

**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua**

**UNAN-Managua**

**Recinto Universitario Rubén Darío**

**Facultad de Ciencias Médicas**

**Carrera de Odontología**



**TESIS**

**Para optar al Título de Cirujano-Dentista**

**Tema de investigación:** “Alteración del color en tres tipos de resinas nanohíbridas; Brilliant NG, Tetric N-Ceram y Solare X, expuestas a soluciones pigmentantes”

**Autores:**

Br. Anielka del Carmen Medrano Treminio

Br. Brenda Cristina Huembes Gómez

Br. Geovanny Alejandro Solari Acevedo

**Tutor:**

Dr. Andrii Dvoynos

Profesor titular

Departamento de Ciencias Fisiológicas

Managua, Agosto 2017

¡A la libertad por la Universidad!

**i. Tema**

**“Alteración del color en tres tipos de resinas nanohíbridas; Brilliant NG, Tetric N-Ceram y Solare X, expuestas a soluciones pigmentantes”**

## ii. Dedicatoria

A Dios, por darme salud y perseverancia para poder alcanzar esta meta que me propuse hace 6 años.

A mi madre, Lesbia, quien a pesar de estar lejos durante este trayecto siempre ha sido una fuente de inspiración y ánimo, ayudándome constantemente a descubrir mi potencial y por su amor incondicional de madre.

*Anielka Medrano*

A Jehová, nuestro creador, por demostrarme que sus planes son perfectos y gracias a Él superé todos los obstáculos para lograr lo que parecía imposible.

A mis padres, Marcos y Martha, por brindarme el maravilloso regalo de la vida, por todos sus sacrificios, esfuerzos y todo su apoyo pese a las dificultades, por su valiosa labor de educarme y de guiar mis pasos a lo largo de la vida.

*Geovanny Solari*

A Dios, por bendecirme día a día con el don de la vida, por escuchar mis oraciones, por darme la oportunidad de alcanzar esta meta.

A mi madre Cristina, quien superó junto a mí cada prueba, cada obstáculo y sus palabras de ánimo nunca cesaron cuando más lo necesité. A mis hermanos María José, Rebeca y Milton, por darme los regalitos más preciados, mis sobrinos, que con su alegría todo peso lo hicieron liviano, a ellos, en representación de sus familias por su apoyo incondicional. A todas y cada una de las personas con las que estaré infinitamente agradecida por haber hecho posible la culminación de mi carrera universitaria. Solo me resta decir que este logro no es solo mío, sino nuestro.

*Brenda Cristina*

### **iii. Agradecimientos**

Después de un periodo extensivo de más de un año hoy es el día, el día en el que podemos escribir nuestra nota de agradecimiento como el toque final de nuestra tesis. Este trabajo monográfico no sólo nos ha servido para aumentar nuestros conocimientos en áreas científicas de nuestra profesión, también nos brindó la satisfacción de culminar esta etapa para convertirnos en Odontólogos. Nos gustaría reflexionar acerca de las personas que nos apoyaron y ayudaron a través de este periodo.

A nuestro tutor, Dr. Andrii Dyvoinos, por su excelente cooperación, paciencia, conocimientos y por las oportunidades y facilidades que nos brindó para poder culminar exitosamente nuestra tesis.

A nuestros docentes, por el tiempo que nos dedicaron y el compromiso que asumieron para enseñarnos esta hermosa profesión, en especial al Dr. Gabriel Calderón por colaborar hasta el final y facilitar los medios durante el estudio.

A nuestra Alma Mater UNAN-Managua, universidad que permitió nuestra formación como Cirujanos Dentistas. Gracias por todas las facilidades, instalaciones y docentes que tuvimos a lo largo de nuestros estudios.

A nuestras familias por siempre estar apoyándonos en todas las maneras posibles. Especialmente a nuestros padres, quienes siempre tuvieron la confianza en nosotros, quienes siempre supieron que esta era una meta que lograríamos cruzar.

*Anielka del Carmen Medrano Treminio  
Brenda Cristina Huembes Gómez  
Geovanny Alejandro Solari Acevedo*

#### iv. Opinión del tutor

En mi carácter de tutor de investigación titulado **“Alteración del color en tres tipos de resinas nanohíbridas; Brilliant G, Solare X y Tetric N-Ceram, expuestas a soluciones pigmentantes”** elaborado por los bachilleres Anielka Medrano Treminio, Brenda Cristina Huembes Gómez y Geovanny Solari Acevedo, egresados de la carrera de Odontología de la Facultad de Ciencias Médicas de la UNAN-Managua, previo a la obtención de título de Cirujano-Dentista, me permito declarar, que luego de haber estudiado y revisado, apruebo este trabajo en su totalidad, considerando que dicha tesis presenta resultados significativos y de importancia en la práctica odontológica.



---

**Dr. Andrii Dvoynos**  
**Profesor titular**

## v. **Resumen**

La resina es el material restaurador de elección por la mayoría de Odontólogos, por sus propiedades, principalmente estética. Este estudio consiste en evaluar la alteración del color en tres tipos de resinas nanohíbridas (48 muestras) con dimensiones de 10mm de largo, 5mm de ancho y 2mm de grosor, fotocuradas y pulidas expuestas a soluciones pigmentantes: Coca Cola, Café, Tampico, Jamaica, Vino y agua purificada como solución control, durante 2 semanas a una temperatura de 37°C. Se utilizaron dos medios para el registro de color: Vita Easyshade (espectrofotómetro digital) y Vita 3D-Master (colorímetro convencional). Las alteraciones de color se analizaron utilizando la prueba de Kruskal-Wallis y ANOVA para determinar si el método de registro de color afectaba los resultados. Después de 2 semanas de inmersión se pudo observar que no hay diferencias significativas entre las resinas, en cuanto al grado de alteración del color, lo que significa que todas las resinas en estudio se comportan de manera similar en cuanto a la resistencia a la pigmentación, sin embargo hay diferencias significativas en las soluciones pigmentantes, siendo el Vino y el Café que provocan mayor alteración del color, por otro lado los resultados no se ven afectados por el método utilizado para registrar el color.

**Palabras Clave:** color, resinas nanohíbridas, soluciones pigmentantes.

## Índice

<b>I. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>II. Antecedentes .....</b>	<b>2</b>
<b>III. Justificación .....</b>	<b>4</b>
<b>IV. Planteamiento del problema.....</b>	<b>5</b>
<b>V. Objetivos .....</b>	<b>6</b>
<b>Objetivo general .....</b>	<b>6</b>
<b>Objetivos específicos .....</b>	<b>6</b>
<b>VI. Marco teórico.....</b>	<b>7</b>
<b>1. Color .....</b>	<b>7</b>
<b>1.1. Conceptos .....</b>	<b>7</b>
<b>1.2. Teorías del color .....</b>	<b>7</b>
<b>1.3. Propiedades ópticas.....</b>	<b>9</b>
<b>1.4. Percepción del color .....</b>	<b>10</b>
<b>1.5. Métodos para evaluar el color.....</b>	<b>11</b>
<b>1.6. Factores que influyen en la percepción del color.....</b>	<b>11</b>
<b>1.7. Medición del color .....</b>	<b>12</b>
<b>1.8. Contrastes del color.....</b>	<b>13</b>
<b>2. Clasificación de las resinas .....</b>	<b>14</b>
<b>3. Composites nanohíbridos .....</b>	<b>16</b>
<b>3.1. Concepto.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2. Composición.....</b>	<b>16</b>
<b>3.3. Propiedades físicas y tabla de propiedades según fabricantes de las resinas seleccionadas en el estudio.....</b>	<b>17</b>
<b>3.4. Factores que alteran el color en las resinas.....</b>	<b>20</b>
<b>3.5. Clasificación de la decoloración en resinas .....</b>	<b>22</b>
<b>3.6. Mecanismo de decoloración de las resinas .....</b>	<b>22</b>
<b>4. Soluciones pigmentantes .....</b>	<b>23</b>
<b>4.1. Café Presto.....</b>	<b>23</b>
<b>4.2. Jamaica.....</b>	<b>23</b>
<b>4.3. Bebida Gaseosa Coca-Cola.....</b>	<b>23</b>
<b>4.4. Vino tinto Don Simón.....</b>	<b>23</b>
<b>4.5. Jugo de naranja Tampico .....</b>	<b>24</b>

<b>VII.</b>	<b>Hipótesis</b> .....	<b>25</b>
<b>VIII.</b>	<b>Diseño metodológico</b> .....	<b>26</b>
<b>IX.</b>	<b>Resultados</b> .....	<b>36</b>
<b>X.</b>	<b>Discusión</b> .....	<b>50</b>
<b>XI.</b>	<b>Conclusiones</b> .....	<b>57</b>
<b>XII.</b>	<b>Recomendaciones</b> .....	<b>58</b>
<b>XIII.</b>	<b>Bibliografía</b> .....	<b>59</b>
<b>XIV.</b>	<b>Anexos</b> .....	<b>62</b>
	<b>a. Cronograma</b> .....	<b>62</b>
	<b>b. Presupuesto</b> .....	<b>63</b>
	<b>c. Instrumento de recolección de datos</b> .....	<b>64</b>
	<b>d. Fotografías</b> .....	<b>67</b>
	<b>e. Gráficos</b> .....	<b>78</b>

## I. Introducción

Derivada de la medicina, la Odontología se ha convertido en un área importante para la salud general, puesto que está encargada del diagnóstico, prevención y tratamientos de enfermedades en la cavidad oral.

En la actualidad ha existido un cambio en esta ciencia, ya que ahora brinda la posibilidad de mejorar la estética dental con o sin alguna enfermedad que la esté perjudicando.

Odontología Cosmética u Odontología Restaurativa, es donde la ciencia y el arte se unen para poder tener resultados funcionales y estéticos a la vez. Por este motivo los Odontólogos se encuentran inmersos en la búsqueda de técnicas y materiales restaurativos que aparte de garantizar la correcta morfología y función de las estructuras dentarias, también posean propiedades físico mecánicas estéticas duraderas (Fahl, 2010).

Dentro de los determinantes básicos para obtener resultados estéticos, se encuentra el color. Las combinaciones de colores que se logran con los materiales actuales permiten llegar más cerca a la apariencia natural de los dientes. El composite o resina es el material de elección por la mayoría de los clínicos, en gran parte por sus propiedades altamente estéticas, sin embargo no se puede esperar la perfección de un material si este es sometido a diferentes medios que puedan cambiar sus propiedades, motivo por el cual en el presente trabajo monográfico **“Alteración del color en tres tipos de resinas nanohíbridas; Brilliant NG, Tetric N-Ceram y Solare X, expuestas a soluciones pigmentantes”**, se estudian los cambios que pueden causar estas soluciones pigmentantes en el color inicial de las resinas, afectando la estética.

Desafortunadamente el método de blanqueamiento para remover manchas en la superficie dental no influye en el color de las resinas; con o sin algún tipo de manchas. Antes de un blanqueamiento dental se le debe informar al paciente que todas las calzas de composite y coronas de porcelana permanecerán sin cambio alguno (Freedman, 2012).

Casi la mitad de los tratamientos odontológicos restaurativos fallan por la incorrecta selección del tono de los materiales, sin embargo cuando se logra determinar el color indicado con exactitud todo odontólogo debe estar al tanto de cual material es más resistente a cambios de color y cual solución puede lograr dicho cambio en menos tiempo y con mayor intensidad.

El balance entre la ciencia odontológica y el arte que encontramos en cada sonrisa solo puede avanzar si la profesión dental se enfoca en el progreso del campo de la odontología estética restaurativa.

## II. Antecedentes

En relación al trabajo investigativo titulado “Alteración del color en tres tipos de resinas nanohíbridas expuestas a soluciones pigmentantes”, se encontraron los siguientes antecedentes:

Un estudio realizado por Fontes et al, (2009) sobre “Estabilidad del color en nanocomposites” en el cual se evalúa la estabilidad del color de la resina compuesta (Filtek Z350) en diferentes medios de inmersión como el café, yerba mate, jugo de uva y de agua como solución control. Las muestras se almacenaron en los diferentes medios de tinción durante 4 h / día durante una semana. Las diferencias de color se analizaron mediante el análisis de varianza (ANOVA) unidireccional con prueba de Tukey complementaria ( $p < 0,05$ ). Resultados: Después de 1 semana de inmersión, se observó un cambio perceptivo de color para el grupo almacenado en el jugo de uva comparado con el color inicial ( $p = 0,008$ ), concluyendo que la resina fue susceptible a la tinción por las sustancias presente en el zumo de uva, en cambio el café y la yerba mate no mostraron cambios de color significativamente diferentes al del grupo control ( $p > 0,05$ ).

Blasi A. Barrero C. (2011), realizó un estudio in vitro para comprobar la estabilidad del color de materiales provisionales usados en prostodoncia, estudiando así las resinas acrílicas y bisacrílicas al ser sumergidas en diferentes tipos de bebidas que al mismo tiempo se sometían al sistema de envejecimiento termociclado. En este estudio la muestra estaba constituida por 3 resinas bisacrílicas y 1 acrílica obteniendo 4 grupos de estudio distribuyendo las muestras con cada tipo de bebida al que serían sumergidas (café, té, cola, vino tinto y agua destilada como control). Demostraron que la resina acrílica fue la que presento más estabilidad de color que las bisacrílicas. Por otro lado, el pulido demostró ser muy importante en la estabilidad del color de los materiales.

Soares-Geraldo et al en el año (2011), realizaron un estudio sobre “La interacción entre la tinción y la degradación de un compuesto de resina en contacto con alimentos de colores” y se evaluó la alteración de color y los cambios en la microdureza de un material compuesto microhíbrido después de la inmersión en diferentes alimentos de colores y determinar si

existía una correlación entre estas dos variables. Se realizaron 80 discos de resina, los cuales se dividieron al azar en 8 grupos experimentales, uno de ellos se mantuvieron secos, otro grupo en agua desionizada, zumo de naranja, zumo de maracuyá, jugo de uva, salsa de tomate, mostaza y salsa de soja, en una temperatura de 37°C, durante 28 días, se hizo el análisis superficial con mediciones de microdureza y de alteraciones del color se determinaron con un espectrofotómetro. En los resultados se demostró que el grupo sumergido en el zumo de maracuyá sufrió mayor cambio de microdureza y el de mostaza sufrió mayor alteración del color. Como conclusión, no toda alteración de color está asociada con la degradación de la superficie.

Un estudio realizado en Venezuela de “Alteraciones del color en 5 resinas compuestas para el sector posterior pulidas y expuestas a diferentes bebidas” publicado en el año (2014), realizado por Darío Sosa, Diana Peña, Víctor Setián y Jhon Rangel, el cual fue de tipo descriptivo, de diseño experimental. En los resultados encontrados se señala a el café y el vino tinto como las sustancias que causan mayor alteración del color en las resinas de este estudio. La bebida Coca-Cola® fue la que menos pigmentó a las resinas exceptuando la resina Filtek™Z250 y la resina compuesta Filtek™P90 presentó mayor resistencia a la pigmentación. Concluyeron que la mayoría las resinas estudiadas presentaron alteraciones del color al ser sumergidas en las bebidas.

En una investigación realizada en Quito en el año 2014, evaluaron In vitro el grado de pigmentación de las resinas Tetric N-Ceram (Ivoclar Vivadent), Amelogen Plus (Ultradent), Z100 (3M), Filtek Z250 XT(3M), al ser sumergidas Nestea, Coca Cola, y café Buen día. Para el análisis de los resultados se utilizó el test paramétrico estadístico ANOVA con el 0.05 % de significancia. Encontraron diferencias estadísticamente significativas en el grado de pigmentación de las resinas. Los cambios se dieron de forma diferente en cada grupo, obteniendo los valores más altos de tinciones las muestras de la resina Z100, seguido de la resina Amelogen Plus, Z250 XT y los niveles más bajos de tinción se dieron con la resina Tetric N Ceram. La sustancia que más se pigmentó fue la Coca Cola con una media de color 9=A3, existiendo una diferencia estadísticamente significativa con la sustancia que menos pigmentó: Nestea con una media de color de 6=C1. (Sampedro y Cifuentes, 2014).

### **III. Justificación**

La presente investigación parte de la importancia de evaluar el grado de pigmentación en las diferentes marcas de resinas nanohíbridas (Tetric N-Ceram, Solare X, Brilliant NG) provocado por bebidas con soluciones pigmentantes: Café Presto, Jamaica, Gaseosa Coca-Cola, Vino Tinto Don Simón y Jugo de naranja Tampico. Dichas bebidas fueron seleccionadas por ser utilizadas en investigaciones anteriores a la nuestra y diferir en los resultados finales.

Se cree que dichas soluciones pigmentantes causan manchas exógenas tanto en dientes naturales como en las resinas, convirtiéndose en un inconveniente para la estética del paciente. Este estudio nos permitirá conocer que bebidas con soluciones pigmentantes provocan el cambio de color de las restauraciones estéticas de manera significativa.

Las resinas nanohíbridas fueron seleccionadas como objeto de estudio por ser las preferidas por los Odontólogos, al presentar propiedades mecánicas, físicas y principalmente estéticas. Añadiendo la ventaja de ser indicadas para restauraciones del sector anterior y sector posterior. Optando por el matiz y croma A2 por ser el más habitual en un 80% de los pacientes.

La pigmentación o manchas en el tejido dentario, pueden ser eliminadas exitosamente por medio de distintas técnicas de blanqueamiento dental, sin embargo existe la desventaja que este no funciona en los materiales restauradores, por lo tanto este estudio experimental aportará información que será de gran utilidad para el Odontólogo al momento de seleccionar entre las diferentes marcas comerciales disponibles en Nicaragua, el material restaurador ideal, considerando la resistencia a la pigmentación.

#### **IV. Planteamiento del problema**

¿Cuál es el nivel de alteración en el color que pueden tener tres tipos de resinas nanohíbridas; Brilliant NG, Tetric N-Ceram y Solare X, que han sido expuestas a soluciones pigmentantes?

