que no pueden obtenerse mediante la mezcla de ningún otros. Existen diversos modelos para identificar los colores primarios, los más comunes son los modelos donde prevalecen tres colores primarios principales. Son tres colores debido a la visión tricromática humana donde hay tres tipos de receptores que responden a longitudes de onda de la luz muy específicas. Por ejemplo, amarillo, magenta y cyan.

- B. *Colores secundarios* –verde, naranja y violeta o púrpura- son la combinación de dos colores primarios mezclados en partes iguales, estos colores secundarios se usan al combinarlos con los primarios. son identificados por el ojo humano dependiendo de la fuente, la naturaleza y el material que represente y genere el color, además de las características subjetivas de la percepción visual. Se han estudiado diferentes modelos para determinar cuáles son los colores secundarios. Por ejemplo, rojo, verde, azul y negro.
- C. *Colores intermedios o terciarios*, son los que se obtienen mediante la unión de un color primario con uno secundario, por ejemplo, el color resultante de la mezcla del amarillo (color primario) con el verde (color secundario). El color resultante será considerado un color intermedio, y estará compuesto por pigmento amarillo y verde a partes iguales (Macchi, 2007).

### Clasificación de colores primarios

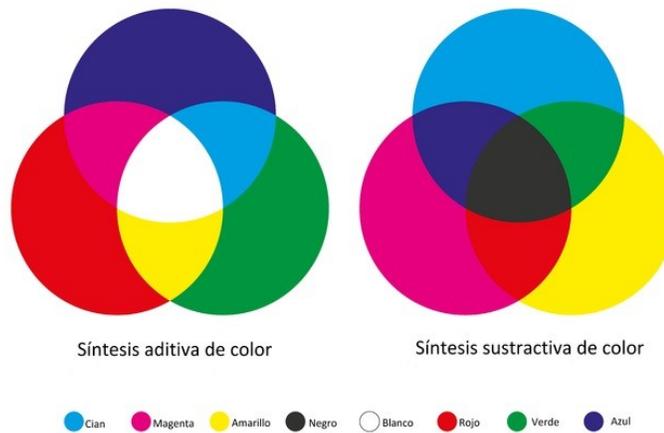


Figura 9. Modelo RGB.

Existen diferentes teorías del color que se han dado a la tarea de identificar los colores primarios, la teoría moderna distingue entre colores, luz y pigmento:

- Colores primarios luz (modelo RGB) (figura 9): Rojo, verde y azul.
- Colores primarios pigmento (modelo CMY): Cian, magenta y amarillo.
- Colores primarios tradicionales (modelo RYB): Rojo, amarillo y azul.
- Colores primarios psicológicos: rojo, amarillo, verde y azul.

### Clasificación de colores secundarios



*Figura 10. Síntesis aditiva y sustractiva*

***El modelo de color sustractivo:*** en este modelo los colores secundarios de acuerdo con el sustractivo se originan de la mezcla entre el cian, el magenta y el amarillo (figura 10).

- Magenta + amarillo = rojo.
- Amarillo + cian = verde.
- Cian + magenta = azul.
- Cian + magenta + amarillo = negro.

*El modelo de color aditivo:* en este modelo los colores secundarios se originan de la mezcla entre el rojo, el verde y el azul (figura 10).

- Rojo + verde = amarillo.
- Rojo + azul = magenta.
- Verde + azul = cian.

*El modelo de color RYB:* en el cual los colores secundarios se originan de la mezcla entre el azul, el amarillo y el rojo (De los Santos, 2010).

- Rojo + amarillo = naranja.
- Amarillo + azul = verde.
- Azul + rojo = morado.

En esta investigación utilizaremos el modelo de medición de color RGB colores primarios luz (aditivo) ya que el sistema nos permite evaluar el color detectando mínimas variables por medio de luces que producen múltiples imágenes para definir el color exacto.

#### **4.4 Escalas de medición del color**

Escala/árbol de Munsell, los colores se especifican mediante la notación HV/C, donde H es Hue, Matiz o Tono, V es el valor igual a luminosidad y C es el croma o la saturación. Se segmenta en diez intervalos que van del 0 (negro puro, abajo) al 10 (blanco puro, arriba). Las ramas se dividen en segmentos, desde cero en el centro para los colores neutros (gris) hasta 20 o más. La escala no tiene límites, incluso los materiales fluorescentes tienen su lugar. Para facilitar la lectura de las especificaciones, el número del color se acompaña de la(s) inicial(es) del primario adyacente (figura 11). Así un rojo intenso sería 5R 5/16. La notación varía para los neutros: el color es N y la saturación se omite, de modo que una tinta negra sería N1 /. Su principal inconveniente es que la selección de los colores reales del árbol/ escala obedece tanto a la subjetividad de Munsell como a su método científico (De los Santos, 2010).

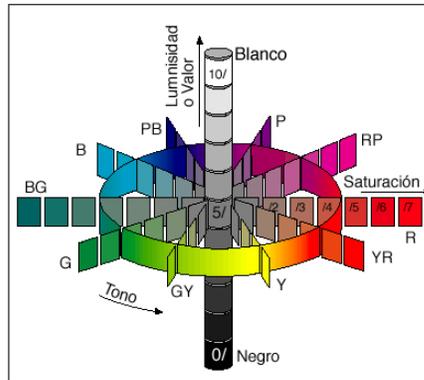


Figura 11. Escala/árbol de Munsell 1905(De los Santos, 2010).

El sistema CIE  $L^* a^* b^*$  o CIELAB, fue desarrollado por L'éclairage (1931), para estandarizar el color, este modelo describe todos los colores que puede percibir el ojo humano.

Los tres parámetros en el modelo representan la luminosidad de color:

- $L^*$  indica el blanco o el negro (0 negro y 100 blanco),
- $a^*$  dictada la cromaticidad del color y es la transición de verde a magenta (valores negativos corresponden al verde mientras valores positivos indican magenta).
- $b^*$  la posición entre amarillo y azul (valores negativos corresponden al azul y valores positivos indican amarillo).

Actualmente este sistema se maneja en imágenes digitales en formatos TIFF y PDF y equipos de alta resolución que manejan amplias gamas de colores como en espectrofotómetros y colorímetros. En el caso de las cámaras digitales, por lo general la captura de la imagen se hace en espacio CIE  $L^* a^* b^*$  y la visualización en la pantalla de LCD se hace en espacio RGB (Marcus, 1998; Melgoza, 2001; Lagouvardos, 2009).

Este sistema es aceptado universalmente como el sistema de especificación de color, que dispone el espacio de color de manera uniforme con base en la percepción visual, lo que permite que un cambio, por mínimo que sea en cada uno de los tres parámetros de color, sea percibido. Este mide la emisión reflejada independientemente de la luz y calcula los parámetros del color en los tres ejes del espacio.

Este espacio se representa por medio de una esfera la cual se muestra en la figura 12, donde  $L^*$  indica la luminosidad y  $a^*$  y  $b^*$  son las coordenadas cromáticas.

$L^*$ =luminosidad

$a^*$ = coordenadas rojo/verde (+a indica rojo, -a indica verde)

$b^*$  = coordenadas amarillo/azul (+b indica amarillo, -b indica azul)

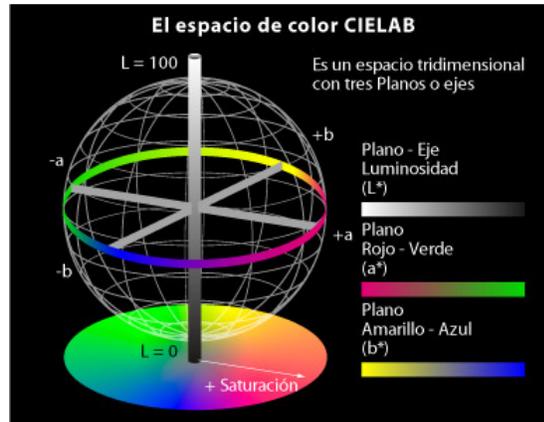


Figura 12. Espacio del color CIELAB  
 Extraído de: [http://www.gusgsm.com/espacio\\_color\\_cie\\_lab](http://www.gusgsm.com/espacio_color_cie_lab).

Los instrumentos de medición de color, incluyendo espectrofotómetros y colorímetros, pueden cuantificar estos atributos de color fácilmente. Ellos determinan el color de un objeto por ejemplo (figura 13) dentro del espacio de color y muestran los valores para cada coordenada  $L^*$ ,  $a^*$ , y  $b^*$  (Joiner, 2008).

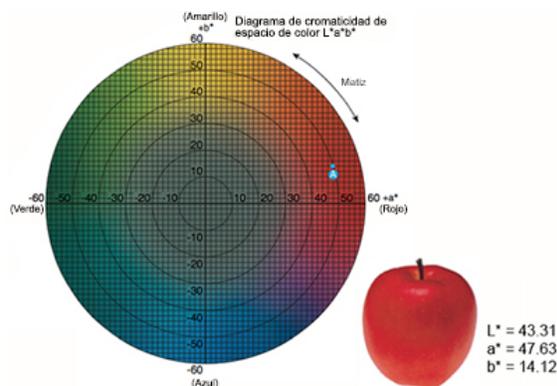


Figura 13. Determinación del color por medio de las coordenadas CIELAB.  
 (Extraído de: <http://sensing.konicaminolta.com.mx/2014/09/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/>).

#### **4.4 Efectos del cepillado y la pasta dental en los materiales restauradores**

En la cavidad oral, las superficies de los materiales de restauración son sometidas a múltiples factores, que pueden alterar la calidad de la superficie, entre ellos, los procedimientos de higiene oral que desempeñan un papel esencial en la salud bucodental.