## **V. Objetivos**

### **Objetivo general**

Identificar el nivel de alteración del color que pueden tener tres tipos de resinas nanohíbridas, Brilliant NG, Tetric N-Ceram y Solare X, que son expuestas a soluciones pigmentantes.

### **Objetivos específicos**

- Determinar el grado de alteración de matiz y croma de las resinas nanohíbridas seleccionadas al ser expuestas a soluciones pigmentantes.
- Conocer cuál de las tres resinas nanohíbridas utilizadas, experimenta mayor alteración al ser sumergidas en soluciones pigmentantes.
- Identificar cuál de las soluciones pigmentantes provoca mayor alteración en el color de las resinas nanohíbridas.
- Comprobar si los resultados dependen del método utilizado para registrar el color.

## **VI. Marco teórico**

### **1. Color**

#### **1.1. Conceptos**

Según la Real Academia Española (2016), definen al color como “Sensación producida por los rayos luminosos que impresionan los órganos visuales y que depende de la longitud de onda.”

Por otro lado Zelanski y Fisher (2008) “Los físicos explican el color como una función de la luz. La energía procedente del sol consiste en una serie de elementos energéticos que viajan en forma de ondas electromagnéticas continuas. Cuando llegan a los objetos estimula en nuestra percepción visual sensaciones cromáticas” (p. 84).

En Odontología, Goldstein (2002) hace constar que el color es un efecto visual que posee la luz, de cambiar el aspecto de una superficie por su relación con la forma, capacidad que reside en el enfoque intelectual y perceptivo de los Odontólogos y técnicos dentales para crear la dentición ideal mediante tinciones y simulaciones de sombras a partir de la disposición de los dientes.

#### **1.2. Teorías del color**

Los egipcios se aventuraron a establecer conceptos más estéticos y ritualizados acerca del color. Acmeón de Crotona, en sus escritos destaca la contradicción que existe entre el blanco y el negro. Seguido a este Demócrito estableció 4 colores (negro, blanco, rojo y verde pálido) cada uno asociados a diferentes aspectos como la suavidad, el calor, aspereza y el vacío. Sin embargo los griegos fueron los primeros en crear teorías acerca del color. (Lozano, 2004).

Antes de la teoría newtoniana del color fue Aristóteles quien encabezaba la ciencia del color. Se le conoce como el padre de la teoría del color, puesto que fue DeColibus el primer libro escrito y publicado acerca del tema. Aristóteles (439 a.C) afirmó: “hay más colores que solo el blanco y el negro, y su número se debe a las proporciones de sus componentes” (p. 9). Según Kemp (1992) Aristóteles difiere de Newton en que los colores

son propiedades reales de la superficie de los objetos y no una sensación que producían en el ojo ciertas características de la luz reflejada y transmitida.

La paleta de colores de Aristóteles consistía en fenómenos naturales tales como el agua, fuego, aire y luz solar. Para él, el negro resultaba en la falta de uno de estos elementos. (Bleicher, 2012).

En su libro Newton (1730), describió que la luz solar contenía todos los colores del arco iris. Para lograr esto se dedicó a realizar una serie de experimentos en los cuales pasaba un rayo de sol a través de un orificio en una cortina hacia un prisma de cristal colocado dentro de un cuarto oscuro, una vez que el rayo de luz blanca atravesaba el prisma los colores constituyentes de dicho haz se podían apreciar en una pared blanca que estaba por detrás del prisma, siendo estos colores: rojo, anaranjado, amarillo, violeta, azul, verde y cian. Así nació lo que hoy se conoce como el espectro visible. De acuerdo con Lozano (2004), el espectro visible “es el espectro electromagnético en el cuál la longitud de onda corresponde a un estrecho margen de frecuencia entre 400 nanómetros para el violeta y 700 nanómetros para el rojo” (p. 37).

Después de Newton nos encontramos con su contraparte, el alemán Johann Wolfgang Von Goethe, quien escribió *Zur Farbenlehre* (Teoría de los colores). Goethe es meramente anti newtoniano y utiliza las ideas de Aristóteles de manera más excéntrica y descarta completamente las ideas de Newton (Kemp, 1992).

Zelanski (2008) afirma acerca del trabajo de Goethe:

En 1810 publicó su libro *Zur Farbenlehre* o Teoría de los colores, donde atacó vigorosamente las ideas de Newton y retornó a la tradición de observación de Aristóteles y Leonardo. En contra de Newton, Goethe se concentró en el color como un fenómeno visual que tenía lugar en el ojo, en vez de concebirlo como un aspecto de la luz. Fue Goethe quién nos proporcionó unas descripciones extremadamente detalladas de los fenómenos visuales, todavía interesante para los artistas, como las sombras coloreadas, el contraste simultáneo y el sucesivo (p. 58).

En la actualidad Albert H. Munsell es considerado el padre de la clasificación moderna del color. Sobre la teoría del color de Albert H. Munsell, Folguera y Muros (2013) explican:

Se basa en una disposición ordenada en un sólido tridimensional formado por tres ejes correspondientes al tono (la longitud de onda dominante del color y la calidad que los distingue de los otros), al valor (claridad u oscuridad) y a la saturación (intensidad o pureza).

El sistema Munsell considera 10 tonos de color diferentes con 5 tonos principales: rojo (R), amarillo (Y), verde (G), púrpura (P) y azul (B), dispuestos en un círculo equidistante; y 5 tonos entremedios: Amarillo-rojo (YR), verde-amarillo (GY), azul-verde (BG), púrpura-azul (PB) y rojo-púrpura (RP). La mezcla de los colores adyacentes forma una gama de intensidades diferentes; por ejemplo, mezclando el verde y el amarillo se obtiene toda la escala entre estos dos y así con tonos los colores y en cualquier posición (p. 78).

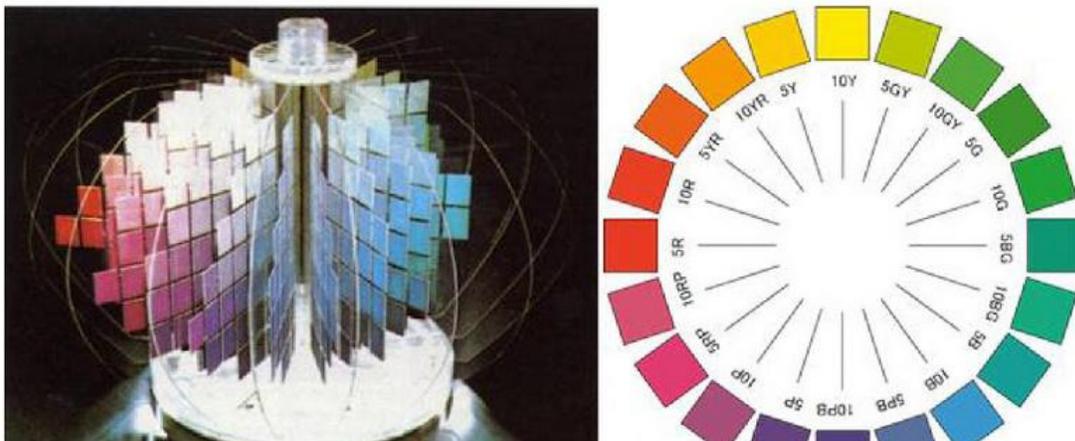


Fig 1. Sistema Munsell. Adaptado de *La iluminación artificial es arquitectura*. Folguera y Muros 2013

### 1.3. Propiedades ópticas

#### 1.3.1. Dimensiones del color

Higashi y Cols. (2011), señalan que el concepto de color se conforma por la relación entre los aspectos físicos, la percepción del ojo humano y por la interpretación psicológica de

cada persona. En 1905, Albert Munsell propuso el sistema de color HSV (hue o matiz, saturación y valor).

**1.3.1.1. Hue o matiz:** es específicamente el nombre del color, refiriéndose a la longitud de onda (verde, azul, rojo, amarillo.) que no es absorbida por los objetos y es reflejada ante nuestros ojos.

**1.3.1.2. Croma:** se refiere al grado de saturación, es decir, la intensidad del matiz o la cantidad de pigmentos que este posee.

**1.3.1.3. Valor:** es la propiedad acromática del color, llamada también brillo o luminosidad. Se considera también como la cantidad de negro y blanco en un objeto que provoca sensaciones de profundidad o proximidad del mismo.

#### **1.4. Percepción del color**

Lafuente (2008), señala que el ojo humano percibe la luz, los colores y formas de todo lo que nos rodea, a través de las células de la retina. Estas células son de dos tipos: los conos y los bastones. Los conos son los responsables de la percepción del color, son fotosensibles a las longitudes de ondas: roja, verde y azul. Los conos tienen una relación de 1 a 1 con las fibras nerviosas, para cada cono existe una fibra nerviosa. Esto permite que podamos distinguir con exactitud los colores. La mayoría de los 6 millones de conos se encuentran ubicados en el centro focal de la retina; por esto en ocasiones, cuando vemos un objeto con la parte lateral del ojo, podemos distinguir que existe algo ahí, pero no podemos precisar con exactitud su color. Los bastones solo tienen un tipo de pigmento fotosensible, por lo que su percepción es acromática, o sea son los responsables de la percepción del “valor” de los objetos. Estos están situados alrededor del punto focal de la retina y muchos bastones comparten una fibra nerviosa. De modo que podemos ver en condiciones de poca luz, aunque no logramos distinguir el color de los objetos, si podemos percibir su presencia. Cuando estamos seleccionando un color, lo más sencillo es cerrar parcialmente el ojo para limitar la entrada de luz al ojo.

## **1.5. Métodos para evaluar el color**

Los métodos utilizados para evaluar el color son: visual e instrumental. En el primer método se utiliza la comparación visual con colores estándares, mientras que el segundo se opta utilizar instrumentos de medición. (Lafuente, 2008)

### **1.5.1. Método visual**

Este método es el más frecuente en Odontología, sin embargo no siempre se obtienen excelentes resultados. La evaluación del color por comparación visual se considera un método subjetivo, además dificulta la selección del color si no se cuenta con una adecuada fuente de luz, también hay que tener en cuenta que los colores del entorno influyen en la selección del color, así como el estado emocional, las exposiciones previas del ojo del operador (fatiga), metamerismo.

### **1.5.2. Método instrumental**

Entre los instrumentos utilizados para la selección del color en Odontología tenemos: colorímetros (el más utilizado), espectrofotómetros, fotografía análoga o digital. El análisis instrumental del color tiene como ventajas potenciales sobre la determinación visual, las lecturas del instrumento son objetivas, independientes de las condiciones o de la experiencia del observador, pueden ser cuantificadas y se obtienen rápidamente. El uso extensivo de espectrofotómetros y colorímetros ha sido reportado en el campo de la investigación, su uso no es común en clínica, debido al alto costo y la dificultad de medir el color en objetos traslucidos (dientes), tamaño, estandarización.

## **1.6. Factores que influyen en la percepción del color**

**1.6.1. Fluorescencia:** es la característica de absorber energía luminosa de ondas cortas, como ultravioleta, y difundirlas hacia el espectro visible entre blanco intenso y el azul claro. (Nocchi E. , 2007)

**1.6.2. Opalescencia:** es una característica inherente al esmalte y puede ser detectada fácilmente en la región incisal del diente. Cuando se somete el esmalte a la luz reflejada, aquel permite el pasaje de ondas de luz con espectro más largo, como el rojo

anaranjado, y refleja, o sea, realza las ondas cortas, como las del color gris-azulado. (Nocchi E. , 2007)

**1.6.3. Metamerismo:** El metamerismo es un fenómeno que puede hacer dos muestras de color tengan aparentemente el mismo tono bajo una determinada fuente de luz, pero parezcan diferentes en otras condiciones de iluminación. (Aschheim, 2002).

## 1.7. Medición del color

La percepción del color se da gracias a tres elementos necesarios (La Guía MetAs, 2009):

- **Fuente de luz**

La luz es una forma de energía y se propaga en forma de ondas electromagnéticas. La longitud de onda es una característica importante de la onda electromagnética y varía desde fracciones de nanómetro ( $1 \text{ nm} = 10^{-7} \text{ cm}$ ) hasta kilómetros. Todo cuerpo iluminado absorbe una parte de las ondas electromagnéticas y refleja las restantes, las ondas reflejadas son captadas por el ojo e interpretadas como colores según las longitudes de ondas correspondientes.

Violeta: 380-450 nm

Azul: 450-495 nm

Verde: 495-570 nm

Amarillo: 570-590 nm

Naranja: 590-620 nm

Rojo: 620-750 nm

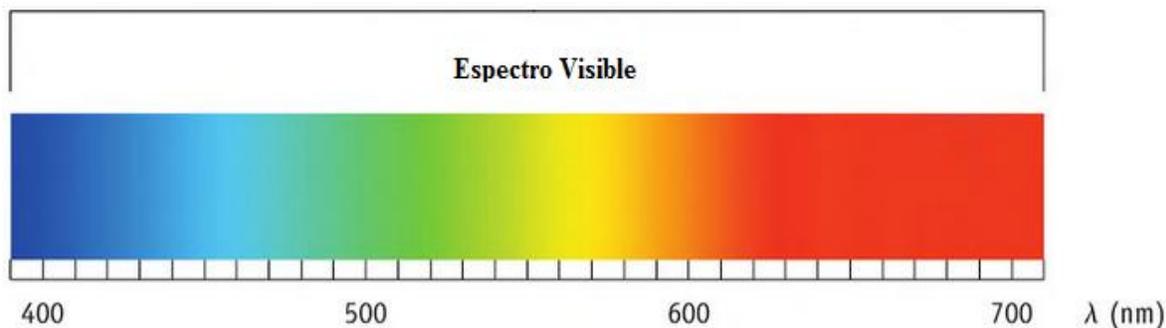


Fig 2. Espectro Electromagnético. La luz visible es una parte muy pequeña del espectro. Adaptado de Chemistry and Chemical Reactivity. Kotz 2009.

- **Objeto iluminado**

Las radiaciones de iluminación son modificadas por el objeto mediante procesos físicos como la transmisión, reflexión, absorción y dispersión. Las proporciones relativas de estos procesos dependen de las características del material así como de forma, espesor, longitud y composición química.

- **Observador**

Los detectores comunes de la luz y el color son el ojo, el sistema nervioso y el cerebro. El ojo enfoca la imagen del objeto en la retina. Los detectores fotosensibles de la retina se denominan bastones y conos por su forma.

### **1.8. Contrastes del color**

Valero (2013) hace referencia al criterio de Itten acerca de los contrastes de colores:

- Contraste del color en sí mismo: se da entre colores “puros”, sin alteraciones, al máximo de iluminancia.
- Contraste claro-oscuro: entre blanco y el negro o el saturado o desaturado.
- Contraste caliente-frío: el polo frío es el azul-verde y el polo caliente el rojo anaranjado.
- Contraste de los complementarios: la mezcla de estos es gris.
- Contraste Simultáneo: dos elementos con el mismo color tienen el mismo contraste dependiendo del color que exista en el fondo.
- Contraste cualitativo: colores interrumpidos por blanco o negro o mezclado con su complementario.
- Contraste cuantitativo: se da por la dimensión de manchas.

La mayoría de los efectos de contrastes enunciados por Itten como principios para generar interés estético en un diseño se dan por interacción mutua e influencia de unos colores sobre otros, por ejemplo la relación del blanco con el negro, o el claro con el oscuro, creando un contraste de luminosidad.

## 2. Clasificación de las resinas

A principios del siglo pasado muchos materiales fueron introducidos en Odontología con la intención de mejorar la estética principalmente. (Nocchi, 2007)

Las resinas acrílicas reemplazaron a los silicatos por su apariencia más similar al diente, insolubilidad a los fluidos de la cavidad oral, fácil manipulación y bajo costo. (Anusavice & Ralph, 2013)

Debido a los problemas que presentaron las resinas acrílicas en la década de 1940; como fallas en el interior del material, cambios de color y poca resistencia al desgaste, los investigadores de la época se encontraron en la necesidad de desarrollar un material con mejores propiedades. En 1962, R.L. Bowen presenta un nuevo tipo de resina, formado por el Bis-GMA, molécula derivada de la reacción entre el bisfenol-A y el glicidilmetacrilato y por partículas de carga silanizadas capaces de unirse químicamente a la matriz orgánica. Las resinas actuales se basan en esta misma formulación con algunas modificaciones realizadas a lo largo del tiempo. (Nocchi, 2007)

*Según el tamaño de la partícula inorgánica* (Anusavice & Ralph, 2013)

- Composites de partículas pequeñas

Estos composites poseen partículas con diámetros entre 0.1 - 10 $\mu$ m. Poseen mejor pulido que los composites de macro relleno, sin embargo, no pueden ser pulidos de manera que alcancen gran brillo. Presentan ventajas como alto grado de dureza y fuerza.

- Composites de Macropartículas

Poseen partículas con tamaño entre 15 y 100 micrómetros. Se denominan convencionales.

- Composites de Micropartículas

Aglomerados de sílice coloidal inorgánico de 0.01-0.1  $\mu$ m incrustados en partículas resinosas de relleno de 5-50  $\mu$ m. Alto grado de pulido y brillo.

- Composites de nanopartículas

Tienen el mismo tamaño de partículas como las de micro relleno, pero las partículas han sido tratadas antes de aglomerarlas en grupos grandes tridimensionales. El relleno se dispone de manera individual o aglomerados esferoidales de nanopartículas primarias llamados Clusters.

- Composite Híbrido

Compuesta por macro y micropartículas con tamaño medio entre 1 – 5 micrómetros.

- Composite nanohíbrido

Se incorporan nanopartículas dentro de un material microhíbrido. Las partículas oscilan entre 20 – 60 nm, pero a no poseen nanoclusters o Clusters como los composites de nanorelleno.