Múltiples investigadores a lo largo de la historia encontraron diferentes resultados sobre la abrasión dental uno de ellos Miller (1907) conocido por ser pionero sobre el tema de la caries realizó una investigación sobre el efecto del cepillado dental sobre la superficie del diente y concluyó que el desgaste mecánico aceleraba la erosión dental. Ciertos números de estudios no diseñados específicamente para estudiar la abrasión han rendido datos importantes sobre la influencia de los dentífricos y el cepillado dental (LMiller, 1907).

Firdaus (1987) evaluó los efectos del cepillado en la cerámica encontrando cambios significativos en la rugosidad pero no en el color dado por los pigmentos, en otro estudio se investigó el efecto de cambio en el color y en la rugosidad resultante del cepillado de cerámica metálica teñida interna y externamente y se observó una pérdida significativa de estructura como resultado del cepillado. No se encontraron diferencias significativas entre los cambios de color (Anil, 2002).

El uso frecuente de la pasta profiláctica puede tener efectos secundarios, tales como la formación de rugosidad en la superficie de los materiales de restauración y de ese modo incrementar la placa bacteriana y la retención del maquillaje (Heintz, 2010). En restauraciones directas, especialmente para aquellas que cubren la parte labial o bucal, tales como la clase IV o Clase V rellenos, mientras que las partes proximales de los rellenos de clase II son menos afectadas por el cepillado de dientes. Las partes oclusales son más influenciadas por la interacción con el antagonista y el bolo durante la

comida que por el cepillado de dientes. En el 2014 Lago justifico que el cepillado provoca rugosidad y cambio de color después de 10 años.

Rosentritt (2015), determinó que la carillas y restauraciones directas tiene desgaste significativo al cepillado. En un estudio evaluaron diferentes cerámicas y no encontraron diferencia estadísticamente significativa después de 12 años de cepillado, independientemente de la técnica de tinción; sólo se encontraron cambios de tono dependiendo de la técnica de cepillado (Garza, 2016).

Además de ser rentables, los materiales dentales especialmente los usados en odontología restauradora deben cumplir con múltiples requisitos entre ellos la biocompatibilidad, durabilidad, excelentes efectos de luz, resistencia a la abrasión, dureza, resistencia mecánica, resistencia química, densidad de superficie, facilidad de fabricación, fluorescente y el fácil mantenimiento intraoral (Arnetz, 2015).

Anteriormente se creía que lo que la abrasión en los dientes era causada por el cepillado y la pasta dental, sin embargo, se ha demostrado que estos no son la causa principal, ya que influyen dientes factores.

Diferentes estudios han asociado la abrasión de la pasta dental a sus componentes abrasivos insolubles como el sílice, carbonato de calcio, oxido de aluminio, perlita y piedra pómez. La abrasividad de la pasta se mide en función al tamaño de la partícula, dureza, cantidad y distribución, utilizando la *abrasividad relativa de dentina* “RDA.

En julio del 2017 el laboratorio de la Procuraduría Federal del Consumidor PROFECO realizó un estudio de pastas dentales, para determinar la calidad de las pastas vendidas en México. Y sus resultados muestran que la pasta Colgate máxima protección anti-caries 160 ml (apéndice), está dentro de los parámetros que cumplen con la calidad, por este motivo y en conjunto con la encuesta realizada para determinar el uso en la población esta pasta fue seleccionada para ser usada en la presente investigación.

En relación con el cepillo dental, Kinoshita (1979) evaluó el cepillado dental usando cerdas de diferentes durezas, por medio de una maquina, que cepillo 3000 veces durante dos horas con una carga de 600g y observaron irregularidades en la superficie mediante el microscopio electrónico de barrido, el cepillo de filamentos de (0,40mm) causó ligeras marcas, la superficie de los dientes que se cepillaron sin dentífrico no mostraron efectos abrasivo. Para esta investigación se utilizo un cepillo de dientes Oral-B suave recto del N° 35 el cual resulto ser el mas utilizado dentro de la recolección de datos realizada en la Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Nuevo León (apendice 1 y 2) y cumple que esta dentro de los parámetros, la técnica de cepillado realizada en la investigación es por medio de movimientos circulares el cual resulta mas efectivo para la remoción de placa dentobacteriana (Arai 1977; Dyer, 2000).

## 5. MÉTODOS

Se realizó un diseño comparativo, abierto, observacional y longitudinal. En el cual se utilizó un análisis de la variable a evaluar del tipo cuantitativa. Mediante el análisis del cálculo de muestra determino que el tamaño de 30 muestras eran suficientes para probar nuestra hipótesis con un 95 % de confiabilidad.

### **Determinación del Tamaño de la muestra**

Por las condiciones de la variable a evaluar del tipo cuantitativa (Cambios en el color que presentan la superficie de las cerámicas de litio) donde, además, se trata de una población infinita se estima el tamaño de la muestra con la aplicación de la siguiente fórmula general:

$$n = \frac{z^2 \sigma^2}{e^2}$$

Para el presente proyecto se han determinado los siguientes valores con base a los resultados del artículo “*Effect of toothbrushing on shade and surface roughness of extrinsically stained pressable ceramics*” y que serán aplicados para determinar el tamaño de la muestra:

$z = 1.96$  para 95% confiabilidad

$\sigma = 0.65$

$e = 0.23$

Para obtener el tamaño de la muestra se sustituyen los valores y se obtiene que:

$$n = \frac{z^2 \sigma^2}{e^2} \quad n=30$$

De aquí se obtiene que el número total de muestras para el estudio fue de 30.

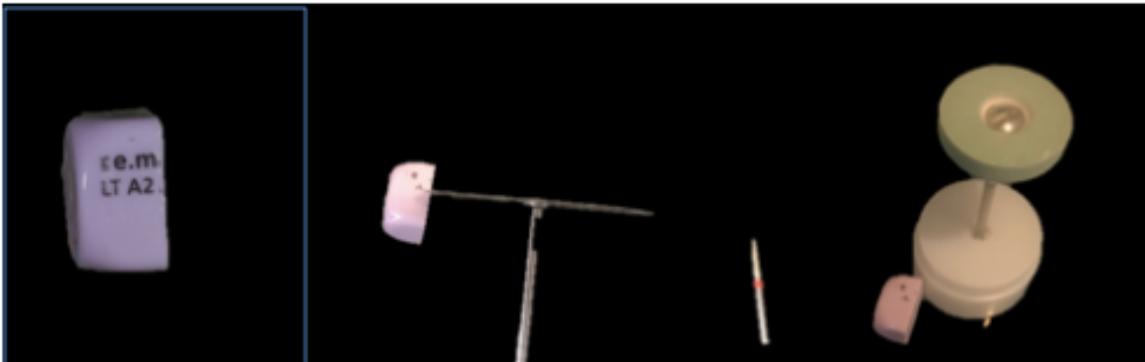
El material estaba compuesto por cerámica de disilicato de litio (IPS e.max CAD Ivoclar Vivadent), el cual se evaluó de acuerdo al procedimiento de fabricación y a través del tiempo para determinar cambios en la superficie.

***Procedimiento:***

El material a prueba fue, bloques de cerámica CAD/CAM (IPS e.max CAD LT A2 Ivoclar Vivadent®), el color fue seleccionado de acuerdo con el color promedio de las restauraciones en la clínica del posgrado de Prosthodontia de la Facultad de Odontología (2016-2018).

**1º FASE DE PREPARACIÓN**

Los especímenes se recortaron en dos partes para obtener las muestras: Primero con disco de diamante y posteriormente fresas de grano fino (Jota ®), finalmente se pulió la superficie con piedra verde de diamante (BesQual ®), (figura 14)



*Figura 14. Bloques CAD-CAM y obtención de muestras*

Para la preparación de las muestras se utilizaron los siguientes materiales:

1. Disco de diamante (BesQual®).
2. Fresa diamante grano fino (Jota®).
3. Piedra verde diamantada (BesQual®)

4. IPS e.max CAD bloques de disilicato de litio parcialmente cristalizados (Ivoclar Vivadent®).
5. IPS e.max ceram pasta Glaze (Ivoclar Vivadent®) (figura 15).
6. IPS e.max ceram Shade 2 (Ivoclar Vivadent®)(figura 15).
7. IPS e.max ceram Glaze and stain liquid (Ivoclar Vivadent®).
8. IPS e.max Crystall/ Glaze (Ivoclar Vivadent®)(figura 15).
9. IPS e.max Crystall/ Shade 2 (Ivoclar Vivadent®)(figura 15).
10. Sistema de pulido diamantado para disilicato de litio ( EVE®)(figura 15).
11. Pincel Para aplicación de porcelana 01 y 02 (Renfert®)
12. Vaporizador 8A (Zhermack®)
13. Horno para cocción Programat EP 3010 (Ivoclar Vivadent®).



*Figura 15. Glaze y maquillaje Crystal y ceram(izquierdo) y sistema pulido EVE(derecho)*

Se obtuvieron 30 muestras las cuales se dividieron primero en tres grupos (tabla 2), de acuerdo con el protocolo de fabricación, todas las muestras se prepararon bajo las indicaciones del fabricante. Estos grupos se realizaron tomando como referencia el artículo de Garza, (2016).

Características de los grupos:

- *Grupo 1.-* Primero cocción de cristalización del material, segunda cocción aplicación de maquillaje y tercera cocción glaseado (figura 15).
- *Grupo 2.-* Primero cocción de cristalización del material, segunda cocción aplicación de maquillaje y glaseado (figura 16).
- *Grupo 3.-* Cocción de cristalización del material, glaseado y maquillaje en un solo paso (figura 17).