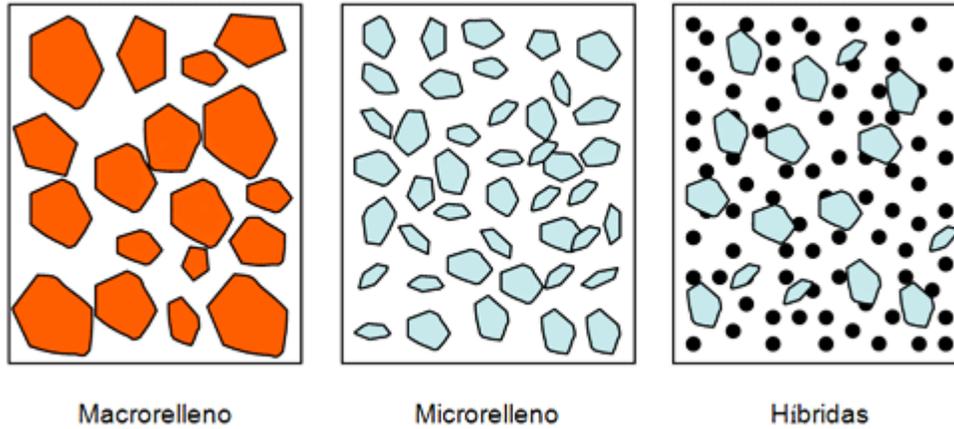


Figura 3. Clasificación de las resinas según el tamaño de las partículas. (Rodríguez & Pereira, 2008)

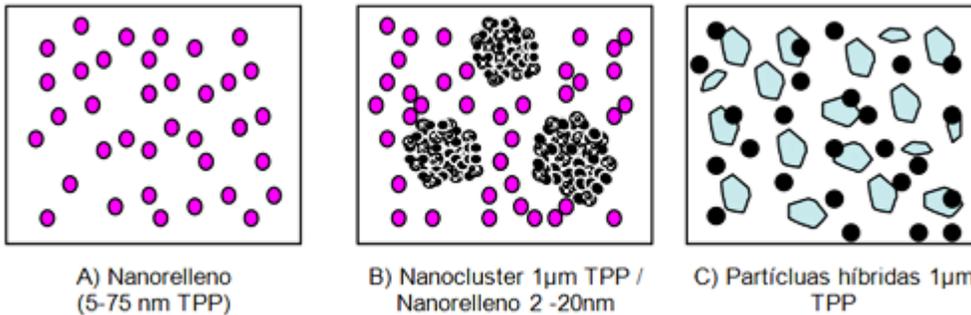


Figura 4. Esquema de la tecnología del nanorelleno. A) Partículas nanométricas, B) Partículas nanoclusters, C) Partículas híbridas. TPP: Tamaño promedio de las partículas. (Rodríguez & Pereira, 2008)

#### Tamaño y material de relleno según tipo de resina (Rodríguez & Pereira, 2008)

Tipo de resina	Tamaño del relleno (µm)	Material de relleno
Macrorelleno	10-40	Cuarzo y vidrio
Microrelleno	0.01-0.1	Sílice coloidal
Híbrida	15 y 20 y 0.01-0.05	Vidrio y sílice coloidal
Híbridos modernos	0.5-1 y 0.01-0.05	Vidrio, zirconio y sílice coloidal
Nanorellenos	<0.01 (10nm)	Sílice y zirconio

### **3. Composites nanohíbridos**

#### **3.1. Concepto**

Son resinas que utilizan nanorelleno casi siempre en combinación con partículas híbridas y en este caso específico, los productos se denominan resinas nanohíbridas 0,02-0,075  $\mu\text{m}$  (20-25 nm). Es decir tienen nanopartículas y partículas más grandes tradicionales. Tienen las propiedades mecánicas de la microhíbridas, pero superficies más suaves y brillantes y el brillo dura más tiempo que estas. (Cova, 2010)

#### **3.2. Composición**

Hervás et al. (2006)) y Sampedro y Cifuentes (2014), afirman que las propiedades físicas, mecánicas, estéticas y el comportamiento clínico dependen de la estructura del material. Básicamente, los composites dentales están conformados por materiales químicamente diferentes:

##### **Monómero o Matriz orgánica**

Está conformada por monómeros u oligómeros, siendo el Bis- GMA, (bisfenol A- glicidil Metacrilato) el más utilizado. Es un dimetacrilato formado por una molécula epóxica (bisfenol A), con grupos terminales de glicildimetacrilato. Posee un peso mayor molecular, lo que provoca una polimerización menor y mayor viscosidad, volviéndose dificultosa la manipulación. Actualmente se combinan los monómeros siendo los más usados TEGDMA (trietilenglicol dimetacrilato) y el UDMA (dimetacrilato de uretano), disminuyendo la viscosidad de los composites y el UDMA que proporciona mayor flexibilidad lo que optimiza la resistencia de los composites. (Sampedro y Cifuentes, 2014)

##### **Matriz inorgánica**

Se denominan también como partículas de relleno y las más utilizadas son el cuarzo o vidrio de bario. Éstas partículas proporcionan a la matriz resinosa estabilidad dimensional, radiopacidad, mayor elasticidad, resistencia a la tracción, abrasión, disminuye la

contracción de polimerización, sorción acuosa y el coeficiente de expansión térmica, favorece resultados estéticos y facilita la manipulación. (Sampedro y Cifuentes, 2014)

### **Agente de Conexión (Silanos)**

El agente de unión permite que la matriz orgánica se encuentre unida de manera estable a las partículas de relleno o inorgánicas. Este agente permite que el composite se comporte como una sola estructura frente a las tensiones a las que se somete, también evita la filtración del agua en la interfase orgánica e inorgánica, consiguiendo estabilidad hidrolítica en el interior del composite, atribuyéndole a la resina propiedades óptimas. (Sampedro y Cifuentes, 2014)

### **Sistema iniciador o activador de la polimerización**

Este agente es necesario para iniciar el proceso de polimerización de los materiales, una vez activados inician la polimerización de las resinas, mediante la ruptura de la doble ligadura del monómero para convertirlo en polímero. Se logra esta reacción a través de medio químico. En las resinas autocuradas, este proceso de iniciación se activa al mezclar las dos pastas, una tiene la amina terciaria aromática (activador) y la otra pasta el peróxido de benzoilo (iniciador), en cambio las resinas fotocuradas presentan la canforoquinonas, que se activan gracias a una fuente de luz con una longitud de onda entre 420 y 500 nanómetros en el espectro de luz visible (Sampedro y Cifuentes, 2014)

### **Inhibidores o estabilizadores**

Estas sustancias tienen el fin de incrementar la vida útil del composite evitando la polimerización espontánea. Los estabilizadores más utilizados son: hidroquinonas y étermono metálico de la hidroquinona. (Sampedro y Cifuentes, 2014)

## **3.3. Propiedades físicas y tabla de propiedades según fabricantes de las resinas seleccionadas en el estudio**

### **3.3.1. Solare X**

Solare X está diseñada para un uso clínico simplificado dando lugar a realizar hasta un 90% de las restauraciones con una sola jeringa de composite, minimizando así el tiempo

operatorio pero proporcionando resultados de gran belleza y alta calidad. Para replicar las propiedades estéticas de dientes naturales Solare X contiene nano-rellenos, rellenos de vidrio y rellenos pre-polimerizados que imitan la compleja transmisión de luz, difusión y reflexión características encontradas en dientes naturales (Gc Asia Dental Pte Ltd, 2010).

### **Propiedades físicas**

- Baja tensión de contracción por polimerización
- Alta resistencia a la fractura
- Partículas pre-polimerizadas
- Fácil y rápido pulido para una superficie lisa y brillante
- Alta tenacidad a la fractura
- Manejo no pegajoso que permite. (Gc Asia Dental Pte Ltd, 2010)

### **Tabla de propiedades**

Dimecratilato de uretano	20-25%
Trifluoruro de iterbio	5-10%
**bismetracrilato	5-10%
**dimetacrilato	1-5 %

### **3.3.2. Brilliant NG**

Brilliant NG es un composite fotopolimerizable nanohíbrido, de alto relleno, fácil de manipular, radiopaco, para todo tipo de restauraciones. (coltene, 2015), tiene una óptima distribución de sus partículas, BRILLIANT NG es indicado tanto para sector anterior, con alto compromiso estético de brillo, pulido y acabado final; como para sector posterior, con extraordinaria resistencia a las fuerzas de masticación y el desgaste, ya sean restauraciones directas, semi directas e indirectas. (coltene, 2012)

### **Propiedades físicas**

- Partículas pre-polimerizadas
- Fácil de modelar, consistencia no pegajosa

- Reducción de la contracción a la polimerización
- Fácil y rápido pulido
- Simpleza en la selección del color
- No sensible a la luz operatoria

### Tabla de propiedades

Modulo flexura	9000 MPa
Resistencia a la flexión	128 MPa
Absorción de agua	19 ug/mm <sup>3</sup>
Solubilidad en agua	0,6 ug/mm <sup>3</sup>
Radiopacidad	2mm Al
Índice de desgaste	2,58
Dureza de vickers	76 kg/mm <sup>2</sup>
Contracción volumétrica	2,2%
Fuerza de compresión	383 MPa
Intervalo de tamaño de las partículas	0,02-2,5 um
Tamaño medio de las partículas de relleno	0,6
Contenido de relleno por peso	80%
Contenido de relleno por volumen	65%

### 3.3.3. Tetric N-Ceram

Tetric N-Ceram es un composite nanohíbrido, fotopolimerizables y radiopaco para el tratamiento restaurador. Tetric N-Ceram está indicado para todo tipo de restauraciones directas e indirectas, así mismo se puede utilizar para la reparación de carillas de composite y cerámica. (ivoclar vivadent AG, 2010)

#### Propiedades físicas

- Baja concentración y estrés de contracción
- Alto nivel de radiopacidad
- Bajo desgaste
- Pulido rápido y de alto brillo

## Tabla de propiedades

Dimetacrilatos	19-20% en peso
Vidrio de bario	**
Trifluoruro de iterbio	**
Óxidos mixtos y copolímeros	80-81% en peso

Nota: las sustancias marcadas con \*\* son consideradas secretos comercial

### 3.4. Factores que alteran el color en las resinas

Salem (2002) indica los factores que influyen en la alteración del color en las resinas y posterior fracaso de la restauración. A continuación se describen cada uno de ellos:

#### 3.4.1. Concentración de relleno

En el material restaurador, lo ideal es que se encuentre una mayor concentración de relleno, para que disminuya la tendencia de absorción de agua, por ende menor contracción de polimerización, una disminución en el coeficiente de expansión térmica y mejor adhesión. La baja absorción de agua está asociada con el menor riesgo de mancharse, mayor resistencia al desgaste. La absorción de agua se relaciona al manchado ya que el agua sirve de vehículo para sustancias pigmentantes. Así mismo la absorción de agua puede provocar hinchazón y ocasionar tensiones internas, las que inducen a debilitar la estructura del material. (Salem, 2002)

#### 3.4.2. Concentración de la polimerización

El composite sufre contracción durante el proceso de polimerización, esta contracción está relacionada directamente a la adaptación marginal del material restaurador, lo que significa que también está relacionada a que se presente o no filtración y caries secundaria, concluyendo que la baja contracción de polimerización se traduce como mejor adaptación marginal, disminuyendo el riesgo de caries recurrente o filtración marginal. (Salem, 2002)

### **3.4.3. Coeficiente de expansión térmica**

El coeficiente de expansión térmica debe considerarse una característica de importancia en una resina y lo ideal es que se aproxime al coeficiente de expansión térmica del diente natural, de esta manera "cooperará" mejor con el diente cuando se presenten cambios de temperatura. El bajo coeficiente de expansión térmica se relaciona con una mejor adaptación marginal y reducción de caries secundaria. (Salem, 2002)

### **3.4.4. Decoloración causada por el ambiente oral**

El color de los composites puede alterarse dependiendo de la reacción de éste con el ambiente de la cavidad oral de cada individuo. La absorción de soluciones pigmentantes es una de las causas principales de las manchas de los composites y esto se da por la absorción de agua de la resina. El deterioro químico del material cuando está en un ambiente húmedo, es otra causa de la decoloración. Puede evaluarse la propensión de una resina a cambiar de color exponiéndolas en soluciones pigmentantes con altas probabilidades de manchar, entre ellas café, té, vino, jugo de uvas, etc. (Salem, 2002)

Podemos llevar a cabo esta prueba exponiendo las muestras a una temperatura de 37°C y la decoloración provocada por el agua puede evaluarse con una prueba acelerada a una temperatura de 50° a 60° C. Hay que diferenciar la decoloración interna del material con el manchado superficial que es causado por la deposición de alimentos placa, asociada con una higiene bucal deficiente y que puede removerse con un pulido del material. (Salem, 2002)

### **3.4.5. Decoloración inducida por la luz**

La luz de longitud de onda corta (rango ultravioleta y cercano a la ultravioleta), tiende a provocar cambios de color o decoloración de los materiales a base de polímeros con y sin relleno. La decoloración causada por la luz está en dependencia de las propiedades de los monómeros, en la resistencia a la luz de las soluciones pigmentantes, por último y en menor la composición química de los rellenos. La estabilidad cromática de la resina depende de las propiedades de ésta, de la elección de los componentes utilizados para su formulación y

de aditivos capaces de absorber la radiación de corta onda o transferir a la luz blanca. (Salem, 2002)

### **3.5. Clasificación de la decoloración en resinas**

Las resinas se encuentran en constante exposición al ambiente en la cavidad oral, lo que conlleva a una susceptibilidad a la decoloración.

Se describen 3 tipos de decoloración en las resinas (Dietschi D, 1994):

1. Decoloración externa: debido a la acumulación de placa bacteriana y manchas extrínsecas.
2. Decoloración de la subsuperficie: degradación superficial o leve penetración y reacción con agentes pigmentantes en las capas superficiales de la resina.
3. Decoloración intrínseca: debido a reacciones químico-físicas en las capas más profundas de la resina.

### **3.6. Mecanismo de decoloración de las resinas**

Las manchas en las resinas son multifactoriales (Greenwald, 2001).

Greenwald (2001, pág. 8) cita a Nathoo (1997):

El depósito de manchas depende de la atracción de los materiales a la superficie. Las fuerzas de atracción incluyen fuerzas interactivas de largo alcance como las electrostáticas y fuerzas de Van der Waals y fuerzas de corto alcance como interacciones hidrofóbicas, dipolo-dipolo y enlaces de hidrógeno. Estas fuerzas de atracción, le permiten a cromógeno (material pigmentante) y al pre cromógeno (material sin color) acercarse a la superficie.

Según la Real Academia Española, la palabra cromógeno se define como: “Que produce materias colorantes u origina coloraciones”

El cromógeno se adhiere a la superficie causando decoloración. El color del cromógeno es similar al color de la mancha que se forma. La adhesión a la película dental adquirida con té verde, café, vino y otros metales es un vivo ejemplo de este mecanismo. Estas bebidas

logran generar algún tipo de color debido a la presencia de enlaces dobles y estos se creen interactúan con la superficie por medio de un mecanismo de intercambio de iones. La saliva que recubre la superficie posee cargas negativas que se contrabalancean con la capa de Stern (doble capa eléctrica) o capa de hidratación (Greenwald, 2001).

De igual manera, el pre cromógeno a pesar de ser un material sin color, también causa pigmentación en la superficie dental o de resinas, por medio de diferentes reacciones físico-químicas después de unirse con el esmalte recubierto por saliva (Olivi, 2015).

#### **4. Soluciones pigmentantes**

##### **4.1. Café Presto**

- Componente pigmentante

El compuesto pigmentante dentro del café son los taninos. La concentración varía según el tipo de café. En el café instantáneo se encuentra un porcentaje de 4.3% (Berdanier, 2011).

##### **4.2. Jamaica**

- Componente pigmentante

El pigmento que le da su color característico es la antocianina. Castañeda et al. (2010)

(Müller, 2000) Describe las antocianinas como: “Pigmentos que comunican una coloración roja, violada o azul a las hojas, frutos, cortezas y raíces” (p. 23).

##### **4.3. Bebida Gaseosa Coca-Cola**

- Componente pigmentante

Colorante utilizado en la Coca-Cola se conoce como color caramelo E150.

##### **4.4. Vino tinto Don Simón**

- Componente pigmentante

El pigmento que le da su color característico es la Antocianina, esta se encuentra en las uvas que se utilizan en la fabricación de vinos tintos (Lock, 1997) y los taninos.

#### **4.5. Jugo de naranja Tampico**

- Componente pigmentante

El pigmento que le da su color característico es la Tartrazina o Artificial Amarillo #5.

## **VII. Hipótesis**

1. Existirá variación del color en los tres tipos de resinas, puesto que todo material sometido a pigmentantes tiene algún grado de coloración.
2. La resina Solare X experimentará mayor variación de color, debido a que posee más contenido orgánico de las tres, esto se la relaciona con mayor solubilidad, por ende mayor biodegradación de componente orgánico.
3. El colorante de síntesis artificial Tartrazina o Amarillo 5 (E102) será el que presente mayor pigmentación en las muestras, ya que posee excelentes propiedades, alta pureza y proporciona un color persistente.
4. Si existirá diferencia en los resultados finales del registro de color al utilizar el método visual y el espectrofotómetro Easyshade, puesto que la percepción del color por método visual cambia de persona en persona y el método estandarizado del espectrofotómetro no puede coincidir con todas las percepciones del ojo humano.

## **VIII. Diseño metodológico**

### **Tipo de estudio**

El presente trabajo es cuasi experimental, de tipo prospectivo y de corte transversal.

### **Universo**

Resinas nanohíbridas utilizadas en Odontología.

### **Muestra**

La muestra estará conformada por tres tipos de resina: Brilliant NG, Tetric N-Ceram y Solare X.

### **Unidad de análisis**

La unidad de análisis la componen los 3 tipos de resina nanohíbrida de color A2, que posteriormente se introducirán en las bebidas para su análisis cuantitativo.

### **Criterios de inclusión**

- Resinas nanohíbridas
- Resinas sin exposición a ningún pigmento
- Resinas nuevas
- Resinas con fecha de caducidad vigente

### **Criterios de exclusión**

Todos los que no cumplan con los criterios de inclusión.

### **Variables dependientes**

Temperatura

Matiz

Croma

## Variables independientes

Soluciones pigmentantes

Registro inicial del color de las resinas

## Operacionalización de las variables

Variable	Definición Operacional	Indicador	Escala	Valor	Tipo	Unidad de medida
<b>Temperatura</b>	Medida del calor o energía térmica de las partículas en una sustancia	Termómetro	Celsius	0°-100°	Cuantitativa	°C
<b>Matiz</b>	Es específicamente el nombre del color, refiriéndose a la longitud de onda.	Vita classical	A B C D	1 2 3 4	Cuantitativa	nm
		Vita Master 3D	L M R	1 2 3	Cuantitativa	
<b>Croma</b>	Es la intensidad del matiz o la cantidad de pigmentos que este posee.	Vita classical	1 2 3 3.5 4	1 2 3 4 5	Cuantitativa	%
		Vita Master 3D	1 1.5 2 2.5 3	1 2 3 4 5	Cuantitativa	

## **Materiales e instrumentos utilizados**

Se utilizaron tres tipos de resina nanohíbrida (Tetric N-Ceram, Solare X, Brilliant NG).  
(Ver fig.1)

### **1. Resinas**

#### **Resina Solare X (Ver fig.2)**

La casa comercial que distribuye este producto GC América, podemos encontrarla en el depósito dental Importadora Dental S.A, ubicada en Bolonia, Managua.

#### **Resina Brilliant NG (Ver fig.3)**

Distribuida por Coltene, comercializada por el depósito dental Nicadent, ubicado en Los Robles, Managua.

#### **Resina Tetric N-Ceram (Ver fig.4)**

Distribuida por Ivoclar Vivadent, este producto podemos encontrarlo en Casa Terán, ubicada en EL Carmen, Managua.

### **2. Soluciones Pigmentantes (Ver fig.10)**

Se utilizaron 5 soluciones pigmentantes más una solución control:

1. Coca Cola, distribuido por The Coca Cola Company, ubicada en Carretera norte, Managua.
2. Café Presto, distribuido por Café Soluble S.A. (CSSA)
3. Jugo Naranja Tampico, distribuido por FEMSA
4. Jamaica, comercializado como Rosa de Jamaica distribuido por CLYSON.
5. Agua purificada de marca Fuente Pura, distribuido por Fuente Pura S.A.

Estos productos podemos encontrarlo en todos los supermercados La Unión o cualquier otro supermercado.

6. Vino tinto Don Simón con 12% Alc.Vol. Producto de España, importado y distribuido por Comercializadora México Americana, podemos encontrarlo en Supermercados Porta's en Villa Fontana, Managua.

## **Preparación de las soluciones**

Vino tinto Don Simón, Coca-Cola y Jugo de Naranja Tampico no requirieron alguna preparación.

- Te de Jamaica: en 1 litro de agua se añadieron 20gramos de Flor de Jamaica, se dejó hervir por 20 minutos, se coló la mezcla para eliminar residuos y se introdujo en el refrigerador. Ningún tipo de endulzante fue agregado.
- Café Presto: en 100ml de agua caliente se añadieron 10g de café presto instantáneo. Para mayor precisión de las porciones de café se utilizaron tazas de cocina medidoras. Ningún tipo de endulzante fue agregado.

## **Preparación de Muestras**

Se utilizaron 48 bloques de resina nanohíbrida anteriormente seleccionadas (Tetric N-Ceram, Solare X, Brilliant NG) (**Ver fig.12**), las cuales fueron fabricadas con las siguientes características:

- Dimensiones: 10mm de largo, 5mm de ancho y 2mm de grosor.
  - Valor cromático A2 según la guía Vita tradicional.
1. Para la realización de las láminas de resina, se elaboró previamente un molde de yeso con la forma deseada, a este se le colocó una lámina de acetato para obtener el molde plástico rígido con un espesor de 0.040” en el cual se colocó la resina (5mm de ancho/10mm largo/2mm grosor) (**Ver fig. 5 y 6**)
  2. Se colocó la resina en el molde de acetato en incrementos de 2mm utilizando una espátula para composite Hu-Friedy. (**ver fig.9**)
  3. Se fotocuró cada incremento de 2mm utilizando una lámpara de fotocurado LED por 40 segundos, hasta completar el molde. (**ver fig.7**)

## Terminación y pulido de muestras

4. Cada muestra fue pulida individualmente con una pieza de mano de baja velocidad marca NSK, utilizando los discos de terminado y pulido Sof-Lex, encontrados en Casa Terán iniciando con el disco de grano más grueso, siguiendo la secuencia hasta terminar con el disco de grano más fino (**ver fig.8**), aplicando poca presión a las muestras, siguiendo un mismo patrón de movimiento de arriba hacia abajo, por 20 segundos cada disco.

## Inmersión de las muestras

Una vez obtenidas las 48 muestras de resina, se dividieron en 5 grupos de 3 muestras de cada marca de resina por solución pigmentante, colocadas en tubos de ensayo individuales rotulados (**Ver fig.11**). Se colocó 3 láminas de resina de la misma marca, una en cada tubo de ensayo.

El grupo control fue de 3 muestras, 1 lámina por marca de resina, sumergidas en Agua Fuente Pura en tubos de ensayo individuales. Teniendo un total de 16 láminas de cada composite; 15 experimentales más 1 lámina como grupo control por marca de resina.

## División de muestras

### Resina Solare XT

Solución Pigmentante	Vino Tinto Don Simón	Te de Jamaica	Café Presto	Jugo Naranja Tampico	Coca- Cola	Agua Fuente Pura
# repeticiones	3	3	3	3	3	1

### Resina Brilliant NG

Solución Pigmentante	Vino Tinto Don Simón	Te de Jamaica	Café Presto	Jugo Naranja Tampico	Coca- Cola	Agua Fuente Pura
# repeticiones	3	3	3	3	3	1

---

### Resina Tetric N-Ceram

Solución	Vino Tinto	Te de Café	Jugo Naranja	Coca-Cola	Agua Fuente Pura
Pigmentante	Don Simón	Jamaica	Presto	Tampico	
# repeticiones	3	3	3	3	1

---

Antes de ser expuestas a las soluciones pigmentantes, las muestras fueron fotografiados en un espacio con fuente natural de luz y se determinó el color inicial utilizando ambos colorímetros. **(Ver fig.12)**

Se utilizaron 6 jeringas descartables para medir exactamente 3ml de cada solución, de esta manera cada tubo de ensayo mantuvo una cantidad exacta y continua durante todo el experimento. **(Ver fig.13)**

Las muestras se sumergieron 24 horas dentro de los tubos de ensayo; cambiando cada solución en cada tubo cada 24hrs para evitar la proliferación de bacterias y utilizando un cepillo para limpiar de manera mas efectiva cada tubo de ensayo. También se limpiaron cada una de las muestras con cepillo de dientes sin ningún agente abrasivo antes del registro del color. **(Ver fig.15, A y B)**

Las muestras fueron sometidas a calor para acelerar el deterioro químico de la parte orgánica de la resina. Para ello se conservaron la muestras sumergidas en soluciones pigmentantes dentro de un termostato MEMMERT (facilitado por el laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Médicas de la UNAN Managua) a 37°C, que equivale aproximadamente a la temperatura corporal o de la cavidad bucal. Se colocó un termómetro clásico dentro del horno para monitorear también de esta manera la temperatura y mantener todas las resinas a una sola temperatura de manera constante. **(Ver fig. 16, 17 y 18).**

Los medios que se utilizaron para la recolección de datos fue: VITA Easyshade V y Vita 3D Master, colorímetro electrónico y colorímetro tradicional respectivamente. **(Ver fig. 19 y 20).**

El tiempo de duración del experimento fue de 2 semanas.

El registro final se midió al terminar la segunda semana, de igual manera siempre utilizando ambos colorímetros y las fotografías de las muestras fueron tomadas después de 1 semana y finalizado el último registro. (Ver fig. 21 y 22)

### **Registro del color**

Para el registro del color se utilizó el espectrofotómetro **VITA Easyshade Advance V** que muestra los resultados del color de los sistemas **VITA Classical A1-D4** y **VITA SYSTEM 3D-Master** (Ver fig.19) y para el registro visual se utilizó la guía de color **VITA Toothguide 3D-Master** (Ver fig.20).

### **Sistema VITA Classical**

#### **Escala de Valores Saturación-tonalidad**

##### **Tonalidad o Matiz**

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1	2	3	4

En la guía de colores de VITA classical las letras A, B, C y D representa los grupos de colores de las resinas: A representa los colores (marrón- rojizo), B (amarillo-rojizo), C (gris) y D (gris –rojizo). Los números situados debajo de las letras son valores asignados en nuestro estudio para poder cuantificarlo.

##### **Saturación o croma**

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3.5</b>	<b>4</b>
1	2	3	4	5

Los números en la guía de colores de VITA Classical representa la intensidad cromática, ordenados de menor a mayor intensidad, de igual manera asignamos valores en números, para poder cuantificarlo.

De la escala VITA Classical A1-D4 se deriva la siguiente tabla de códigos cuantitativos, a fin de comparar el impacto de soluciones pigmentantes.

Grupo de colores (VITA Classical A1 - D4)							
Tonalidad		Código	Saturaciones				
			1	2	3	4	5
			X,Y	X,Y	X,Y	X,Y	X,Y
A	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	
B	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	
C	3	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	
D	4	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	

### Sistema VITA 3D MASTER

#### Escala de Valores Saturación-tonalidad

1	1.5	2	2.5	3
1	2	3	4	5

Saturación o croma

L	M	R
1	2	3

Tono o matiz

En este sistema, el matiz se representa en letras al igual que VITA Classical, donde L es amarillento, M es un tono medio y R es un tono rojizo. Y la intensidad cromática en números. Se asignó valores numéricos para cuantificarlo tanto a saturación y a tonalidad.

De la escala VITA SYSTEM 3D-Master se deriva la siguiente tabla de códigos cuantitativos.

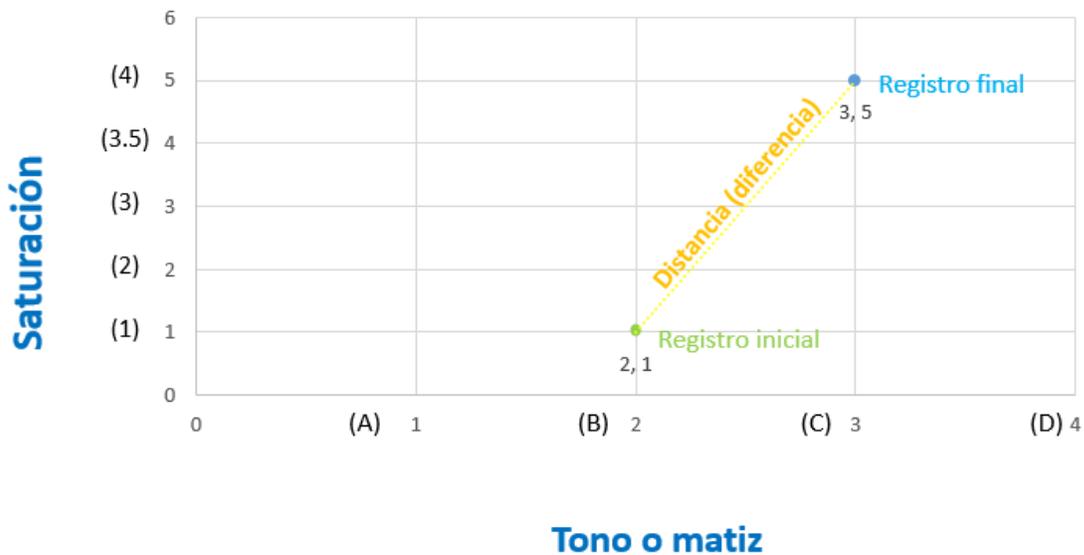
Grupo de colores VITA SYSTEM 3D-Master							
Tonalidad		Código	Saturaciones				
			1	2	3	4	5
			X,Y	X,Y	X,Y	X,Y	X,Y
L	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	
M	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	
R	3	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	

Para comparar los grupos (tipo de resina, tipo de solución pigmentante), debemos conocer las diferencias entre los registros de colores antes de la exposición a la solución y los registros de colores después de la exposición.

Como sabemos, las dimensiones del color son tres: Hue (matiz), saturación (croma) y valor (luminosidad). Seleccionamos dos dimensiones del color (matiz y croma) para procesar los resultados, debido a que son estas dos dimensiones las que se registran según los sistemas Vita classical y Vita master 3D, así mismo por el hecho que no se puede medir el color de las resinas como un dato único.

Consideramos estudiar únicamente dos dimensiones del color para procesar nuestros resultados porque nos permite ubicar en dos dimensiones nuestros datos, en el cual, el eje X representa la tonalidad y el eje Y la saturación.

### Cuantificación de la alteración del color



$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

Esta fórmula la utilizamos para calcular la distancia (diferencia) entre dos puntos del plano cartesiano. Donde X2 representa el registro final de tonalidad y X1 el registro inicial, de la misma forma Y2 es el registro final de saturación y Y1 el registro inicial.

En primer lugar ubicamos en este plano bidimensional cartesiano el registro inicial, en el eje X la tonalidad y en el eje Y la saturación, posteriormente ubicamos el registro final para calcular la distancia entre estos dos puntos, que denominaremos “diferencia”.

Al estudiar dos dimensiones del color nos permite observar que el color puede tener variación en una de sus dimensiones o en ambas, ejemplo: una muestra puede mantener el tono en el registro final, sin embargo presentar variación en saturación y viceversa.

Por lo tanto, cuando mayor sean las distancias o diferencias entre registro inicial y final en el plano cartesiano, mayor será el grado de alteración del color en las resinas.

### **Métodos para analizar y procesar la información**

Se aplicará la prueba de Kruskal-Wallis para comparar las distribuciones de los registros de colores, tanto para el comportamiento de las resinas y el de las soluciones pigmentantes. Se realizará el análisis de varianza ANOVA para determinar si el método del registro de color afecta los resultados y posteriormente se procederá a introducir tablas en Microsoft Excel 2007 para elaborar gráficos de líneas.

## IX. Resultados

Las tablas siguientes muestran los registros antes, después y las diferencias entre ambos registros para cada una de las resinas y para cada una de las soluciones pigmentantes:

**Tabla 1**  
*Resultados de Tono-Saturación de las muestras sumergidas en Vino*

Resina	Muestra	Registro inicial				Registro final				Diferencia Inicial/final	Promedio
		Sistema Classical A1-D4	Vita	T	S	Sistema Classical A1-D4	Vita	T	S		
<b>Brilliant NG</b>	B1	B1	2	1	A4	1	5	4.12	3.68		
	B2	B1	2	1	D3	4	3	2.8			
	B3	B1	2	1	A4	1	5	4.12			
<b>Solare X</b>	S1	B1	2	1	A4	1	5	4.12	4.12		
	S2	B1	2	1	C4	3	5	4.12			
	S3	B1	2	1	C4	3	5	4.12			
<b>Tetric N-Ceram</b>	T1	A1	1	1	C4	3	5	4.47	4.23		
	T2	B1	2	1	A4	1	5	4.12			
	T3	B1	2	1	A4	1	5	4.12			

Se observan los valores de Tono (T) -Saturación (S) obtenidos en los registros iniciales y finales, la diferencia entre estos y el promedio de cada grupo de resina.

**Tabla 2**  
*Resultados de Tono-Saturación de las muestras sumergidas en Jamaica*

Resina	Muestra	Registro inicial				Registro final				Diferencia Inicial/final	Promedio
		Sistema Classical A1-D4	Vita	T	S	Sistema Classical A1-D4	Vita	T	S		
<b>Brilliant NG</b>	B4	B1	2	1	A3	1	3	2.23	3.05		
	B5	B1	2	1	D3	4	3	2.82			
	B6	B1	2	1	A4	1	5	4.12			
<b>Solare X</b>	S4	B1	2	1	C4	3	5	4.12	4.12		
	S5	B1	2	1	A4	1	5	4.12			
	S6	B1	2	1	A4	1	5	4.12			
<b>Tetric N-Ceram</b>	T4	B1	2	1	C1	3	1	1	2.47		
	T5	B1	2	1	D3	4	4	3.60			
	T6	A1	1	1	C1	3	3	2.82			

Se observan los valores de Tono (T) -Saturación (S) obtenidos en los registros iniciales y finales, la diferencia entre estos y el promedio de cada grupo de resina.

**Tabla 3***Resultados de Tono-Saturación de las muestras sumergidas en Tampico*

Resina	Muestra	Registro inicial			Registro final			Diferencia Inicial/final	Promedio
		Sistema Classical D4	Vita A1-	T S	Sistema Classical D4	Vita A1-	T S		
Brilliant NG	B7	B1		2 1	B3		2 3	2	2.07
	B8	B1		2 1	B3		2 3	2	
	B9	A1		1 1	B3		2 3	2.23	
Solare X	S7	B1		2 1	A1		1 1	1	1.41
	S8	B1		2 1	A1		1 1	1	
	S9	A1		1 1	B3		2 3	2.23	
Tetric N- Ceram	T7	A1		1 1	A3		1 3	2	1.80
	T8	A1		1 1	A3		1 3	2	
	T9	B1		2 1	A2		1 2	1.41	

Se observan los valores de Tono (T) -Saturación (S) obtenidos en los registros iniciales y finales, la diferencia entre estos y el promedio de cada grupo de resina.