GRUPO	CRISTALIZACIÓN	MAQUILLAJE	GLASEADO
<b>GRUPO 1</b> (N=10)	1ª Cocción	2ª Cocción IPS e.max ceram Shade 2 (Ivoclar Vivadent®).	3ª Cocción IPS e.max ceram pasta Glaze (Ivoclar Vivadent®)
<b>GRUPO 2</b> (N=10)	1ª Cocción	2ª Cocción IPS e.max ceram Shade 2 (Ivoclar Vivadent®). IPS e.max ceram pasta Glaze (Ivoclar Vivadent®)	
<b>GRUPO 3</b> (N=10)	1ª Cocción IPS e.max ceram Shade 2 (Ivoclar Vivadent®). IPS e.max ceram pasta Glaze (Ivoclar Vivadent®)		

Tabla 2. Distribución de los grupos de acuerdo con el protocolo de elaboración



Figura 16. Tres de las 10 muestras del grupo uno terminadas.



Figura 17. Tres de las 10 muestras del Grupo dos muestras terminadas.



Figura 18. Cinco de las 10 muestras del grupo tres previas a la fabricación.

La cristalización se realizó en un horno Programat EP 3010 (figura 19) a 850°C / 1562°F y en el grupo uno y dos el maquillaje y glaseado se realizó a 770°C / 1418°F. el grupo uno y dos se pulieron después de la cristalización, y el grupo tres se pulió después de aplicar glaze, todas las muestras se limpiaron con vaporizador antes de aplicar el glaze y/o el color.

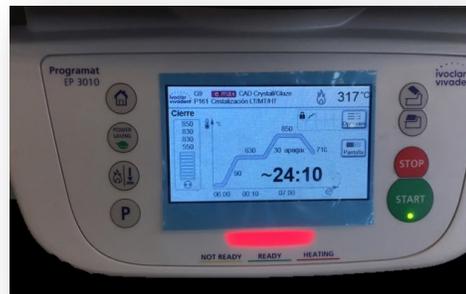


Figura 19. Horno Programat EP 3010 Cristalización de muestras.

Cada grupo recibió un número para poder ser identificados y recolocados para su evaluación (figura 20), siendo los del grupo uno de 1.1 al 1.10, del grupo dos de 2.1 al 2.10 y del grupo tres de 3.1 al 3.10



Figura 20. Muestras en la estación de cepillado enumeradas de acuerdo con el grupo.

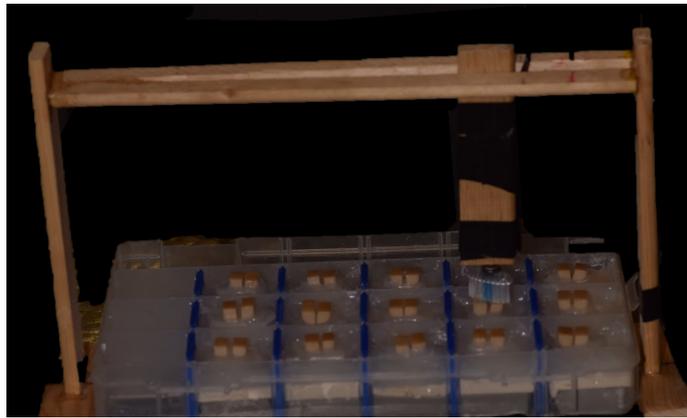
## 2º FASE DE CEPILLADO

Una vez obtenidas las 30 muestras de acuerdo con el protocolo de elaboración estas se subdividieron y reagruparon para su evaluación de acuerdo con la cantidad de años simulando el cepillado como se describe en la tabla 3, en total fueron 3 subgrupos, cada uno estaba formado por 3 muestras de cada grupo dando un total de 9 muestras por subgrupo. Se incluyó además un grupo control para verificar la repetitividad de la medición de color.

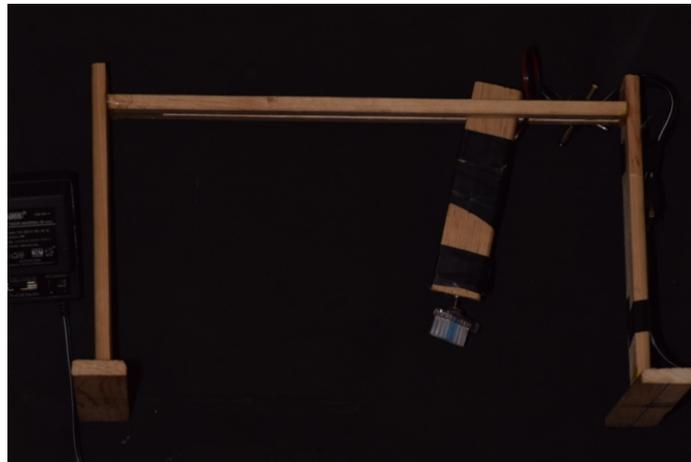
GRUPO	CONTROL G4	AÑOS DE CEPILLADO		
		5 AÑOS A	10 AÑOS B	15 AÑOS C
<b>GRUPO 1 =G1 (N=10)</b>	n=1	n=3	n=3	n=3
<b>GRUPO 2= G2 (N=10)</b>	n=1	n=3	n=3	n=3
<b>GRUPO 3= G3 (N=10)</b>	n=1	n=3	n=3	n=3
<b>TOTAL, DE MUESTRAS EVALUADAS</b>	3	9	9	9
<b>MUESTRA TOTAL</b>				<b>30</b>

Tabla 3. División de subgrupos para su evaluación por años de cepillado.

Una vez preparadas las muestras para su evaluación, se procedió a realizar la estructura de soporte para la maquina de cepillado en la cual se utilizó un templete de 24 espacios de los cuales solo se emplearon 15 cada uno se dividió en dos para dar espacio a las 30 muestras y se organizaron en forma horizontal de acuerdo al grupo de fabricación, formándose 5 columnas con 3 filas (figura 21), para la maquina de cepillado se utilizo un mini-motor de corriente directa (Steren®) el cual gira a 13,000RPM (revoluciones por minuto), conectado a una corriente eléctrica de 4.5 voltios, sobre un soporte de madera con un espacio central de 1cm para soporte y sujeción del cepillo (figura 22).



*Figura 21. Maquina multiestación de cepillado.*



*Figura 22. Maquina de cepillado.*

### ***Descripción del cepillado***

1. Se colocaron las muestras en la maquina de cepillado multiestación.
2. Las muestras se fijaron con silicón transparente a la base de cada compartimento esto nos permitió removerlas y recolocarlas en la misma posición (figura 23).
3. Los depósitos se llenaron con una solución de 100ml de pasta dental Colgate diluida en 100ml de agua destilada relación 1:1 (figura 24).
4. El cepillado se realizo en 2 muestras al mismo tiempo(figura 25).
5. Para estandarizar la posición de cepillo se coloco siempre en la misma posición(figura 21) vertical (en la mitad de las 2 muestras) y horizontal (en contacto con la superficie de la/las muestras)(figura 26).
6. En las muestras de los 5 años se realizaron 21,900 cepilladas equivalente a 1'41'' por muestra.
7. En el grupo de los 10 años 43, 800 cepilladas equivalente a 3'22'' por muestra.
8. En el grupo de los 15 años 65,700 cepilladas equivalente a 5'3'' cada muestra.
9. Se reemplazo el cepillo y la solución de pasta cada 34,560 cepilladas o sea 2 minutos y 40 segundos (lo equivalente a 3 meses).
10. En total se utilizaron 32 cepillos para la evaluación de las muestras.
11. Se lavaron y secaron antes y después del cepillado.
12. Análisis con el sistema multiespectral antes y después del cepillado en cada grupo para detección de color
13. Medición con sistema 3D para evaluar contorno y rugosidad.