**Tabla 4***Resultados de Tono-Saturación de las muestras sumergidas en Café*

Resina	Muestra	Registro inicial			Registro final			Diferencia Inicial/final	Promedio
		Sistema Classical A1-D4	Vita	T S	Sistema Classical A1-D4	Vita	T S		
Brilliant NG	B10	B1		2 1	B3		2 3	2.23	2.78
	B11	B1		2 1	A4		1 5	4.12	
	B12	B1		2 1	B3		2 3	2	
Solare X	S10	B1		2 1	B3		2 3	2.23	3.49
	S11	B1		2 1	A4		1 5	4.12	
	S12	B1		2 1	A4		1 5	4.12	
Tetric N- Ceram	T10	B1		2 1	B3		2 3	2	2.3
	T11	B1		2 1	B3		2 3	2	
	T12	A1		1 1	A3.5		1 4	3	

Se observan los valores de Tono (T) -Saturación (S) obtenidos en los registros iniciales y finales, la diferencia entre estos y el promedio de cada grupo de resina

**Tabla 5***Resultados de Tono-Saturación de las muestras sumergidas en Coca-Cola*

Resina	Muestra	Registro inicial			Registro final			Diferencia Inicial/final	Promedio
		Sistema Vita Classical A1-D4	T	S	Sistema Vita Classical A1-D4	T	S		
Brilliant NG	B13	B1	2	1	B3	2	3	1.41	1.80
	B14	B1	2	1	B3	2	3	2	
	B15	B1	2	1	B3	2	3	2	
Solare X	S13	B1	2	1	A3	1	3	2.23	2.15
	S14	B1	2	1	A3	1	3	2.23	
	S15	B1	2	1	B3	2	3	2	
Tetric N-Ceram	T13	B1	2	1	A2	1	2	1.41	1.41
	T14	B1	2	1	A2	1	2	1.41	
	T15	B1	2	1	A2	1	2	1.41	

Se observan los valores de Tono (T) -Saturación (S) obtenidos en los registros iniciales y finales, la diferencia entre estos y el promedio de cada grupo de resina

**Tabla 6***Resultados de Tono-Saturación de las muestras sumergidas en control*

Resina	Registro inicial	Registro final	Diferencia Inicial/final
Brilliant NG	B1	A1	1,1
Solare X	B1	A1	1,1
Tetric N-Ceram	B1	B2	2,2

Se observa la diferencia (1) de las muestras de resinas sumergidas en control.

En base a las tablas mostradas anteriormente, se procede a la aplicación de la prueba de comparación de grupos.

### Método de comparación

Con el objetivo de comparar las distribuciones de los registros de colores, se aplicará la prueba de Kruskal-Wallis, obteniendo las diferencias de las distribuciones de las resinas los siguientes resultados:

**Tabla 7**

*Prueba de Kurskal-Wallis. Resultados de la comparación de las distribuciones de las resinas*

Informe				
Diferencias				
Resina	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
Brilliant NG	2,6800	1,41	4,12	0,95845
Solare X	3,0587	1,00	4,12	1,23506
Tetric N-Ceram	2,4513	1,00	4,47	1,15446
<b>Total</b>	<b>2,7300</b>	<b>1,00</b>	<b>4,47</b>	<b>1,12510</b>

En esta tabla se puede observar la distancia promedio, la distancia mínima, la distancia máxima y la variabilidad para cada una de las resinas.

**Tabla 8**

*Estadística de la prueba de Kruskal-Wallis*

Estadísticos de prueba <sup>a,b</sup>		Estadísticos de comparación	
Diferencias		Diferencias	
Chi-cuadrado	2,871	Chi-cuadrado	5,991
GI	2	GI	2
Significancia	0,238	Alfa	0,05
<b>a. Prueba de Kruskal Wallis</b>			
<b>b. Variable de agrupación: Resina</b>			

En esta tabla se puede observar que no existe evidencia suficiente para indicar una diferencia significativa entre las distribuciones de las resinas con respecto a la exposición a distintas soluciones pigmentantes.

**Tabla 9**

*Prueba de Kurskal-Wallis. Resultados de la comparación de las distintas soluciones pigmentantes*

Informe				
Diferencias				
Soluciones Pigmentantes	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
Vino	4,0122	2,80	4,47	0,46909
Jamaica	3,2167	1,00	4,12	1,09618
Tampico	1,7633	1,00	2,23	0,49369
Café	2,8689	2,00	4,12	0,98706
Coca-Cola	1,7889	1,41	2,23	0,37032
<b>Total</b>	<b>2,7300</b>	<b>1,00</b>	<b>4,47</b>	<b>1,12510</b>

En esta tabla se puede observar la distancia promedio, la distancia máxima y la distancia mínima y la variabilidad para cada una de las soluciones pigmentantes.

**Tabla 10***Estadística de la prueba de Kruskal-Wallis*

<b>Estadísticos de prueba<sup>a,b</sup></b>		<b>Estadísticos de comparación</b>	
<b>Diferencias</b>		<b>Diferencias</b>	
<b>Chi-cuadrado</b>	26,047	Chi-cuadrado	9,488
<b>G1</b>	4	gl	4
<b>Significancia</b>	0,00003	Alfa	0,05

**a. Prueba de Kruskal Wallis****b. Variable de agrupación: Soluciones Pigmentantes**

Se puede observar en esta tabla que existe evidencia suficiente para indicar que hay diferencias significativas entre las distancias de las distintas sustancias pigmentantes, donde el que causa más alteración en la tonalidad y saturación son el vino, la Jamaica y el café.

## Resultados con el sistema VITA 3D-Master registrado con Easyshade

Las tablas siguientes muestran los registros antes, después y las diferencias entre ambos registros para cada una de las resinas y para cada una de las soluciones pigmentantes:

**Tabla 11**

*Resultados de Tono-Saturación de las muestras sumergidas en Vino*

Resina	Muestra	Registro inicial			Registro final			Diferencia Inicial/final	Promedio
		Sistema Vita 3D Master	T	S	Sistema Vita 3D Master	T	S		
Brilliant NG	B1	2M1	2	1	3M3	2	5	4	3.05
	B2	2M1	2	1	3M2	2	3	2	
	B3	2M1	2	1	3R2.5	3	4	3.16	
Solare X	S1	1M2	2	1	4M3	2	5	4	4
	S2	1M2	2	1	5M3	2	5	4	
	S3	2M1	2	1	4M3	2	5	4	
Tetric N-ceram	T1	1M2	2	1	5M3	2	5	4	3.33
	T2	1M2	2	2	3M3	2	5	3	
	T3	2M1	2	1	3R2.5	2	4	3	

Se observan los valores de Tono (T) -Saturación (S) obtenidos en los registros iniciales y finales, la diferencia entre estos y el promedio de cada grupo de resina.

**Tabla 12**

*Resultados de Tono-Saturación de las muestras sumergidas en Jamaica*

Resina	Muestra	Registro inicial			Registro final			Diferencia Inicial/final	Promedio
		Sistema Vita 3D Master	T	S	Sistema Vita 3D Master	T	S		
Brilliant NG	B4	2M1	2	1	2R2.5	3	4	3.16	2.77
	B5	2M1	2	1	3M3	2	3	2	
	B6	2M1	2	1	3R2.5	3	4	3.16	
SOLARE X	S4	1M1	2	1	5M1	2	1	0	0.94
	S5	2M1	2	1	4R1.5	3	2	1.41	
	S6	2M1	2	1	1R1.5	3	2	1.41	
Tetric N-Ceram	T4	2M1	2	1	2R2.5	3	4	3.16	2.44
	T5	2M1	2	1	3R2.5	3	4	3.16	
	T6	2M2	2	2	2R1.5	3	2	1	

Se observan los valores de Tono (T) -Saturación (S) obtenidos en los registros iniciales y finales, la diferencia entre estos y el promedio de cada grupo de resina.

**Tabla 13***Resultados de Tono-Saturación de las muestras sumergidas en Tampico*

Resina	Muestra	Registro inicial			Registro final			Diferencia Inicial/final	Promedio
		Sistema Vita 3D Master	T	S	Sistema Vita 3D Master	T	S		
Brilliant NG	B7	2M1	2	1	2M3	2	5	4	3.33
	B8	2M1	2	1	2M3	2	5	4	
	B9	2M2	2	3	2M3	2	5	2	
Solare X	S7	2M1	2	1	1M2	2	3	0	1.33
	S8	1M2	2	1	1M2	2	3	2	
	S9	2M2	2	3	2M3	2	5	2	
Tetric Ceram	N-T7	2M2	2	3	2M3	2	5	2	1.33
	T8	2M2	2	3	2M2	2	3	0	
	T9	2M1	2	1	2M2	2	3	2	

Se observan los valores de Tono (T) -Saturación (S) obtenidos en los registros iniciales y finales, la diferencia entre estos y el promedio de cada grupo de resina.

**Tabla 14***Resultados de Tono-Saturación de las muestras sumergidas en Café*

Resina	Muestra	Registro inicial			Registro final			Diferencia Inicial/final	Promedio
		Sistema Vita 3D Master	T	S	Sistema Vita 3D Master	T	S		
Brilliant NG	B10	2M2	2	3	3M3	2	5	2	3.33
	B11	2M1	2	1	3M3	2	5	4	
	B12	2M1	2	1	3M3	2	5	4	
SOLARE X	S10	2M1	2	1	3M3	2	5	0	2.66
	S11	2M1	2	1	3M3	2	5	4	
	S12	2M1	2	1	4M3	2	5	4	
Tetric Ceram	N-T10	2M1	2	1	2M3	2	5	4	3.33
	T11	2M1	2	1	2M3	2	5	4	
	T12	2M2	2	3	2M3	2	5	2	

Se observan los valores de Tono (T) -Saturación (S) obtenidos en los registros iniciales y finales, la diferencia entre estos y el promedio de cada grupo de resina.

**Tabla 15***Resultados de Tono-Saturación de las muestras sumergidas en Coca-Cola*

Resina	Muestra	Registro inicial			Registro final			Diferencia Inicial/final	Promedio
		Sistema Vita 3D Master	T	S	Sistema Vita 3D Master	T	S		
Brilliant NG	B13	2M1	2	1	2M3	2	5	4	3.33
	B14	2M1	2	1	2M3	2	5	4	
	B15	2M2	2	3	2M3	2	5	2	
Solare X	S13	2M1	2	1	2R2.5	3	4	0	2
	S14	2M1	2	1	2M2	2	3	2	
	S15	2M1	2	1	2M3	2	5	4	
Tetric Ceram	N-T13	2M1	2	1	2M2	2	3	2	2
	T14	2M1	2	1	2M2	2	3	2	
	T15	2M1	2	1	2M2	2	3	2	

En base a las tablas mostradas anteriormente, se procede a la aplicación de la prueba de comparación de grupos y para las diferencias de las distribuciones de las resinas se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 16**

*Prueba de Kurskal-Wallis. Resultados de la comparación de las distribuciones de las resinas*

Informe				
Distancias				
Resina	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
Brilliant NG	3,1653	2	4	0,91288
Solare X	2,1880	0	4	1,69381
Tetric N-Ceram	2,4880	0	4	1,13764
<b>Total</b>	<b>2,6138</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>1,32692</b>

En esta tabla se puede observar la distancia promedio, la distancia mínima, la distancia máxima y la variabilidad para cada una de las resinas.

**Tabla 17**

*Estadística de la prueba de Kruskal-Wallis*

Estadísticos de prueba <sup>a,b</sup>		Estadísticos de comparación	
	Distancias	Diferencias	
Chi-cuadrado	7,013	Chi-cuadrado	5,991
Gl	2	gl	2
Sig. Asintótica	0,03	Alfa	0,05
<b>a. Prueba de Kruskal Wallis</b>			
<b>b. Variable de agrupación: Resina</b>			

En esta tabla se puede observar que existe evidencia suficiente para indicar una diferencia significativa entre las distribuciones de las resinas con respecto a la exposición a distintas soluciones pigmentantes.

**Tabla 18**

*Resultados de la comparación de las distintas soluciones pigmentantes*

Informe				
Distancias				
Soluciones Pigmentantes	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
Vino	3,4622	2,00	4,00	0,71613
Jamaica	2,0511	0,00	3,16	1,17554
Tampico	2	0,00	4,00	1,41421
Café	3,1111	0,00	4,00	1,45297
Coca-Cola	2,4444	0,00	4,00	1,33333
<b>Total</b>	<b>2,6138</b>	<b>0,00</b>	<b>4,00</b>	<b>1,32692</b>

Observamos en esta tabla los resultados de la comparación de las distintas soluciones pigmentantes.

**Tabla 19***Estadística de la prueba de Kruskal-Wallis*

Estadísticos de prueba <sup>a,b</sup>		Estadísticos de comparación	
	Distancias	Diferencias	
Chi-cuadrado	14,929	Chi-cuadrado	9,488
G1	4	gl	4
Sig. asintótica	0,0049	Alfa	0,05
<b>a. Prueba de Kruskal-Wallis</b>			
<b>b. Variable de agrupación: Soluciones Pigmentantes</b>			

Podemos observar que existe evidencia suficiente para indicar que hay diferencias significativas entre las distancias de las distintas sustancias pigmentantes, donde el que causa más alteración en la tonalidad y saturación son el vino y el café.

## Resultados con el sistema VITA 3D-Master registrado de manera visual

Las tablas siguientes muestran los registros antes, después y las distancias entre ambos registros para cada una de las resinas y para cada una de las soluciones pigmentantes:

**Tabla 20**

*Resultados de Tono-Saturación de las muestras sumergidas en Vino*

Resina	Muestras	Registro inicial			Registro final			Diferencia Inicial/final	Promedio
		Sistema Vita 3D Master	T	S	Sistema Vita 3D Master	T	S		
Brilliant NG	B1	2M1	2	1	5M3	2	5	4	2.66
	B2	2M1	2	1	4M1	2	1	0	
	B3	2M1	2	1	5M3	2	5	4	
Solare X	S1	2M1	2	1	4M3	2	5	4	4
	S2	2M1	2	1	5M3	2	5	4	
	S3	2M1	2	1	4M3	2	5	4	
Tetric N-Ceram	T1	2M1	2	1	5M3	2	5	4	3.38
	T2	1M2	2	2	3M3	2	5	3	
	T3	2M1	2	1	3R2.5	3	4	3.16	

Se observan los valores de Tono (T) -Saturación (S) obtenidos en los registros iniciales y finales, la diferencia entre estos y el promedio de cada grupo de resina.

**Tabla 21**

*Resultados de Tono-Saturación de las muestras sumergidas en Jamaica*

Resina	Muestras	Registro inicial			Registro final			Diferencia Inicial/final	Promedio
		Sistema Vita 3D Master	T	S	Sistema Vita 3D Master	T	S		
Brilliant NG	B4	2M1	2	1	4M1	2	1	0	0
	B5	2M1	2	1	4M1	2	1	0	
	B6	2M1	2	1	5M1	2	1	0	
Solare X	S4	2M1	2	1	5M1	2	1	0	0.47
	S5	2M1	2	1	4R1.5	3	2	1.41	
	S6	2M1	2	1	5M1	2	1	0	
Tetric N-Ceram	T4	2M2	2	2	5M1	2	1	1	1.72
	T5	2M1	2	1	3R2.5	3	4	3.16	
	T6	2M2	2	2	5M1	2	1	1	

Se observan los valores de Tono (T) -Saturación (S) obtenidos en los registros iniciales y finales, la diferencia entre estos y el promedio de cada grupo de resina.

**Tabla 22***Resultados de Tono-Saturación de las muestras sumergidas en Tampico*

Resina	Muestras	Registro inicial			Registro final			Diferencia Inicial/final	Promedio
		Sistema Vita 3D Master	T	S	Sistema Vita 3D Master	T	S		
Brilliant NG	B7	2M1	2	1	2M3	2	5	4	3.66
	B8	2M1	2	1	2M3	2	5	4	
Solare X	B9	2M2	2	2	2M3	2	5	3	2.33
	S7	2M1	2	1	1M2	2	3	2	
	S8	1M1	2	1	1M2	2	3	2	
Tetric N-Ceram	S9	2M2	2	2	2M3	2	5	3	2
	T7	2M2	2	2	2M3	2	5	3	
	T8	2M2	2	2	2M2	2	3	1	
	T9	2M1	2	1	2M2	2	3	2	

Se observan los valores de Tono (T) -Saturación (S) obtenidos en los registros iniciales y finales, la diferencia entre estos y el promedio de cada grupo de resina.

**Tabla 23***Resultados de Tono-Saturación de las muestras sumergidas en Café*

Resina	Muestras	Registro inicial			Registro final			Diferencia Inicial/final	Promedio
		Sistema Vita 3D Master	T	S	Sistema Vita 3D Master	T	S		
Brilliant NG	B10	2M2	2	3	3M3	2	5	2	3.33
	B11	2M1	2	1	4M3	2	5	4	
Solare X	B12	2M1	2	1	4M3	2	5	4	4
	S10	2M1	2	1	3M3	2	5	4	
	S11	2M1	2	1	4M3	2	5	4	
Tetric N-Ceram	S12	2M1	2	1	5M3	2	5	4	3.33
	T10	2M1	2	1	2M3	2	5	4	
	T11	2M1	2	1	2M3	2	5	4	
	T12	2M2	2	3	2M3	2	5	2	

Se observan los valores de Tono (T) -Saturación (S) obtenidos en los registros iniciales y finales, la diferencia entre estos y el promedio de cada grupo de resina.

**Tabla 24***Resultados de Tono-Saturación de las muestras sumergidas en Coca-Cola*

Resina	Muestras	Registro inicial			Registro final			Diferencia Inicial/final	Promedio
		Sistema Vita 3D Master	T	S	Sistema Vita 3D Master	T	S		
Brilliant NG	B13	2M1	2	1	2M3	2	5	4	3.33
	B14	2M1	2	1	2M3	2	5	4	
Solare X	B15	2M2	2	3	2M3	2	5	2	2.38
	S13	2M1	2	1	2R2.5	3	4	3.16	
	S14	2M1	2	1	2M2	2	3	2	
Tetric N-Ceram	S15	2M1	2	1	2M2	2	3	2	2
	T13	2M1	2	1	2M2	2	3	2	
	T14	2M1	2	1	2M2	2	3	2	
	T15	2M1	2	1	2M2	2	3	2	

Se observan los valores de Tono (T) -Saturación (S) obtenidos en los registros iniciales y finales, la diferencia entre estos y el promedio de cada grupo de resina.

En base a las tablas mostradas anteriormente, se procede a la aplicación de la prueba de comparación de grupos:

**Tabla 25**

*Resultados de las diferencias de las distribuciones de las resinas*

Informe				
Distancias				
Resina	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
Brilliant NG	2,6000	0,00	4,00	1,76473
Solare X	2,6380	0,00	4,00	1,42899
Tetric N-Ceram	2,4880	1,00	4,00	1,07301
<b>Total</b>	<b>2,5753</b>	<b>0,00</b>	<b>4,00</b>	<b>1,41814</b>

En esta tabla se puede observar la distancia promedio, la distancia mínima, la distancia máxima y la variabilidad para cada una de las resinas.