*Figura 23. Muestras Fijas con silicón transparente.*

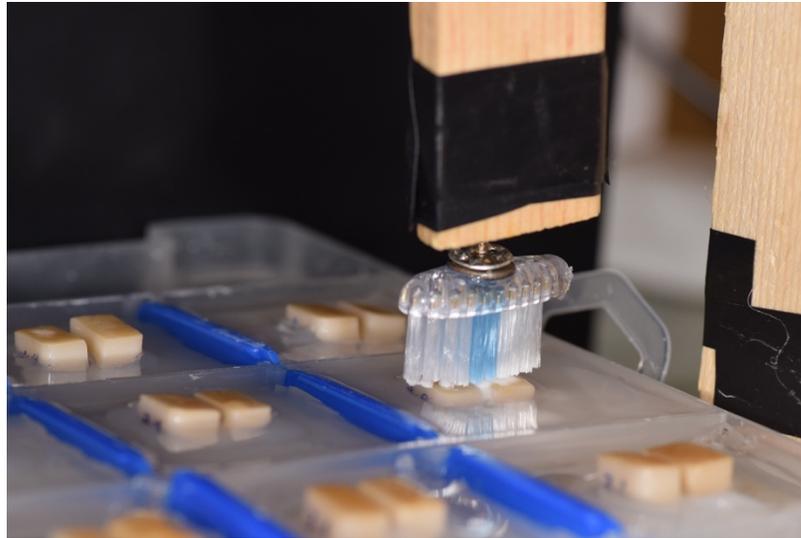


Figura 24. Pasta dental colgate Original y agua destilada

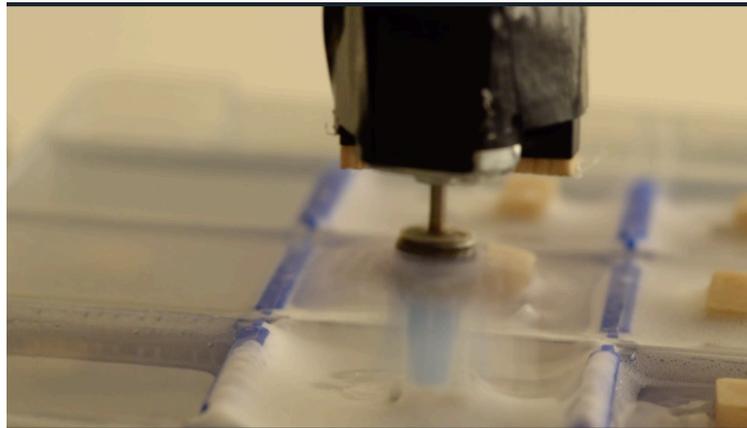
Se colocó el cepillo en contacto con la superficie de la muestra para lograr una fuerza aproximada de 110gr de presión al momento de cepillar. Se simuló el cepillado de 2 minutos 3 veces al día recomendado por la asociación dental mexicana ADM, se dividió el tiempo entre los cuadrantes y este entre diente obteniendo 4 giros por cepillada por diente lo que equivale a 12 giros por diente, por día. (tabla 4) y con una regla de 3 en el que los giros por año multiplicado por 60 segundos (1 minuto) dividido entre las 13,000 vueltas que da el motor del cepillo nos dio el resultado del tiempo de cepillado para simular los años, así es como obtuvimos el resultado para evaluar cada muestra y el lapso que nos llevaría realizarlo.

Cepillado por	Cepilladas (giros)	Minutos Segundos	Muestras evaluadas	Minutos totales
Diente	4	4''		
Día	12	12''		
Año	4,380	23''58ms		
5 años	21,900	1'41''	9	12'41''
10 años	43,800	3'22''	9	28'59''
15 años	65,700	5'3''	9	47'42''

Tabla 4. Frecuencia de cepillado de cada muestra de acuerdo con los años



*Figura 25. Cepillado de muestras sin movimiento*



*Figura 26. Cepillado de muestras en movimiento*

### **3° FASE DE EVALUACION DEL COLOR**

El análisis se realizó con la cámara CVX multispectrum (KEYENCE®). El uso de esta cámara monocromática de alta velocidad en combinación con iluminación de 8 longitudes de onda, proporciona capacidades ampliamente superiores en comparación con la inspección cromática con cámaras a color convencionales. Esto permite que se logren una clasificación precisa, incluso de las más mínimas diferencias de color.

El análisis cromático se realiza para cada píxel, sobre la base de ocho imágenes de escala de grises tomadas con diferentes longitudes de onda. Lo que nos permitió evaluar la cantidad del croma de cada una de las muestras para verificar el cambio de color.

Permite la fácil detección de diferencias sutiles, utilizando longitudes de onda largas. Las imágenes multispectrales utilizan longitudes de onda que cubren la luz visible e invisible, para brindar potentes capacidades de discriminación de color. Esto permite tanto una configuración fácil como una operación estable.

El modo multispectral incluye un método de separación de color para el análisis de sólo un área específica y grupo de colores específicos. Con este método, sólo tienen que elegir el color requerido para la inspección de entre los que se separaron automáticamente (figura 21). En esta investigación se utilizó este sistema. Mediante este método en donde se separaron colores que son visibles al ojo humano, este método de análisis cromático resuelve el problema que enfrentan los métodos convencionales para especificar un color. Esta evaluación nos permite tener un registro de acuerdo con los pixeles obtenidos de cada muestras para así determinar cambios en cuanto al color.

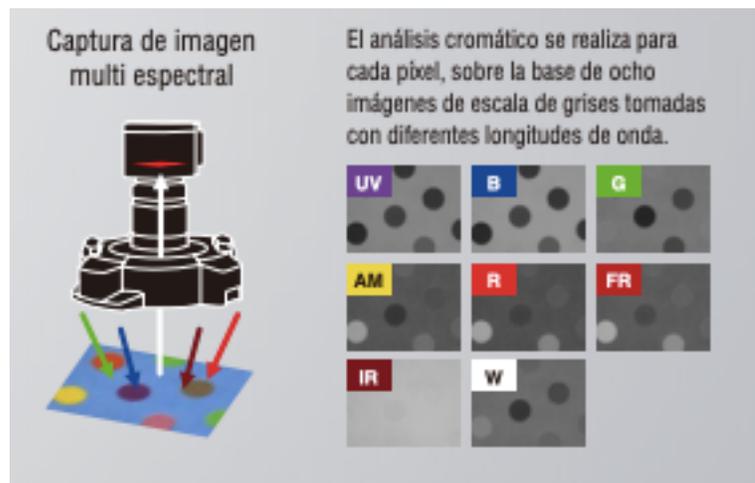
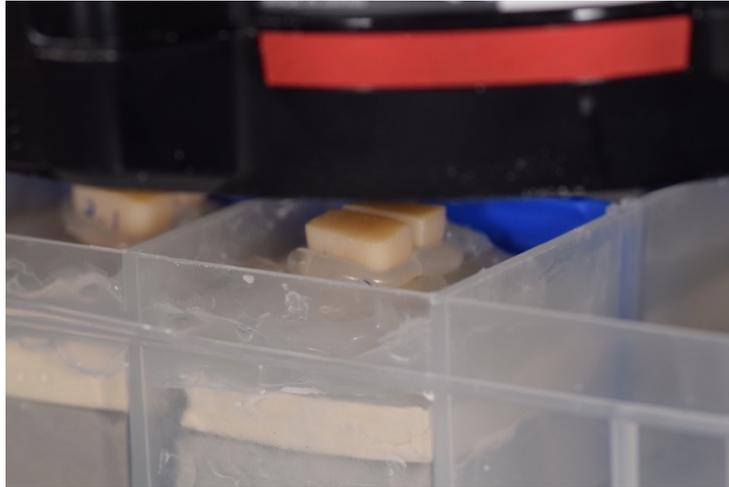


Figura 27. análisis cromático.



*Figura 28 Análisis de Muestras bajo la cámara multispectral.*

#### **4º FASE DE EVALUACIÓN DE LA RUGOSIDAD**

Posteriormente se utilizó el sistema de visión amplia 3D (KEYENCE®) con el cual se evaluó la superficie, para medir con fiabilidad cualquier punto, estos resultados son repetibles y reproducibles (figura 29).

El sistema de análisis 3D VR-5000 (figura 30), escanea rápidamente la superficie completa, para medir con fiabilidad cualquier punto del objeto. Se captura un conjunto denso de datos en un área completa. Se emite una luz estructurada desde el lente del transmisor, que se proyecta sobre la superficie del objeto. El lente del receptor detecta luego la luz reflejada, que aparecerá en bandas y doblada en función de los cambios en la topografía de la superficie. Luego se utiliza triangulación para calcular y medir la altura de la superficie. Utiliza un lente telecéntrico de alta precisión, mide diferencia de altura en  $\mu\text{m}$  (micrones) mide la rugosidad superficial o lineal, de área, volumen.

Tecnología de detección patentada para mediciones de alta precisión, para garantizar una alta precisión de medición, la plataforma está equipada con una escala lineal de alta

precisión y un sensor patentado. Al eliminar la influencia de diversos factores ambientales, como los cambios de temperatura o la inclinación debido al peso de la carga, la Serie VR garantiza una calidad de medición constante, independientemente del usuario.

Mida la rugosidad superficial de acuerdo con Organización Internacional de Normalización ISO 25178. Debido a que la medición se realiza utilizando una gran cantidad de puntos, los resultados de medición son más estables. (2018, KEYENCE®).

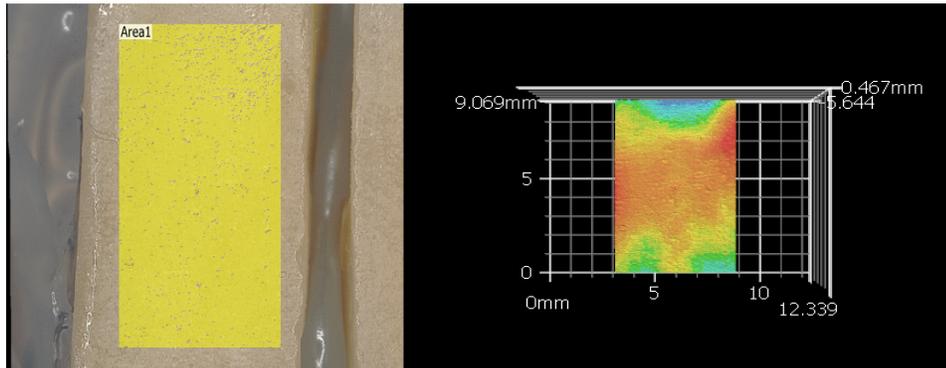


Figura 29. Evaluacion de rugosidad bajo sistema 3D.



Figura 30. Sistema de medición3D KEYENCE

## 6. RESULTADOS

La evaluación del color y la rugosidad se realizó en las 30 muestras con los diferentes protocolos de fabricación simulando el cepillado dental en un lapso de 5,10 y 15 años.

### RESULTADOS DE COLOR

Para la evaluación de datos y los resultados se siguieron parámetros establecidos por medio del sistema multiespectral. El resultado se expresa en unidad de color (uc). El color cuando es de un solo tono muestra 255.00 unidades de color (uc), en este trabajo se registro la cantidad de unidades de color antes y después del cepillado (tabla 5).