**Tabla 26**

*Prueba estadística de Kruskal-Wallis*

Estadísticos de prueba <sup>a,b</sup>		Estadísticos de comparación	
Distancias		Diferencias	
Chi-cuadrado	0,555	Chi-cuadrado	5,991
GI	2	gl	2
Sig. asintótica	0,758	Alfa	0,05

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Resina

Podemos observar que no existe evidencia suficiente para indicar una diferencia significativa entre las distribuciones de las resinas con respecto a la exposición a distintas soluciones pigmentantes.

**Tabla 27**

*Resultados de la comparación de las distintas soluciones pigmentantes*

Informe				
Distancias				
Soluciones Pigmentantes	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
Vino	3,3511	0,00	4,00	1,31891
Jamaica	0,730	0,00	3,16	1,07107
Tampico	2,6667	1,00	4,00	1
Café	3,5556	2,00	4,00	0,882
Coca-Cola	2,5733	2,00	4,00	0,894
<b>Total</b>	<b>2,5753</b>	<b>0,00</b>	<b>4,00</b>	<b>1,41814</b>

En esta tabla se puede observar la distancia promedio, la distancia máxima y la distancia mínima y la variabilidad para cada una de las soluciones pigmentantes.

**Tabla 28***Resultados de la comparación de las distintas soluciones pigmentantes*

Estadísticos de prueba <sup>a,b</sup>		Estadísticos de comparación	
Distancias		Diferencias	
Chi-cuadrado	21,228	Chi-cuadrado	9,488
GI	4	GI	4
Sig. asintótica	0,0003	Alfa	0,05

**a. Prueba de Kruskal Wallis****b. Variable de agrupación: Soluciones Pigmentantes**

Se puede observar existe evidencia suficiente para indicar que hay diferencias significativas entre las distancias de las distintas sustancias pigmentantes donde el que causa más alteración en la tonalidad y saturación son el vino y el café.

**Análisis de varianza (ANOVA)****Tabla 29***Resultados de la prueba Kolmogorov-Smirnov*

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra			
Diferencias <sup>a</sup>			
N		135	Si el estadístico de prueba es mayor que el estadístico de comparación, no se rechaza $H_0$ y se concluye que las diferencias siguen una distribución normal
Máximas diferencias extremas	Absoluta	0,210	
	Positivo	0,142	
	Negativo	-0,210	
Estadístico de prueba		0,510 <sup>b</sup>	Estadístico de comparación 0,103
Significancia		0,225 <sup>c</sup>	Alfa 0,05

**a. La distribución de prueba es normal.****b. Se calcula a partir de datos.****c. Corrección de significación de Lilliefors.**

Podemos observar en esta prueba que concluye que las diferencias siguen una distribución normal.

**Tabla 30***Resultados de la prueba de Levene*

Prueba de homogeneidad de varianzas				
Diferencias				
	Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
Estadístico de prueba	1,551	2	132	0,216
Estadístico de comparación	3,065	2	132	Alfa = 0,05

Si el estadístico de prueba es menor que el estadístico de comparación, no se rechaza  $H_0$  y se concluye que las varianzas son iguales para cada uno de los Métodos.

**Tabla 31***Resultados del análisis ANOVA*

$H_0$ : Las medias de cada método son iguales.  
 $H_1$ : Las medias de cada método son diferentes.

ANOVA							
	Diferencias			Estadístico de prueba		Estadístico de comparación	
	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.	F	alfa
<b>Entre grupos</b>	0,584	2	0,292	0,174	0,841	3,065	0,050
<b>Dentro de grupos</b>	221,659	132	1,679				
<b>Total</b>	222,242	134					

## **X. Discusión y análisis de resultados**

**Todas las resinas nanohíbridas en estudio presentaron alteración del color inicial al ser expuestas a soluciones pigmentantes.**

### **Según el sistema Vita Tradicional A1-D4:**

El vino pigmentó las resinas, siendo el promedio más alto de la Tetric N-Ceram de 4.23, en segundo lugar la Solare X con 4.12 y la Brilliant NG con 3.68 de promedio. **Ver Tabla 1.**

La Jamaica provoca mayor pigmentación en la resina Solare X con promedio 4.12, la Brilliant NG con 3.05 y por último la Tetric N-Ceram con 2.47. **Ver Tabla 2.**

Por otro lado para el Tampico, la resina Brilliant NG presentó el promedio más alto 2.07, luego Tetric N-Ceram con 1.80 y por último Solare X con 1.41. **Ver tabla 3.**

Para el café la resina que presentó mayor promedio fue la Solare X 3.49, seguido por Brilliant NG 2.78, por último Tetric N-Ceram 2.3. **Ver tabla 4.**

Para la Coca-Cola, el promedio más alto fue el de la resina Solare X con 2.15, seguido por la resina Brilliant NG con 1.80 de último la resina Tetric N-Ceram con 1.41. **Ver tabla 5.**

Las diferencias para las muestras sumergidas en agua purificada como solución control, presentaron diferencias de 1 en todas las resinas, la resina Brilliant NG y Solare X mantuvieron los valores de saturación en 1, pero presentaron variación disminuyendo 1 en tono y Tetric N-Ceram no varía en tono, sin embargo aumenta 1 en saturación. **Ver tabla 6.**

### **Según el sistema VITA 3D MASTER registrado con Easyshade:**

El vino pigmentó las resinas, con un promedio de 4 para Solare X, 3.33 Tetric N-Ceram y 3.05 para Brilliant NG. **Ver tabla 11.**

La Jamaica pigmentó las resinas con un promedio de 2.77 para Brilliant, 2.44 para Tetric N-Ceram y 0.94 para Solare X. **Ver tabla 12.**

Los resultados para las muestras sumergidas en Tampico fueron para Brilliant NG un promedio de 3.33, 1.33 para Solare X y Tetric N-Ceram. **Ver tabla 13.**

Las muestras sumergidas en Café, la resina Brilliant NG y Tetric –Ceram tienen un promedio 3.33 y Solare X el promedio de 2.66. **Ver tabla 14.**

Las muestras sumergidas en Coca-Cola muestran un promedio de 3.33 para la resina Brilliant y el promedio de 2 para Solare X y Tetric N-Ceram. **Ver tabla 15.**

#### **Según el sistema VITA 3D MASTER registrado con colorímetro:**

El Vino pigmenta las resinas, siendo Solare X que tiene el promedio más alto de 4, siguiendo Tetric N-Ceram con 3.38 y por último Brilliant NG con 2.66. **Ver tabla 20.**

Para las muestras sumergidas en Jamaica, Tetric N-Ceram presentó un promedio de 1.72, por Solare X con un promedio de 0.47, por último Brilliant NG que no presentó cambios. **Ver tabla 21.**

El resultado de las muestras sumergidas en Tampico fue Brilliant NG con el promedio mayor de 3.66, 2.33 para Solare X y 2 para Tetric N-Ceram. **Ver tabla 22.**

Las muestras sumergidas en Café presentaron un promedio de 4 para Solare X y 3.33 para Brilliant NG y Tetric N-Ceram. **Ver tabla 23.**

La resina Brilliant NG presenta un promedio de 3.33, Solare X 2.38 y Tetric N-Ceram 2 sumergidas en Coca-Cola. **Ver tabla 24.**

**Todas las resinas en estudio se comportaron de manera similar en cuanto a la resistencia a la pigmentación presentando alteración en matiz y croma.**

#### **Según el sistema Vita Tradicional A1-D4**

Las distribuciones de las distancias entre el antes y el después de la exposición de las resinas a soluciones pigmentantes son bastantes similares, por lo que nos da un indicio a que las resinas sufren cambios en su tonalidad y saturación de forma similar. **Ver gráfico 1.**

Es necesario confirmar los resultados de las diferencias a través de la prueba de Kruskal-Wallis, para comparar las distribuciones de las resinas. La distancia promedio para la resina Brilliant NG es de 2.68 con una variabilidad de 0.958, donde la distancia mínima es de 1.41 y la distancia máxima es de 4.12. También, podemos observar que para la resina Solare X

la distancia promedio es de 3.06 con una variabilidad de 1.235, y para la resina Tetric N-Ceram la distancia promedio es de 2.45 con una variabilidad 1.154. **Ver tabla 7.** Cabe señalar que las resinas que presentan mayor pigmentación son: Solare X y Brilliant NG. Sin embargo el estadístico de prueba de Kruskal-Wallis, nos muestra con una confianza de 95% que no existe evidencia suficiente para indicar una diferencia significativa entre las distribuciones de las resinas con respecto a la exposición a distintas soluciones pigmentantes. **Ver tabla 8.**

#### **Según el sistema VITA 3D MASTER registrado con Easyshade:**

Las distribuciones de las distancias entre el antes y el después de la exposición de las resinas a soluciones pigmentantes presentan diferencias notables, por lo que nos da un indicio a que las resinas sufren cambios en su tonalidad y saturación de forma diferente. **Ver gráfico 3.**

Se aplica la prueba de comparación de grupos para las diferencias de las distribuciones de las resinas, en las cuales, la distancia promedio para la resina Brilliant NG es de 3.1653 con una variabilidad de 0.91288, donde la distancia mínima es de 2 y la distancia máxima es de 4. También, podemos observar que para la resina Solare X la distancia promedio es de 2.188 con una variabilidad de 1.69381, y para la resina Tetric N-Ceram la distancia promedio es de 2.488 con una variabilidad 1.32692. Siendo las resinas Tetric N-Ceram y Brilliant NG quienes presentan mayor pigmentación. **Ver tabla 16.** Según el estadístico de prueba de Kruskal-Wallis demuestra con una confianza de 95% que existe evidencia suficiente para indicar una diferencia significativa entre las distribuciones de las resinas con respecto a la exposición a distintas soluciones pigmentantes. **Ver tabla 17.**

#### **Según el sistema VITA 3D MASTER registrado con colorímetro:**

Las distribuciones de las distancias entre el antes y el después de la exposición de las resinas a soluciones pigmentantes son bastantes similares, por lo que nos da un indicio a que las resinas sufren cambios en su tonalidad y saturación de forma similar. **Ver gráfico 5.**

Los resultados de las diferencias de las distribuciones de las resinas demuestran que la distancia promedio para la resina Brilliant NG es de 2.6 con una variabilidad de 1.76 donde

la distancia mínima es de 0 y la distancia máxima es de 4. También, podemos observar que para la resina Solare X la distancia promedio es de 2.64 con una variabilidad de 1.43, y para la resina Tetric N-Ceram la distancia promedio es de 2.49 con una variabilidad 1.42, siendo las resinas Solare X y Brilliant NG que presentan mayor pigmentación. **Ver tabla 25.** La prueba estadística de Kruskal-Wallis muestra con una confianza de 95% que no existe evidencia suficiente para indicar una diferencia significativa entre las distribuciones de las resinas con respecto a la exposición a distintas soluciones pigmentantes. **Ver tabla 26.**

**La solución pigmentante que provocó mayor alteración del color en las resinas fue el Vino, seguido el Café y Jamaica.**

**Según el sistema Vita Tradicional A1-D4:**

Las distribuciones de las distancias de las soluciones pigmentantes son diferentes. Se puede observar que las soluciones que tienen una gran diferencia de tonalidad y saturación son: el Vino, Jamaica y el Café. **Ver gráfico 2.**

Al aplicar la prueba Kruskal Wallis a la distribución de las soluciones pigmentantes, los resultados de la comparación fueron: para el Vino la distancia promedio es de 4.01 con una variabilidad de 0.47, para la solución de Jamaica las distancias promedio es de 3.22 con una variabilidad de 1.1, para el Tampico la distancia promedio es de 1.76 con una variabilidad de 0.49, para el café la distancia promedio es de 2.87 con una variabilidad de 0.99 y por ultimo para la Coca-Cola la distancia promedio es de 1.79 con una variabilidad de 0.37. Se puede notar que las distancias máximas son de 4.7, 2.12 en general, pero ese cambio lo causo la exposición al vino, seguido por Jamaica y café. **Ver tabla 9.** Se puede observar con una confianza de 95% que existe evidencia suficiente para indicar que hay diferencias significativas entre las distancias de las distintas sustancias pigmentantes, donde el que causa más alteración en la tonalidad y saturación son el Vino, la Jamaica y el Café. **Ver tabla10.**

### **Según el sistema VITA 3D MASTER registrado con Easyshade:**

Las distribuciones de las distancias de las soluciones pigmentantes son diferentes, siendo las soluciones Vino, Jamaica y el Café que tienen una gran diferencia de tonalidad y saturación. **Ver gráfico 4.**

Ahora observamos los resultados de la comparación de las distintas soluciones pigmentantes, para el Vino la distancia promedio es de 3.46 con una variabilidad de 0,72, para la solución de Jamaica las distancias promedio es de 2.05 con una variabilidad de 1.176, para el Tampico la distancia promedio es de 2 con una variabilidad de 1.41, para el café la distancia promedio es de 3.1 con una variabilidad de 1.45 y por ultimo para la Coca-Cola la distancia promedio es de 2.44 con una variabilidad de 1.33. **Ver tabla 18.** Confirmamos estos datos al aplicar la prueba de Kruskal-Wallis para probar si existen diferencias significativas entre las distribuciones de las distancias que demuestra con una confianza de 95% que existe evidencia suficiente para indicar que hay diferencias significativas entre las distancias de las distintas sustancias pigmentantes, donde el que causa más alteración en la tonalidad y saturación son el vino y el café. **Ver tabla 19.**

### **Según el sistema VITA 3D MASTER registrado con colorímetro:**

Las distribuciones de las distancias de las soluciones pigmentantes son diferentes, siendo el Vino y el Café las soluciones con una gran diferencia de tonalidad y saturación. **Ver gráfico 6.**

Los resultados de la comparación de las distintas soluciones pigmentantes demuestran que para el Vino la distancia promedio es de 3.35 con una variabilidad de 1.32, para la solución de Jamaica las distancias promedio es de 0.73 con una variabilidad de 1.07, para el Tampico la distancia promedio es de 2.67 con una variabilidad de 1, para el café la distancia promedio es de 3.56 con una variabilidad de 0.88 y por ultimo para la Coca-Cola la distancia promedio es de 2.57 con una variabilidad de 0.89. **Ver tabla 27.** Se confirma al aplicar la prueba de Kruskal-Wallis para probar si existe diferencias significativas entre las distribuciones de las distancias, la cual demuestra con una confianza de 95% que existe evidencia suficiente para indicar que hay diferencias significativas entre las distancias de

las distintas sustancias pigmentantes, donde el que causa más alteración en la tonalidad y saturación son el vino y el café. **Ver tabla 28.**

Al finalizar estas pruebas nace la pregunta **¿Los resultados finales dependen del método utilizado para registrar el color?**

Cabe mencionar que el color de la resina que seleccionamos para nuestra investigación (A2) no coincide con el color que registra el espectrofotómetro según el sistema de Vita Tradicional, el cual registró B1 en las mayorías de las muestras. En cuanto al registro con el colorímetro de Vita Master 3D, 2M1 fue el registro inicial en la mayoría de las muestras, equivalente a A1 en la escala de Vita Classical, según la tabla de conversión de VITA 2012.

Consideramos que ambos métodos presentan ventajas y desventajas.

En primer lugar, durante la prueba de registro de color del espectrofotómetro Easyshade, daba el mismo resultado para cualquier muestra y superficie dentaria. En los registros de color que se realizaron posteriormente, realizamos la calibración (según los pasos a seguir para registrar color) para cada una de las muestras. La ventaja que proporciona el Vita Easyshade es la rapidez con la que funciona y las aplicaciones que facilitan el trabajo, por ejemplo, registra el color según la escala de Vita Classical y Vita 3D-Master.

Por otro lado, el registro con el colorímetro de Vita 3D Master, resultó más complejo debido que llevó más tiempo en tomar el color debido al cansancio y fatiga de la vista que provoca, además de ser un proceso subjetivo limitado en el que tenemos que considerar varios factores, entre ellos la fatiga del operador, alteraciones de la vista, luz, etc. Sin embargo, si seguimos los pasos del fabricante para registrar color y en condiciones adecuadas, este nos permite registrar el color según tres parámetros: tono, saturación y brillo, teniendo 29 niveles de claridad cromática definidos, también podemos apreciar de manera visual el cambio de color, siendo esto de importancia clínica.

Podemos decir que los resultados varían según los métodos a utilizar para el registro de color, porque la percepción del color es diferente en cada persona y este no concuerda con los resultados obtenidos del espectrofotómetro.

Confirmamos con el análisis de varianzas (ANOVA) si los resultados se ven afectados según el método utilizado.

### **Análisis de varianza (ANOVA)**

El resultado para la prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra, concluye que las diferencias siguen una distribución normal. Esta prueba permite la verificación del primer supuesto para la aplicación del análisis ANOVA. **Ver tabla 29.**

Ahora, con respecto al segundo supuesto, debemos considerar que los tres métodos que se aplicaron, se registraron de forma independiente. Esto confirma el segundo supuesto. Para verificar el tercer supuesto, se debe aplicar la prueba de homogeneidad de varianza conocida como estadística de Levene, que concluye que las varianzas son iguales para cada uno de los Métodos. Podemos confirmar el tercer supuesto, y concluye que el análisis ANOVA es adecuado para estos datos. **Ver tabla 30.**

Los resultados del análisis de la varianza muestra que las mediciones no se ven afectadas por el método utilizado, dado que el estadístico de prueba es menor que el estadístico de comparación. **Ver tabla 31.**

## **XI. Conclusiones**

1. Todas las resinas del estudio presentaron alteración en matiz y croma del color al ser sumergidas en soluciones pigmentantes.
2. No existe diferencia estadísticamente significativa al comparar el grado de alteración del color entre las resinas, sin embargo la resina Tetric N-Ceram tiene tendencia a ser más resistente a la pigmentación.
3. La solución pigmentante que provocó mayor alteración del color en las resinas fue el Vino, seguido el Café y Jamaica.
4. Los resultados finales no dependen del método utilizado para registrar el color, debido que en ambos métodos, las resinas presentaron alteración en matiz y croma, tuvieron un comportamiento similar en cuanto a la resistencia a la pigmentación y la solución que provoca mayor alteración del color es el vino, seguido café y Jamaica.