RESULTADOS DE COLOR					
MUESTRA	RESULTADOS INICIALES	5 AÑOS	10 AÑOS	15 AÑOS	CONTROL
	UNIDADES DE COLOR	UC	UC	UC	UC
1.1	74.57	73.54			
1.2	87.30	74.12			
1.3	80.89	68.60			
1.4	76.73		69.89		
1.5	72.20		69.05		
1.6	72.14		72.39		
1.7	71.83			65.64	
1.8	68.39			82.18	
1.9	68.98			63.31	
1.10	62.74				62.74
2.1	64.75	78.85			
2.2	78.51	69.66			
2.3	69.01	66.33			
2.4	66.57		72.90		
2.5	76.75		65.12		
2.6	72.80		66.840		
2.7	61.34			67.44	
2.8	65.5			62.33	
2.9	62.27			63.22	
2.10	62.72				62.72
3.1	81.40	79.44			
3.2	97.70	84.37			
3.3	76.01	68.93			
3.4	69.22		81.67		
3.5	74.53		62.49		
3.6	69.93		61.01		
3.7	65.14			85.77	
3.8	78.92			67.46	
3.9	79.79			75.16	
3.10	74.10				74.10

Tabla 5. Recolección de datos en unidades de color (uc) iniciales y después del cepillado dental

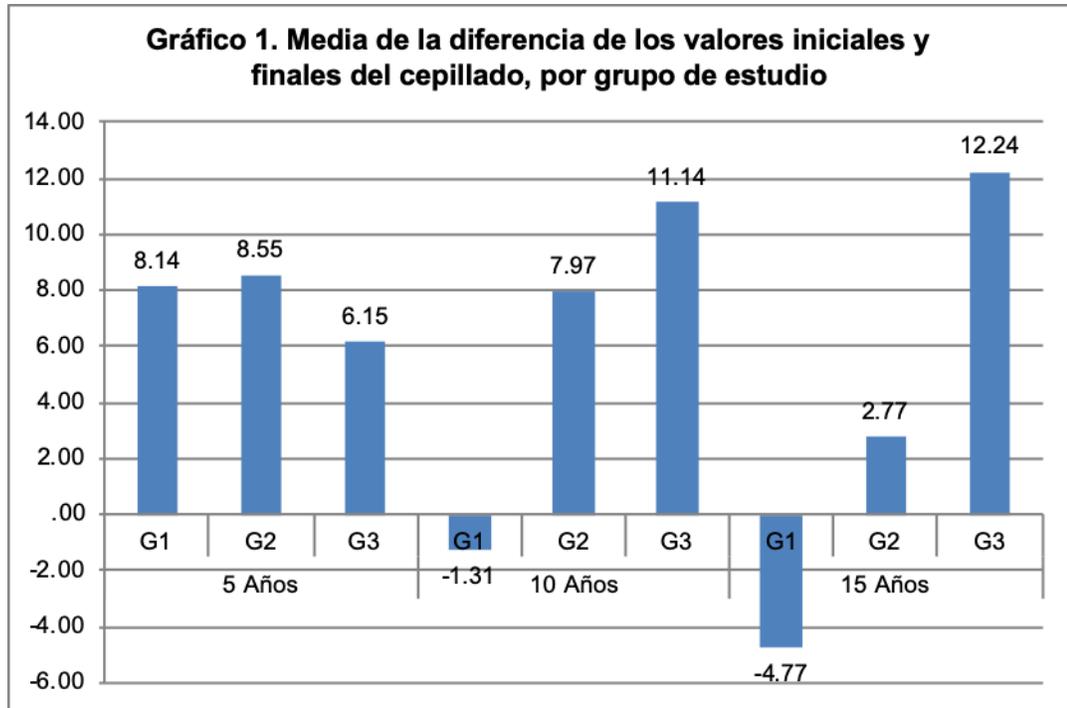
En la evaluación de resultado del análisis de varianza del cepillado los 3 grupos se observa cambios significativos en el color, en el cepillado a 15 años,  $p=.014$  (Tabla 6)

Años Cepillado	Subgpo	Media	DE	IC 95%		ANOVA	Valor p
5	G1-a	8.14	4.07	-1.97	18.26	.060	.942
	G2-a	8.55	7.99	-11.31	28.41		
	G3-a	6.15	12.90	-25.89	38.19		
10	G1-b	-1.31	3.95	-11.12	8.50	4.230	.071
	G2-b	7.97	2.07	2.82	13.12		
	G3-b	11.14	8.32	-9.52	31.79		
15u	G1-c	-4.77	7.85	-24.27	14.73	9.318	.014
	G2-c	2.77	2.46	-3.34	8.89		
	G3-c	12.24	1.59	8.30	16.18		

Tabla 6. Comparación de la diferencia de los valores iniciales y finales del cepillado, por grupo de estudio en uc.

El gráfico 1, se resume los valores medios del cambio de color para cada subgrupo durante 15 años de cepillado dental, los cuales oscilaron de 12.24 a -4.77. Los valores en la desviación estándar muestran una ligera disminución en el valor del color independiente del grupo a través del tiempo, se encontraron cambios significativos ( $p=0.014$ ) a los 15 años.

En el grupo uno donde el glaze se aplicó en la 3ª cocción disminuyo el valor del color (números negativos) haciéndolo mas oscuro y cuando se fabrica en una sola cocción aumenta su valor haciéndolo mas claro (número positivo) siendo estos cambios perceptibles al ojo humano (apéndice 3).

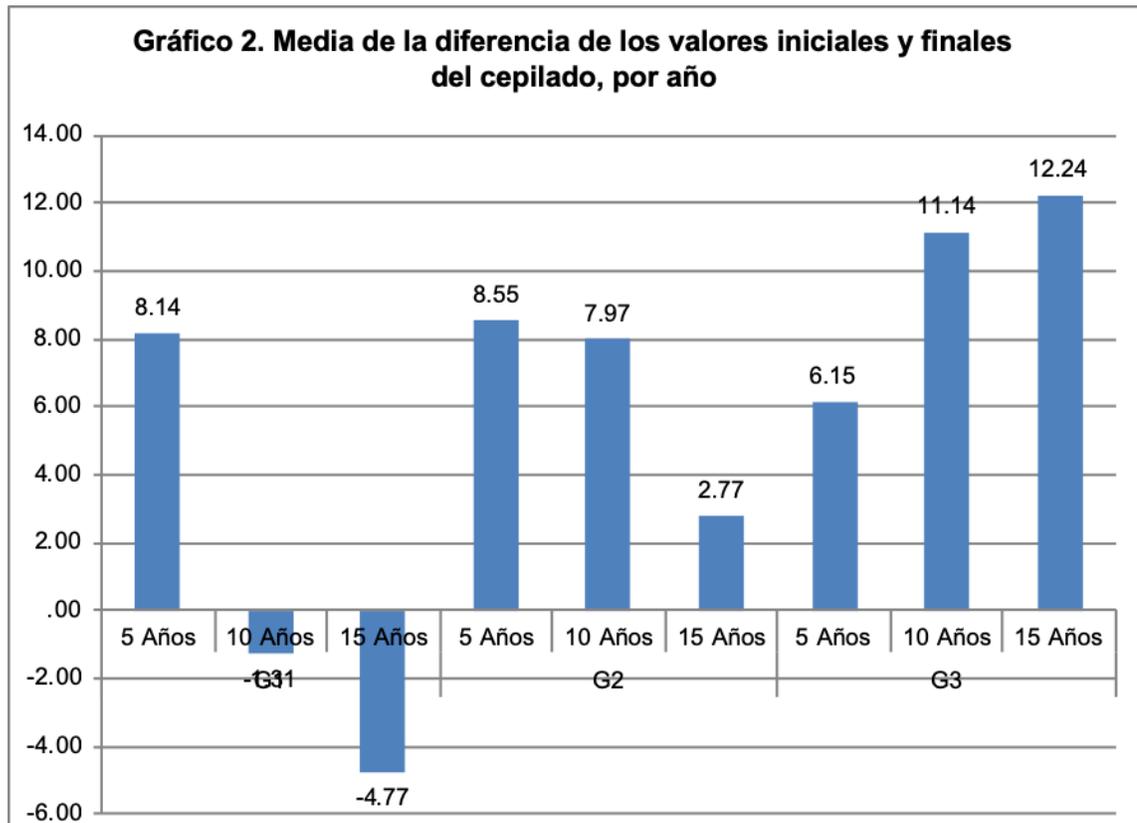


La tabla 7 enumera los valores medios de acuerdo al protocolo de fabricación en donde después de realizar las pruebas de cepillado se observa que a los 5 años en el Grupo 1, en el que se aplico el glaze en una tercera cocción mostro una media de  $8.14 \pm 4.07$ , mientras que a los 10 años presento una media de  $-1.31 \pm 3.95$  y a los 15 años mostro una media de  $-4.77 \pm 7.88$ ., el Grupo 2, donde se aplico el glaze en una segunda cocción mostro una media de  $8.55 \pm 7.99$  a los 5 años,  $7.95 \pm 2.07$  a los 10 años y  $2.77 \pm 2.46$  a los 15 años, el Grupo 3 en el que el glaze se coloco en una sola cocción mostro una media a los 5 años de  $6.15 \pm 12.90$ , a los 10 años todos los resultados mostraron un ligero aumento sin ser estadísticamente significativo. A los 10 años  $11.14 \pm 8.32$  y a los 15 años  $12.24 \pm 1.59$ , independientemente del grupo la mayoría mostro un ligero incremento en el valor del color sin mostrar diferencia estadísticamente significativa.