## **XII. Recomendaciones**

### **A los pacientes con restauraciones estéticas de resinas:**

- Evitar o disminuir el consumo de bebidas pigmentantes, haciendo énfasis a las bebidas demostradas en este estudio como causantes de mayor alteración en el color, las cuales son el Vino, el Café y Jamaica, en conjunto con un cepillado adecuado para retirar por completos agentes pigmentantes de las superficies dentarias, recordemos que no existe un método de blanqueamiento de resinas y en caso de intentarlo no se lograría ningún resultado positivo.

### **A investigadores:**

- Realizar estudios similares al presente, que incluyan otras marcas de resinas que se encuentren en el mercado y otras bebidas consumidas por la población que contengan pigmentos.
- Incluir en nuevos estudios no solo bebidas, sino alimentos sólidos, los cuales tienen mayor contacto con la superficie dental y la superficie de los composites.

### **A los operadores:**

- En el presente estudio, los colores iniciales registrados de las resinas utilizadas no correspondían al color que proporciona el fabricante, por lo tanto, si el operador desea utilizar un espectrofotómetro para registrar color, se recomienda verificar con una guía de colores (colorímetro) primero para evitar errores en la selección del color.
- Informar a los pacientes sobre la importancia de acudir a las citas posteriores para valorar el estado y realizar el mantenimiento de las restauraciones estéticas y en caso que presente manchas superficiales eliminarlas con el pulido.

### **XIII. Bibliografía**

- Anusavice, K., & Ralph, C. S. (2013). *Phillips' Science Of Dental Materials*. St. Louis: ELSEVIER Saunders.
- Aschheim, K. (2002). *Odontología Estética*. Madrid: Elsevier.
- Berdanier, C. D. (2011). *CRC Desk Reference for Nutrition, Third Edition*. Florida: CRC PRESS.
- Blasi, Á., & Barrero, C. (2011). Estudio in vitro para comprobar la estabilidad del color de materiales provisionales usados en. *Universitas Odontológica*, 17-23.
- Bleicher, S. (2012). *Contemporary Color: Theory and Use*. Delmar.
- Castañeda, A., Galán-Vidal, C., Rodríguez, J., Contreras, E., & Ramírez, J. (2010). DISEÑO DE UN MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE NITRITOS EN. *Memorias in extenso del XXIII Congreso Nacional de Química Analítica*.
- Cheng, D. (1993). *FUNDAMENTO DE ELECTROMANETISMO PARA INGENIERÍA*. ADDISION-WESLEY PUBLISHING COMPANY,INC.
- coltene. (2012). *GUIA DENT*. COLTENE.
- coltene. (06 de 2015). BRILLIANT NG. *BRILLIANT NG*, 5.
- Cova, J. (2010). *Biomateriales Dentales*. Amolca.
- Darío Sosa, D. P. (2014). Alteraciones del color en 5 resinas compuestas para el sector posterior pulidas y expuestas a diferentes bebidas. *Revista Venezolana de Investigación Odontológica*.
- Dietschi D, C. G. (1994). Comparison of the color stability of ten new-generation composites: an in vitro study. *PubMed*.
- Fahl, N. (2010). A SOLUTION FOR EVERYDAY DIRECT RESTORATIVE CHALLENGES. *JOURNAL OF COSMETIC DENTISTRY*, 56-67.
- Folguera, E., & Muros, A. (2013). *La iluminación artificial es arquitectura*. Barcelona.
- Fontes, S. T. (2009). Color stability of a nanofill composite: effect of different immersion media. *Journal of Applied Oral Science*, 388-391.
- Freedman, G. A. (2012). *Contemporary Esthetic Dentistry*. Missouri: Mosby.
- Gc Asia Dental Pte Ltd. (2010). GC\_solare\_x\_Brochure. [www.gcasia.info](http://www.gcasia.info).
- Goldstein, R. E. (2002). *Odontología Estética*. Barcelona: Stm.

- Greenwald, L. (2001). *Bleaching techniques in restorative dentistry*. Londres: Taylor & Francis Group.
- Greenwald, L. (2001). Bleaching techniques in restorative dentistry. En L. Greenwald, *Bleaching techniques in restorative dentistry* (pág. 8). Llundon: Taylor & Francis.
- Guzmán, G. M. (2011). *TEORIA PRACTICA DEL COLOR*. CUENCA-ECUADOR.
- Hervás, A., Martínez, M., Cabanes, J., Barjau, A., & Fos, P. (2006). Resinas compuestas. Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. *Medicina oral, Patología oral y cirugía bucal*, 215-220.
- Higashi, C., Gomes, G. M., Garcia, E. J., Gomes, O. M., & Gomes., J. C. (2011). COLOR Y CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS PARA RESTAURACIONES ESTÉTICAS DE DIENTES ANTERIORES . *Acta Odontológica Venezolana*.
- ivoclar vivadent AG. (2010). *TETRIC N-CERAM*.
- Kemp, M. (1992). *Visualizations: The Nature Book of Art and Science*. Oxford: Oxford University Press.
- La Guía MetAs*. (Julio de 2009). Obtenido de <http://www.metas.com.mx/guiametas/la-guia-metas-09-07-medicion-de-color.pdf>
- Lafuente, D. (2008). Física del color y su utilidad en Odontología. *Revista Científica Odontológica*, 10-15.
- Lock, O. (1997). *Colorantes naturales*. Fondo Editorial PUCP.
- Lozano, J. (2004). *Color*. Bogotá: Panamericanas formas e impresos S.A.
- Martínez, A. (2003). CAROTENOIDES.
- Mejías, M. (2008). *Todo lo que debería saber sobre las plantas adelgazantes*. Editorial EDAD S.L Madrid.
- Müller, L. (2000). *Manual de Laboratorio de morfología vegetal*. Turrialba: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A.
- Newton, I. (1730). *Opticks : or, A treatise of the reflections, refractions, inflections and colours of light*. Los Angeles, California: William Innys.
- Nocchi. (2007). *Odontologia Restauradora Salud y estetica*. Brasil: Medica Panamericana S.A.
- Nocchi, E. (2007). *Odontología restauradora*. Buenos Aires: Ed. Médica Panaméricana.
- Olivi, G. (2015). *Laser in restorative dentistry*. Londres: Springer.

- Pérez-Seoank, & Muzquiz, M. (1988). *ANÁLISIS ARTÍSTICO DE LAS PINTURAS RUPESTRES DEL GRAN TECHO DE LA CUEVA DE ALTAMIRA: MATERIALES Y TÉCNICAS: COMPARACIÓN CON OTRAS MUESTRAS DE ARTE RUPESTRE*. Madrid: UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID, FACULTAD DE BELLAS ARTES, TESIS DOCTORAL.
- Real Academia Española. (12 de Abril de 2016). *Diccionario de la Lengua Española*. Obtenido de <http://dle.rae.es/?id=9qYXXhD>
- Rodríguez, D., & Pereira, N. (2008). EVOLUCIÓN Y TENDENCIAS ACTUALES EN RESINAS COMPUESTAS. *Acta Odontológica Venezolana*.
- Salem, V. L. (2002). FACTORES DETERMINANTES QUE EJERCEN INFLUENCIA SOBRE EL RENDIMIENTO CLÍNICO DE RESTAURACIONES CON RESINA. *Odontología Sanmarquina*, 39-40.
- Sampedro, A., & Cifuentes, S. (2014). Evaluación In vitro del grado de pigmentación de las resinas Tetric N-Ceram (Ivoclar Vivadent), Amelogen Plus (Ultradent), Z100 (3M), Filtek Z250 XT(3M), al ser sumergidas Nestea, Coca Cola y café. Quito.
- Soares-Geraldo, D., Scaramucci, T., Steagall-Jr, W., Maia, S., & Pita, M. (2011). Interaction between staining and degradation of a composite resin in contact with colored foods. *Brazilian oral research*, 369-375.
- Valero, A. (2013). *Principios de color y holopintura*. Club Universitario.
- Zamora, F. G. (23 de JULIO de 2002). Procesamiento morfológico de imágenes en color: aplicación a la reconstrucción geodésica. *Procesamiento morfológico de imágenes en color: aplicación a la reconstrucción geodésica*. ALICANTE, ESPAÑA: Universidad de Alicante. Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal.
- Zelanski, P., & Fisher, M. P. (2008). *Color*. Connecticut: H. Blume.

## XIV. Anexos

### a. Cronograma

Actividades	II Semestre 2016	I semestre 2017			II semestre 2017
		Enero- febrero	Marzo- abril	Mayo	Julio
Elección del tema	X				
Planteamiento del problema	X				
Introducción	X				
Antecedentes	X				
Justificación	X				
Objetivos	X				
Bibliografía	X				
Marco teórico	X				
Hipótesis	X				
Diseño metodológico	X				
Anexos	X				
Presentación de protocolo				X	
Recolección y registros de datos		X			
Digitación y procesamiento de datos recopilados			X		
Redacción de resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones				X	
Entrega de tesis				X	
Defensa					X

**b. Presupuesto**

Ítems	Personales	Transporte	Papelería	Materiales	Precio	Cantidad	Total
Viáticos				Brilliant	\$19	2	\$38
			Impresiones	<b>Resinas</b> Tetric N-Ceram	\$24	2	\$48
			Fotocopias	Solare X	\$28	2	\$56
			Papel y lápiz	<b>Kit de pulido Soflex</b>	\$68	1	\$68
				<b>Pasta para pulir</b>	\$15	1	\$15
			Computadora	<b>Tubos de ensayo</b>	\$0.25	39	\$19.75
			(facilitada)	<b>Soluciones pigmentantes (bebidas)</b>	\$18		\$18
				<b>Láminas de acetato</b>	\$1.25	3	\$3.75
				<b>Pieza de alta velocidad</b>	\$150	1	\$150
				<b>Pieza de baja velocidad</b>	\$180	1	\$180
				<b>Lámpara de fotocurado</b>	\$200	1	\$200
				<b>Espátula de resina</b>	\$30	1	\$30
				<b>Materiales de reposición</b>	\$20		\$20
				<b>pHmetro</b>	\$95	1	\$95
Total	\$300	\$50	\$15				\$365
<b>Total de la investigación</b>							<b>\$1,306.45</b>

**c. Instrumento de recolección de datos**

**Solución pigmentante: Vino**

Resina	Muestra	Registro inicial			Registro final		
		EasyShade Vita Master 3D	EasyShade Vita Classical	Visual Vita Master 3D	EasyShade Vita Master 3D	EasyShade Vita Classical	Visual Vita Master 3D
<b>Brilliant NG</b>	B1						
	B2						
	B3						
<b>SOLA RE X</b>	S1						
	S2						
	S3						
<b>Tetric N-Ceram</b>	T1						
	T2						
	T3						

**Solución pigmentante: Jamaica**

Resina	Muestra	Registro inicial			Registro final		
		EasyShade Vita Master 3D	EasyShade Vita Classical	Visual Vita Master 3D	EasyShade Vita Master 3D	EasyShade Vita Classical	Visual Vita Master 3D
<b>Brilliant NG</b>	B4						
	B5						
	B6						
<b>SOLA RE X</b>	S4						
	S5						
	S6						
<b>Tetric N-Ceram</b>	T4						
	T5						
	T6						

### Solución pigmentante: Tampico

Resina	Muestra	Registro inicial			Registro final		
		EasyShade Vita Master 3D	EasyShade Vita Classical	Visual Vita Master 3D	EasyShade Vita Master 3D	EasyShade Vita Classical	Visual Vita Master 3D
<b>Brilliant NG</b>	B7						
	B8						
	B9						
<b>SOLA RE X</b>	S7						
	S8						
	S9						
<b>Tetric N-Ceram</b>	T7						
	T8						
	T9						

### Solución pigmentante: Café

Resina	Muestra	Registro inicial			Registro final		
		EasyShade Vita Master 3D	EasyShade Vita Classical	Visual Vita Master 3D	EasyShade Vita Master 3D	EasyShade Vita Classical	Visual Vita Master 3D
<b>Brilliant NG</b>	B10						
	B11						
	B12						
<b>SOLA RE X</b>	S10						
	S11						
	S12						
<b>Tetric N-Ceram</b>	T10						
	T11						
	T12						

## Solución pigmentante: Coca- Cola

		Registro inicial			Registro final		
Resina	Muestra	EasyShade Vita Master 3D	EasyShade Vita Classical	Visual Vita Master 3D	EasyShade Vita Master 3D	EasyShade Vita Classical	Visual Vita Master 3D
<b>Brilliant NG</b>	B13						
	B14						
	B15						
<b>SOLA RE X</b>	S13						
	S14						
	S15						
<b>Tetric N-Ceram</b>	T13						
	T14						
	T15						

## Control

		Registro inicial			Registro final		
Resina	Muestra	EasyShade Vita Master 3D	EasyShade Vita Classical	Visual Vita Master 3D	EasyShade Vita Master 3D	EasyShade Vita Classical	Visual Vita Master 3D
<b>Brilliant NG</b>	B16						
	S16						
<b>Tetric N-Ceram</b>	T16						

#### d. Fotografías



*Fig.1. Resinas Nanohíbridas: Tetric N-Ceram, Solare X, Brilliant NG*



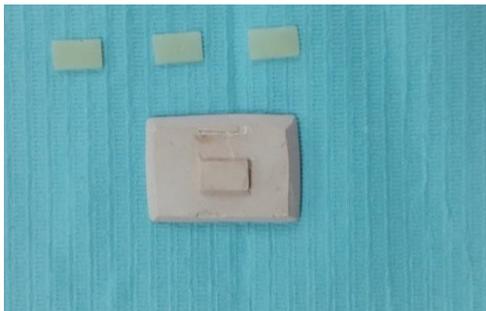
*Fig. 2. Resina Nanohíbrida Solare X y tres muestras de la misma*



*Fig. 3. Resina Nanohíbrida Brilliant NG y tres muestras de la misma.*



*Fig. 4. Resina Nanohíbrida Tetric N-Ceram y tres muestras de la misma.*



*Fig. 5. Molde de yeso tipo III para muestras*



*Fig. 6. Molde de acetato*



Fig 7. Lámpara de fotocurado LED



Fig 8.A.3M ESPE Discos Soflex para pulido de muestras, B. Pieza de baja marca NSK



Fig 9. Espátula de resina Hu-Friedy



A



B



C



D



E



F

Fig. 10. A. Coca Cola, B. Café Presto, C. Jugo de Naranja Tampico, D. Rosa de Jamaica Clon, E. Vino Tinto Don Simón, F. Agua Fuente Pura.

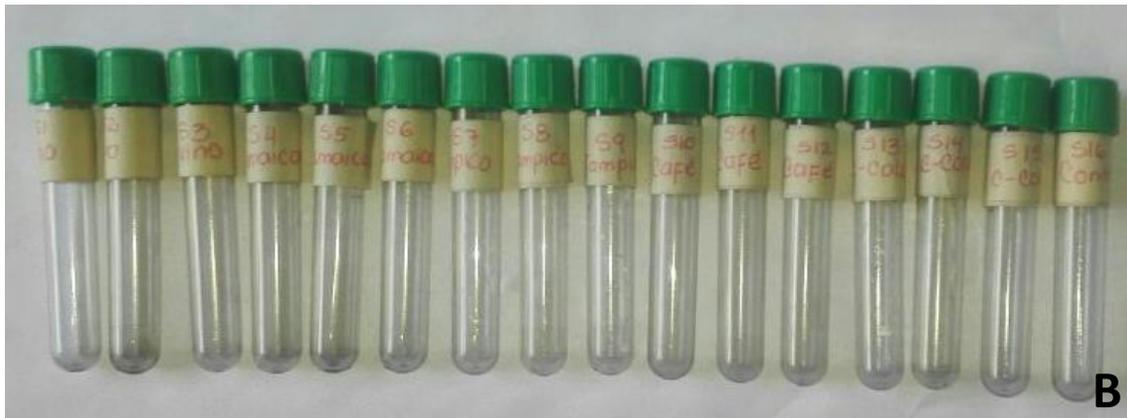


Fig. 11. Tubos de ensayo adecuadamente rotulados para cada resina. A. Tetric N Ceram, B. Solare X, C. Brilliant NG. Total de 48 tubos, 16 por cada resina.