Grupo	Años	Media	DE	IC 95%		ANOVA	Valor p
G1	5 Años	8.14	4.07	-1.97	18.26	4.289	.070
	10 Años	-1.31	3.95	-11.12	8.50		
	15 Años	-4.77	7.85	-24.27	14.73		
G2	5 Años	8.55	7.99	-11.31	28.41	1.226	.358
	10 Años	7.97	2.07	2.82	13.12		
	15 Años	2.77	2.46	-3.34	8.89		
G3	5 Años	6.15	12.90	-25.89	38.19	.398	.688
	10 Años	11.14	8.32	-9.52	31.79		
	15 Años	12.24	1.59	8.30	16.18		

Tabla 7. Comparación de la diferencia de los valores iniciales y finales del cepillado, por grupo de acuerdo con el protocolo de fabricación.

En el gráfico 2 podemos observar que en el grupo dos en donde se colocó el color y el glaze en una segunda cocción fue el que presentó más estabilidad en los cambios de color a través del tiempo y el grupo uno el más inestable.



## RESULTADOS RESPECTO A LA RUGOSIDAD

De acuerdo con los parámetros obtenido por medio del sistema de medición 3D (apéndice 4) podemos determinar que la superficie de acuerdo con el protocolo de fabricación presento una media de  $1.95 \pm 0.37(\mu\text{m})$  en el grupo uno, en el grupo dos encontramos un perfil medio de  $2.15 \pm 0.55 (\mu\text{m})$  y en el grupo tres oscilo de  $1.63 \pm 0.43(\mu\text{m})$  donde el valor de  $p=0.044$  siendo estadísticamente significativo.

MUESTRA	RESULTADOS INICIALES		5 AÑOS		10 AÑOS		15 AÑOS		CONTROL	
	Ra	Rz	Ra	Rz	Ra	Rz	Ra	Rz	Ra	Rz
1.1	1.484	7.431	1.558	8.649						
1.2	1.956	10.948	1.882	10.834						
1.3	1.746	8.502	2.045	11.148						
1.4	1.430	7.501			1.739	9.780				
1.5	1.811	8.768			1.847	9.851				
1.6	2.146	12.096			8.252	52.845				
1.7	1.928	10.506					2.298	13.258		
1.8	2.441	12.203					2.043	11.024		
1.9	2.122	11.793					1.951	10.494		
1.10	2.418	13.258							2.418	13.258
2.1	1.266	6.806	3.108	16.999						
2.2	1.674	7.944	3.130	16.418						
2.3	2.039	11.217	1.933	11.601						
2.4	2.128	9.936			1.958	10.868				
2.5	2.537	11.976			1.848	10.352				
2.6	2.686	15.405			2.830	15.699				
2.7	1.435	6.748					1.627	8.709		
2.8	2.288	11.879					1.929	10.531		
2.9	2.869	13.863					2.131	11.453		
2.10	2.624	11.955							2.624	11.955
3.1	1.466	8.476	1.507	8.686						
3.2	1.703	9.117	2.105	12.208						
3.3	0.993	5.263	2.571	14.337						
3.4	1.221	6.458			1.702	9.743				
3.5	1.350	7.022			8.281	40.811				
3.6	2.361	12.298			2.355	11.315				
3.7	1.754	8.393					1.601	8.493		
3.8	1.706	9.225					2.330	14.813		
3.9	1.481	7.500					1.820	10.013		
3.10	2.234	12.436							2.234	12.436

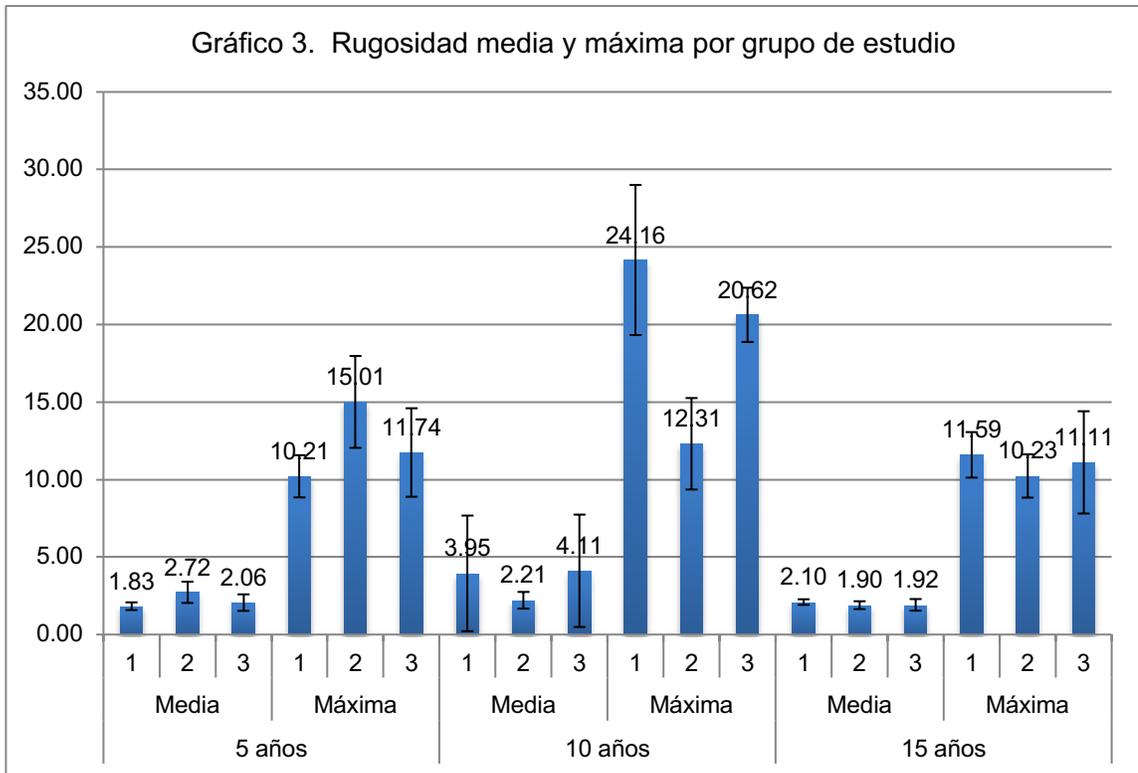
Tabla 8. Recolección de datos iniciales y después del cepillado de las muestras en micrones Ra (rugosidad media) Rz (rugosidad máxima).

	Rugosidad	Grupo	Media	Desviación estándar	IC 95%		Prueba F	Valor p
<b>Inicial</b>	Media	1	1.95	0.35	1.70	2.20	3.515	0.044
		2	2.15	0.55	1.76	2.55		
		3	1.63	0.43	1.32	1.93		
	Máxima	1	10.30	2.11	8.79	11.81	2.106	0.141
		2	10.77	2.90	8.70	12.85		
		3	8.62	2.32	6.96	10.28		
<b>5 años</b>	Media	1	1.83	0.25	1.21	2.44	2.383	0.173
		2	2.72	0.68	1.02	4.42		
		3	2.06	0.53	0.74	3.39		
	Máxima	1	10.21	1.36	6.83	13.59	2.875	0.133
		2	15.01	2.96	7.65	22.37		
		3	11.74	2.85	4.65	18.83		
<b>10 años</b>	Media	1	3.95	3.73	-5.32	13.21	0.365	0.709
		2	2.21	0.54	0.88	3.55		
		3	4.11	3.62	-4.89	13.12		
	Máxima	1	24.16	4.84	-37.56	85.87	0.357	0.713
		2	12.31	2.95	4.98	19.63		
		3	20.62	1.75	-22.85	64.10		
<b>15 años</b>	Media	1	2.10	0.18	1.65	2.54	0.467	0.648
		2	1.90	0.25	1.27	2.53		
		3	1.92	0.37	0.99	2.85		
	Máxima	1	11.59	1.47	7.95	15.24	0.286	0.761
		2	10.23	1.40	6.76	13.70		
		3	11.11	3.30	2.91	19.30		

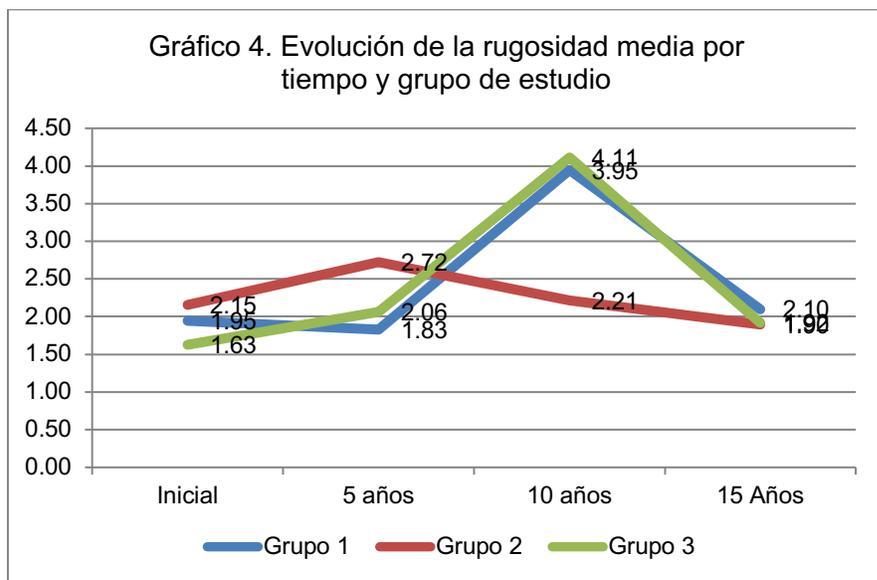
**Tabla 9. Rugosidad media y máxima por grupo de estudio.**

El resultado de la rugosidad en la superficie a través de los años no presenta diferencia estadísticamente significativa. Sin embargo se observa que el valor de la media en la rugosidad inicial entre los grupos fue estadísticamente significativa (P=0.044).

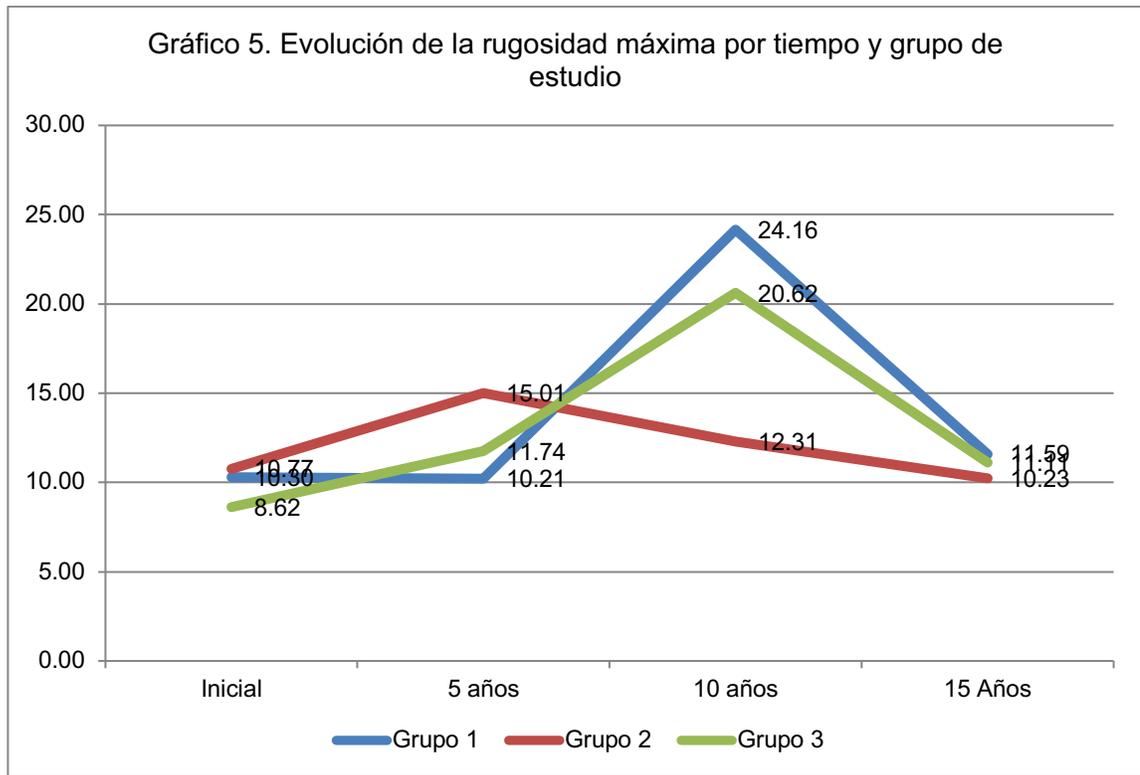
Según el protocolo de fabricación, a partir de los 5 años en el Grupo 2, presenta un ligero incremento en la superficie respecto a la rugosidad y el Grupo 3 es mas inestabilidad a través del tiempo.



En el gráfico tres podemos observar el comportamiento de la rugosidad a través del tiempo en los diferentes protocolos de fabricación observándose mayor inestabilidad en el grupo dos.



En el gráfico cuatro y cinco podemos observar el comportamiento de los grupos a través del tiempo en el que se observa un cambio en la rugosidad de la superficie a partir de los diez años.



## 7. DISCUSIÓN

El Objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del cepillado dental en lapsos de 5, 10 y 15 años, sobre la cerámica de disilicato de litio CAD (IPS.e-max CAD, Ivoclar Vivadent), procesada con tres diferentes protocolos de elaboración en el sinterizado, maquillaje y glaseado en diferentes cocciones.

Con los resultados obtenidos se acepta parcialmente la hipótesis H1, del efecto del cepillado dental sobre el color y la superficie la cerámica a base de disilicato de litio, ya que los resultados después del cepillado a partir de los 15 años, refleja cambios estadísticamente significativos en el color.

Al revisar los resultados reportados en trabajos de investigación semejantes, podemos considerar algunos factores que pudieron influir en la diferencia de estos resultados, entre ellos: como la carga del cepillado dental, la técnica de pulido de las restauraciones y el proceso de fabricación.

Si bien no existe un consenso en la literatura que defina el proceso correcto para la estabilidad el color y la superficie a largo plazo sobre este tipo de materiales. Garza y cols, (2016) encontraron cambios significativos en la superficie y el color del disilicato de litio en su presentación prensada independientemente del proceso de fabricación, estos resultados son semejantes en nuestra investigación, cuyos resultados muestran cambios en el color independientemente de la técnica de tinción en el cepillado a 15 años ( $p < 0.014$ ).

Kanat, (2019), investigo la estabilidad del color sobre cerámica disilicato de litio CAD/CAM, encontrando cambio de color dependiendo del proceso, por medio del análisis ANOVA donde  $p < 0.05$  siendo esto estadísticamente significativo, en del grupo en que aplicaron glaze fue mas estable, comparado con un pulido manual, en contraste

con nuestra investigación en donde la estabilidad de la rugosidad y cambio de color no fue dependiente del proceso de fabricación, siendo mas estable el proceso en donde se aplico color y glaze en una segunda cocción.

Por otra parte, Alencar y cols, (2019) evaluaron in-vitro la superficie del disilicato de litio expuesta a soluciones y posteriormente simularon el cepillado por cinco años, encontrando un aumento en la rugosidad de la superficie independientemente del proceso de fabricación. Estos resultados son semejantes en nuestra investigación que muestra un aumento de la rugosidad independientemente del proceso de fabricación siendo en el grupo donde se coloco el color y el glaze en una segunda cocción presento un aumento en la rugosidad.

Anil y cols, (2002) observaron una disminución de aproximadamente 20 micras que afectan el color de los grupos teñidos extrínsecamente, señalaron que esto puede deberse al uso de una mayor carga de cepillado de 600 g, cepillos con cerdas de nylon más duros y posiblemente una pasta dental de diferente abrasividad a la recomendada en México. El estudio actual utilizó una pasta con abrasividad permitida y cepillos de cerdas de nylon suaves recomendadas por la ADM. El presente estudio no encontró cambios en la rugosidad en la cerámica E.max CAD, que dependieran del tiempo, sino un aumento significativo en la perfil de la rugosidad media (Ra) inicial siendo mas evidente en el Grupo 2.

Aker (1980) y Bativa (1987) investigaron el efecto del cepillado dental sobre las cerámicas feldespática, sus resultados informan de cambios a los 11. 4 años en la superficie, con la técnica de maquillaje y glaseado en diferentes cocciones. En nuestro estudio realizamos tres grupos en donde el cristalizado, maquillaje y glaseado se realizaron en diferentes cocciones a excepción del Grupo 3 que solo se realizo una sola cocción, encontrándose cambios significativos en la rugosidad media inicial ( $p < 0.044$ ) entre grupos, mayor en el Grupo 2 en que se colocaron el maquillaje y glaze en una segunda cocción.

## 8. CONCLUSIONES

Dentro de las limitaciones de los resultados obtenidos en este estudio podemos concluir en relación a la estabilidad del color de las cerámicas de disilicato de litio (IPS e.max CAD Ivoclar Vivadent) que se observa cambio de color en la superficie de la cerámica, perceptible a la vista a partir de los 5 años, sin embargo, los resultados de la evaluación por medio del sistema multiespectral solo las muestras que tuvieron un cepillado de 15 años presentaron cambios estadísticamente significativos ( $p < 0.014$ ).

Si bien la mayoría de los resultados no muestran diferencia estadísticamente significativa, la tendencia de los resultados obtenidos de acuerdo con el protocolo de fabricación de las restauraciones muestran diferencia en el Grupo 2 en el que se realizó la aplicación de glaze y maquillaje en una segunda cocción, presentando mas estabilidad de color a través de tiempo.

La rugosidad se ve mas afectada en el protocolo en el que se realizan todos los procesos en una sola cocción, ya que presenta menos estabilidad de color y superficie al ser cepillada con los 3 lapsos de tiempo.

En general se observa un comportamiento estable tanto en el color y en la rugosidad de la superficie, en los procesos de fabricación de cocción en 3, 2 y 1 pasos. Sobre todo, al someterla al ciclo de cepillado de 5 a 10 años, que representa la vida útil sugerida por el fabricante.

Dentro de las limitaciones observadas en este trabajo, es el tamaño de la muestra en los subgrupos, se recomienda futuras investigaciones en esta línea de investigación se ampliar el tamaño de la muestra.

## 9. LITERATURA CITADA

Abadie F., (1984). Porcelain surface characterization and staining in the office. J Prosthet Dent. Feb;51(2):181-5.

Ahn J., Lee Y., (2008). Color distribution of a shade guide in the value, chroma, and hue scale. J Prosthet Dent. 18-28

Aker DA, Aker JR, Sorensen SE., (1980) Toothbrush abrasion of color-corrective porcelain stains applied to porcelain-fused-to-metal restorations. J Prosthet Dent. 44(2):161-3.

Alencar F., et al., (2019). Effect of beverage solutions and toothbrushing on the surface roughness, microhardness, and color stainability of a vitreous CAD-CAM lithium disilicate ceramic. J Prosthet Dent. 121(4):711

Alfawaz Y., (2016). Zirconia Crown as Single Unit Tooth Restoration: A Literature Review. J Contempt Dent Pract. ;17(5):418-22

Alves R., Noiguera E., (2003). Estética Odontológica Nueva Generación. 20ª edición Sao Paulo Brasil. Ed. Artes Médicas 11:(205-206)

Anderson M., Oden A., (1993) A new all ceramic crown. Acta Odontol Scand.51:59-64

Anil N, Bolay S., (2002). Effect of toothbrushing on the material loss, roughness, and color of intrinsically and extrinsically stained porcelain used in metal-ceramic restorations: an in vitro study. Int J Prosthodont. 15(5):483-7.

Arai T., Kinoshita S., (1977). A comparison of plaque removal by different toothbrushes and toothbrushing methods. Bull tokyo med dent univ. 24(2):177-88.

Arnetzl G., Arnetzl G, (2015). Hybrid materials offer new perspectives. Int J Comput Dent. 18(2):177-86.

Bativala F., et al., (1987). The microscopic appearance and effect of toothbrushing on extrinsically stained metal-ceramic restorations. J Prosthet Dent. 57(1):47-52.

Cadafalch J., Cadafalch E., (2007). Tecnología CAD/CAM en odontología. Mallat E. Prótesis fija estética. Ed. Elsevier. 353-377

Cho MS., et al (2006). Changes in optical properties of enamel porcelain after repeated external staining. J Prosthet Dent. 95(6):437- 43.

Craig R., (1988). Cerámica. Materiales dentales restauradores. 7ª Edición. Buenos Aires: Ed. Mundi S.A.I.C. y F. 459-478.

De los. Santos., (2010). Teoría del color. Fundamentos visuales. 1-10

Della Bona A., Kelly JR, (2008). The clinical success of all-ceramic restorations. J Am Dent Assoc. 139: (8S-13S).

Duret F., (1996). CAD/CAM in dentistry: present and future applications. In Current concepts. Quintessence Int. 27:433-436

Dyer D, Addy M, Newcombe R., (2000). Studies in vitro of abrasion by different manual toothbrush heads and a standard toothpaste. J Clin Periodontol. 27(2):99- 103.

Firdaus B., (1987). The microscopic appearance and effect of toothbrushing on extrinsically stained metal-ceramic restorations. J Prosthet Dent. 57(1):47-52

Garza L., et al., (2016). Effect of toothbrushing on shade and surface roughness of extrinsically stained pressable ceramics. J Prosthet Dent. 115(4):489-94.

Giordano R, McLaren E., (2010). Ceramics overview: classification by microstructure and processing methods. Compend Contin Educ Dent. (9):682-697.

Gracis S et al., (2016). A new classification system for all ceramic and ceramic-like restorative materials. Int J Prosthodont;28(3):227-35

Heintze S., et al., (2010). Survival of zirconia- and metal-supported fixed dental prostheses: a systematic review. Int J Prosthodont. 23(6):493-502

Ivoclar Vivadent 2009). Instrucciones de uso Clínica. IPS e.max CAD, instrucciones de uso. Ivoclar Vivadent technical. 2-51

Joiner A., et al (2008). A review of tooth color and whiteness. Journal of dentistry 36:2-7.

Kanat E.(2019) Color Stability of CAD/CAM Ceramics Prepared with Different Surface Finishing Procedures. J Prosthodont. 2019 Jan 14.

Keyence (2018). Información sistema de vision multispectral serie CV-X. Sistema de medicion 3D area amplia. 2-16/2-35

Kinoshita S et al., (1979). Abrasive properties of commonly used dentifrices. Bull Tokyo Med Dent Univ.26:225-42.

Lago H., et al., (2014). Influence of brushing on a machined lithium disilicate-based ceramic: assessment of color maintenance and surface roughness. RFO, Passo Fundo.19(1): 83-87

LagouvardosP., (2009). Repeatability and interdevice reliability of two portable color selection devices in matching and measuring tooth color. J Prosthet Dent. 101:40-45.

Macchi L., (2007). F Materiales dentales. 7ª edición. Buenos Aires: Ed. Panamericana. 16-17

Marcus R., (1998) The measurement of color. In: Color for Science, Art and Technology K. Nassau Ed. Elsevier Science: Mansfield. 34-91.

McLaren E., Cao P., (2009). Ceramics in Dentistry, Part I: Classes of Materials. Inside Dentistry. 94-104.

McLean JW., (1979). The Science and art of dental ceramics. Vol I: Quintessence Publishing Co.,Inc.

Melgosa M., et al. (2001). Algunas reflexiones y recientes recomendaciones internacionales sobre evaluación de diferencias de color. Óptica Pura y Aplicada; 34:1-10.

Méndez M., (2002). Cerámica Dental. Porderf. Universidad de Costa Rica(1-52)

Nevarez A. et al., (2012) Características de los materiales cerámicos empleados en la practica odontológica actual. Revista ADM 2012 69(4): 157-163

Pieger S., Salman A., Bidra AS., (2014). Clinical outcomes of lithium disilicate single crowns and partial fixed dental prostheses: a systematic review. J Prosthet. 112:22–30.

Revista del Consumidor No. 311, Enero 2017: Laboratorio Profeco. Pastas Dentales.

Ritter R, R. N. (2009). Material considerations for using lithium disilicate as a thin veneer option. Journal of Cosmetic Dentistry, 111-117.

Rosentritt M et al., (2015). Effect of toothbrush abrasion and thermo-mechanical loading on direct and indirect veneer restorations. Clin Oral Investig.19(1):53-60.

Tysowsky GW., (2009). The science behind lithium disilicate: a metal-free alternative. Dent Today. 2009 Mar;28(3):112-3

Van der Zel JM., (1999). Comparación entre los sistemas CAD/CAM actuales. Quintessence técnica (ed.esp);10(7):392-403.

Zortuk M et al., (2010). Tensile bond strength of a lithium-disilicate pressed glass ceramic to dentin of different surface treatments. Dent Mater J. (4):418-24.

## **RESUMEN BIOGRÁFICO**

*Celeste Astryd Juanita Ibarra Vallejo*

Candidato para el Grado de

Maestra en Prostodoncia

Tesis: EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CEPILLADO DENTAL SOBRE LA CERAMICA DE DISILICATO DE LITIO

Campo de Estudio: Ciencias de la Salud

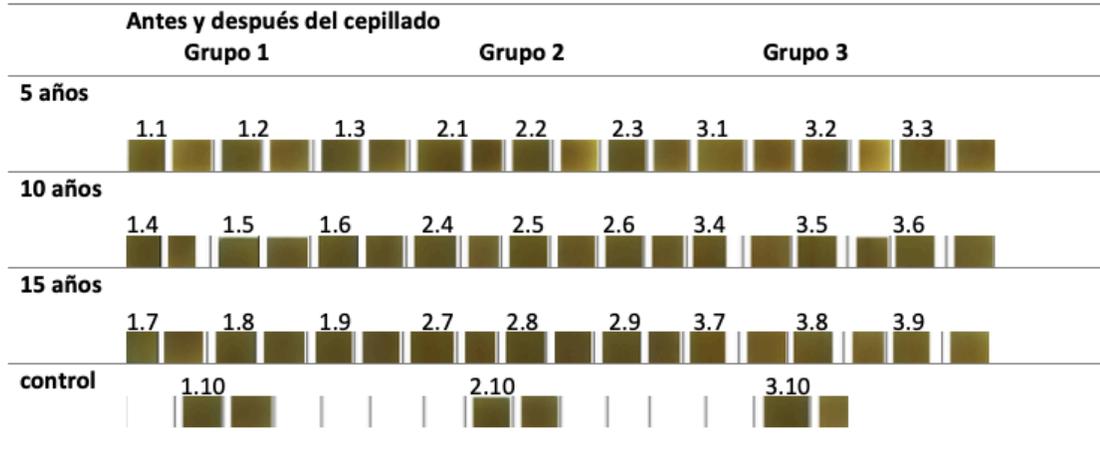
Datos Personales: Nacida en Guadalajara, Jalisco el 19 de Febrero de 1986, hija de José de Jesús Ibarra Espain y Teresa Magdalena Vallejo Montes. La tercera de 5 hijos. Casada con David López Murillo desde 19 Noviembre 2016.

Educación: Básica y media-superior en la ciudad de La Barca Jalisco 1991-2003. Formación superior en la Universidad de Guadalajara 2004-2008, grado obtenido Cirujano Dentista en 2010.

Experiencia Profesional: Asistente en clínica de endodoncista en Guadalajara Jalisco 2009-2013, Cirujano dentista auxiliar en clínica Drs. Curiel en Guadalajara Jalisco 2012-2016, Cirujano Dentista de tiempo parcial en consultorio dental particular ubicado en la Barca Jalisco 2013-2016. Maestra de asignatura en la Universidad del Valle de Mexico campus Hermosillo desde Junio 2019



**Apéndice 3.-** Imágenes de los resultados obtenidos con la cámara multispectral iniciales y después del cepillado, respecto al color.



**Apéndice 4.-** Ejemplo de los datos obtenidos de la evaluación de la rugosidad.