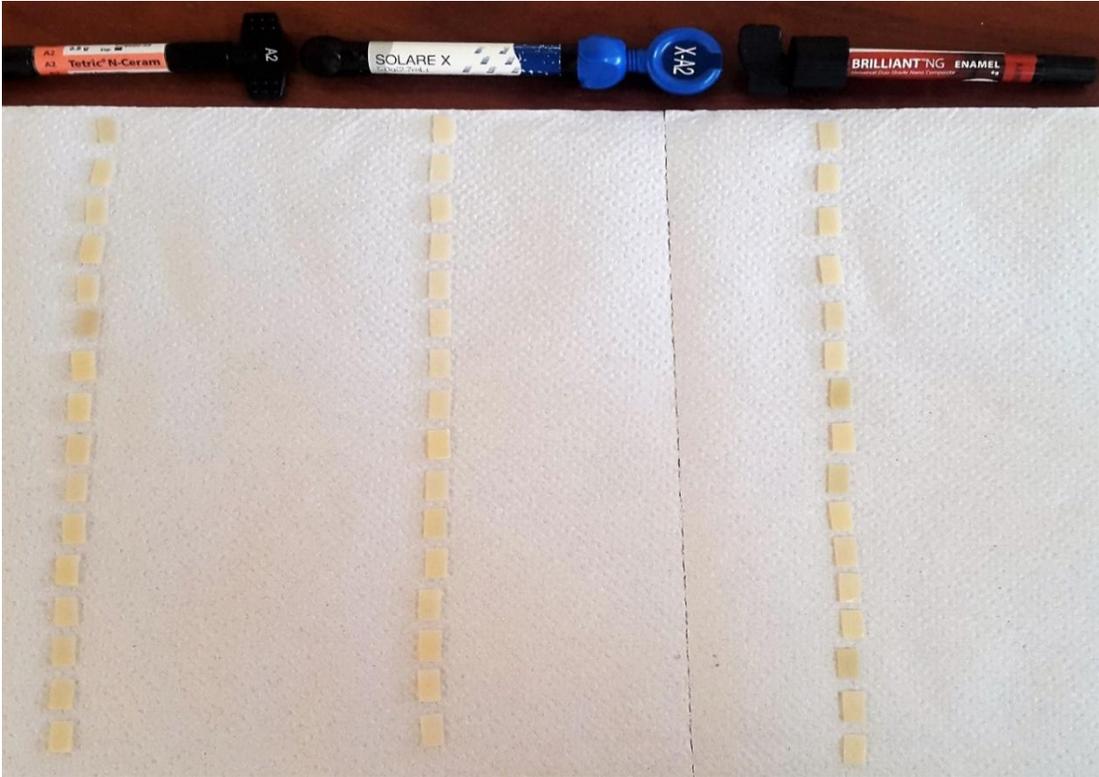


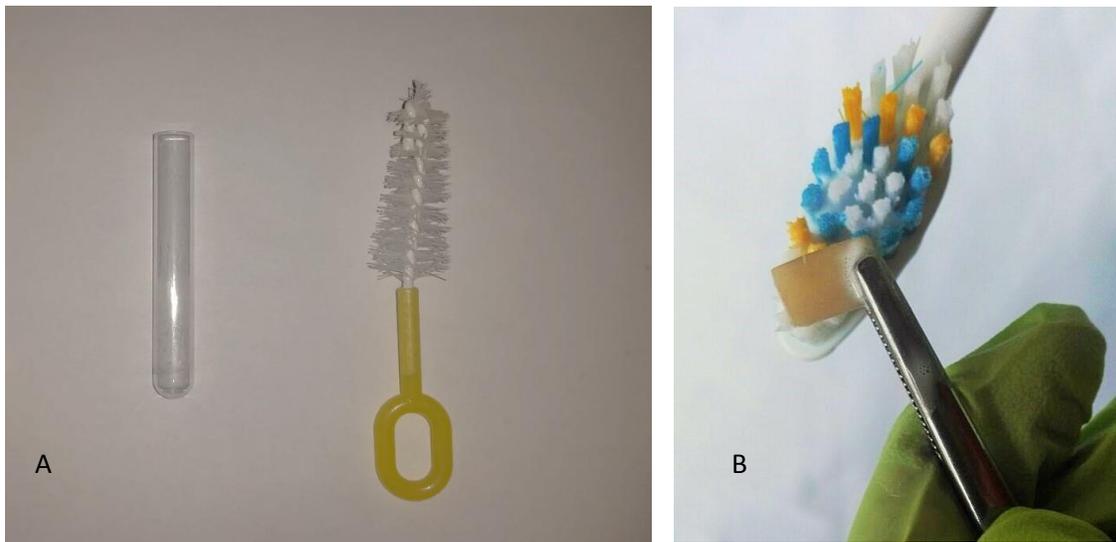
Fig. 12. Muestras antes de someterse a soluciones pigmentantes. De izquierda a derecha: Resina Tetric N Ceram, Solare X y Brilliant NG.



Fig. 13. Jeringas descartables de 3ml. De izquierda a derecha: Vino tinto, Café, Jamaica, Coca Cola, Tampico y Agua Pura.



Fig. 14. Tubos de ensayo con 3ml de solución pigmentante. De izquierda a derecha Vino, Jamaica, Tampico y Café.



15. A. Cepillo utilizado para la limpieza de tubos de ensayo, B. Cepillado de las muestras.

Fig



*Fig. 16. Termostato MEMMERT de laboratorio, Vista Exterior*



*Fig. 17. Termostato MERMMET de Laboratorio, Vista Interior*



*Fig. 18. Termómetro convencional utilizado dentro del horno con las muestras.*



*Fig. 19. A. B. Espectrofotómetro VITA Easyshade Advance*

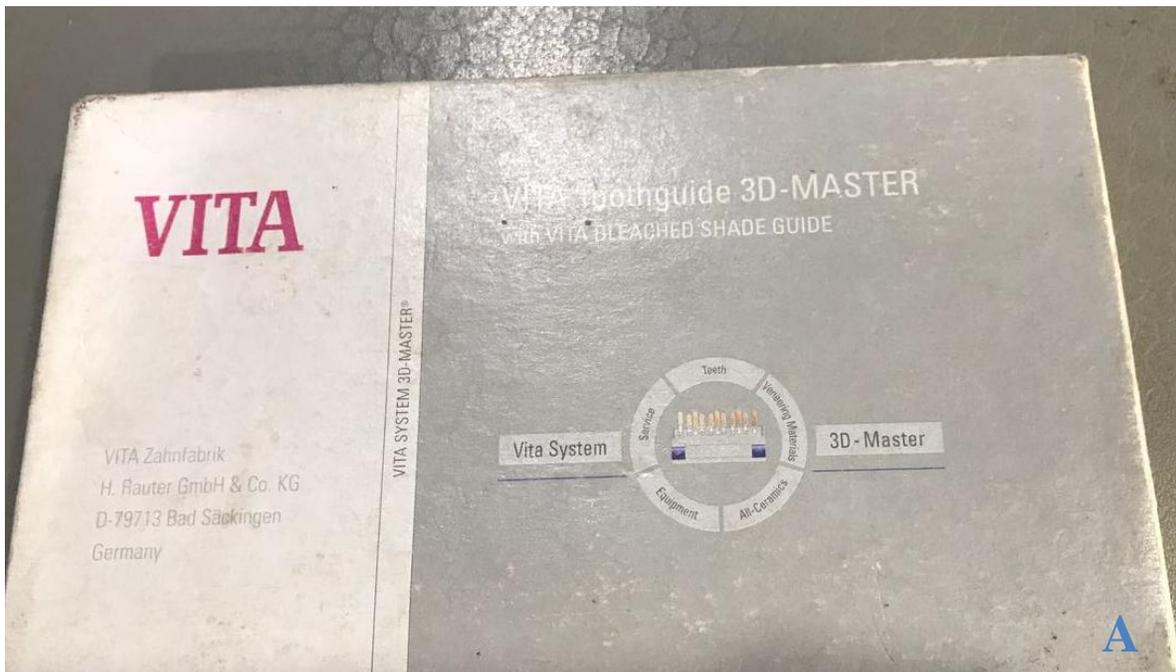
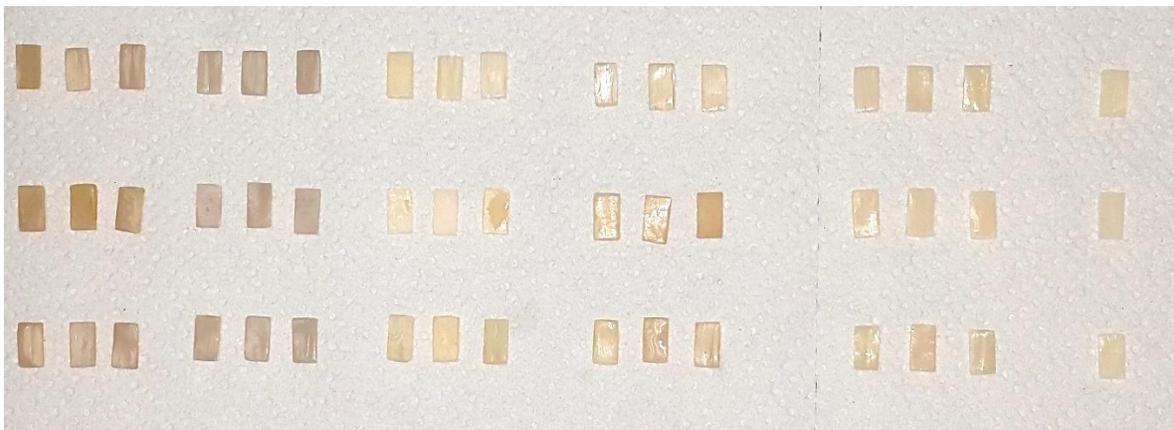


Fig. 20 A.B. Colorímetro Vita Toothguide 3D-Master



*Fig. 21. Muestras al final de la primera semana. De arriba hacia abajo, Brilliant NG, Solare X y Tetric N-Ceram*



*Fig. 22. Toma de color final de la segunda semana. De arriba hacia abajo Tetric N-Ceram, Solare X y Brilliant NG*

e. Gráficos

Sistema VITA Classical A1-D4

Gráfico 1

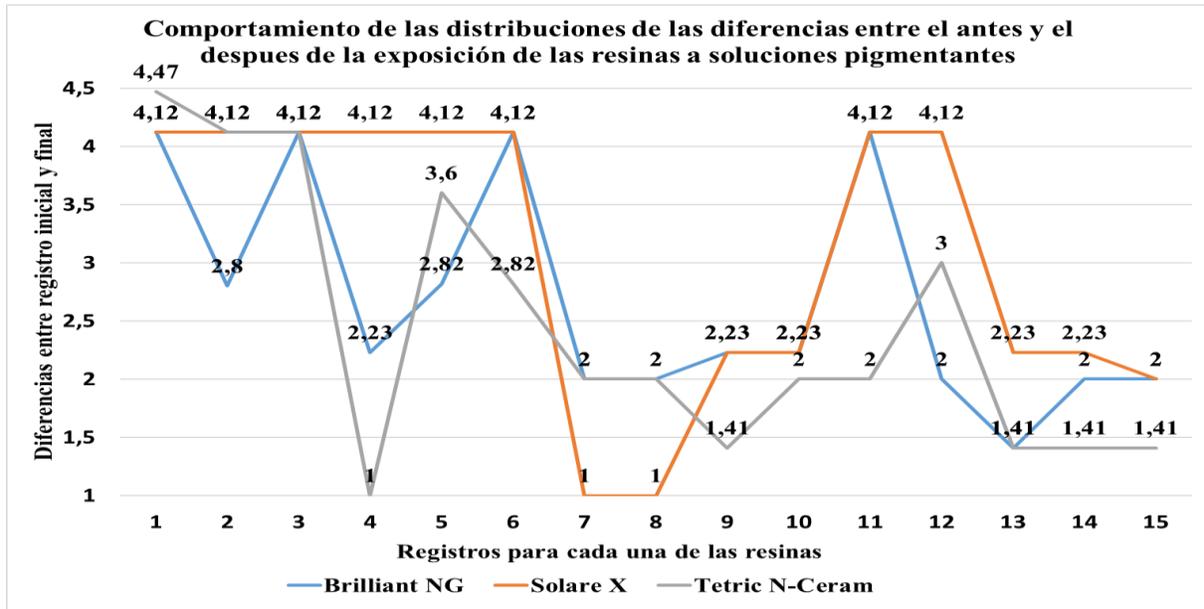
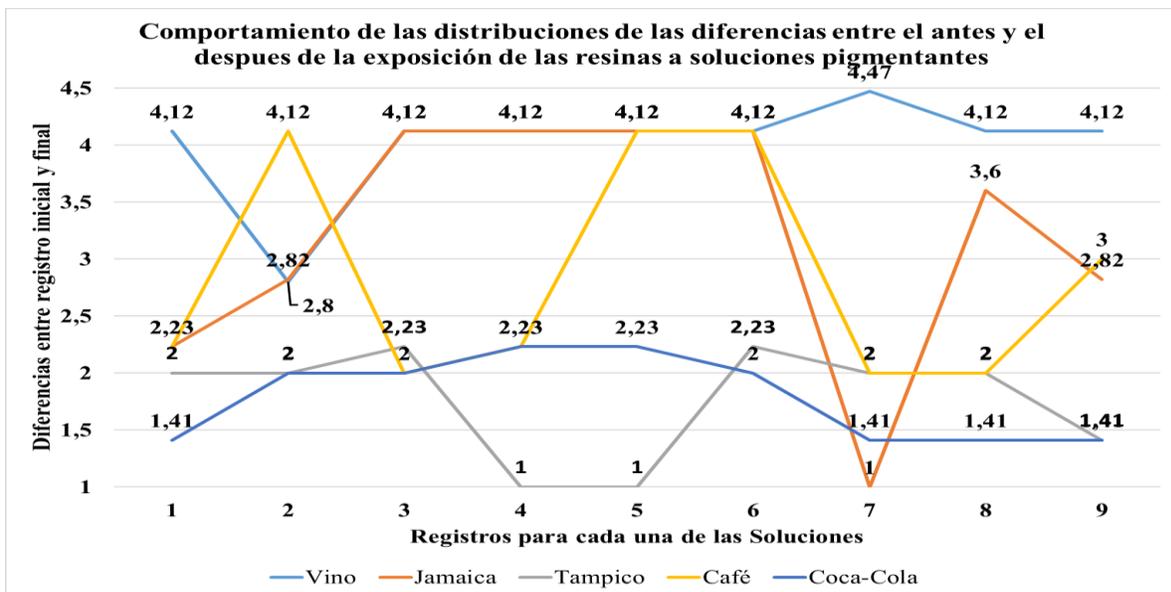


Gráfico 2



Sistema VITA 3D Master (EasyShade)

Gráfico 3

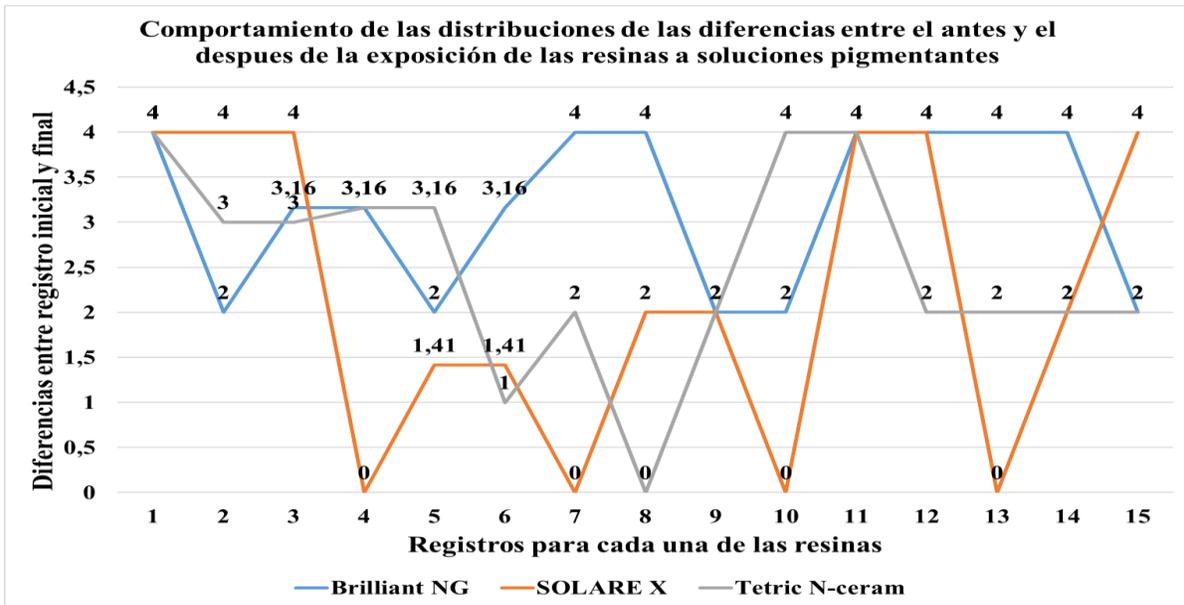
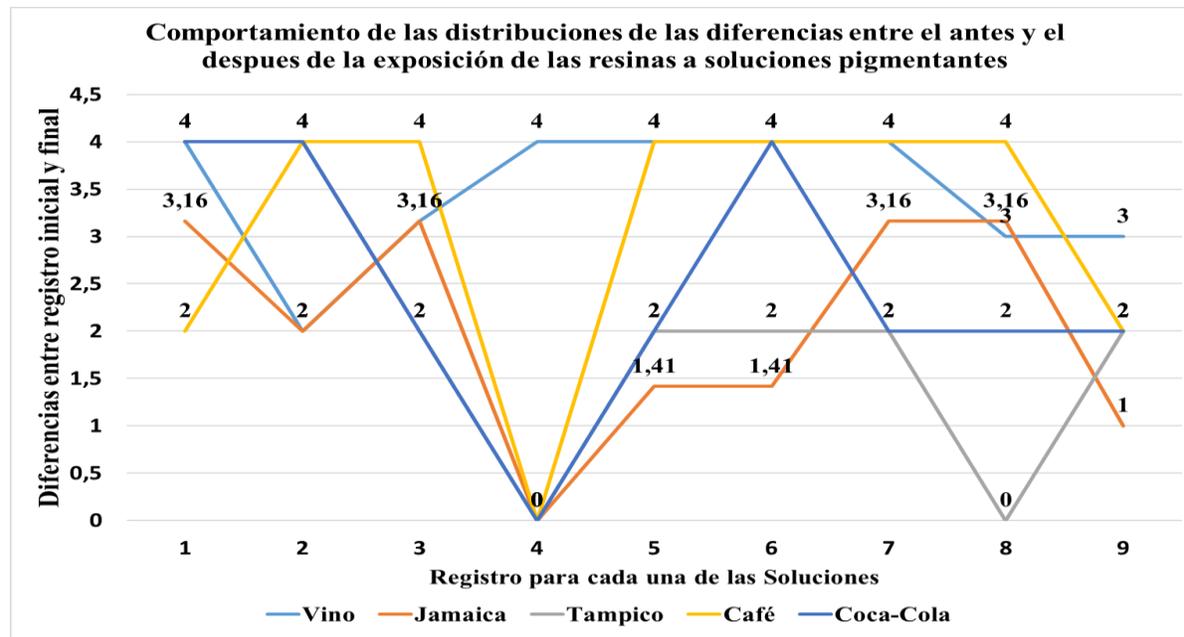


Gráfico 4



Sistema VITA 3D Master (Visual)

Gráfico 5

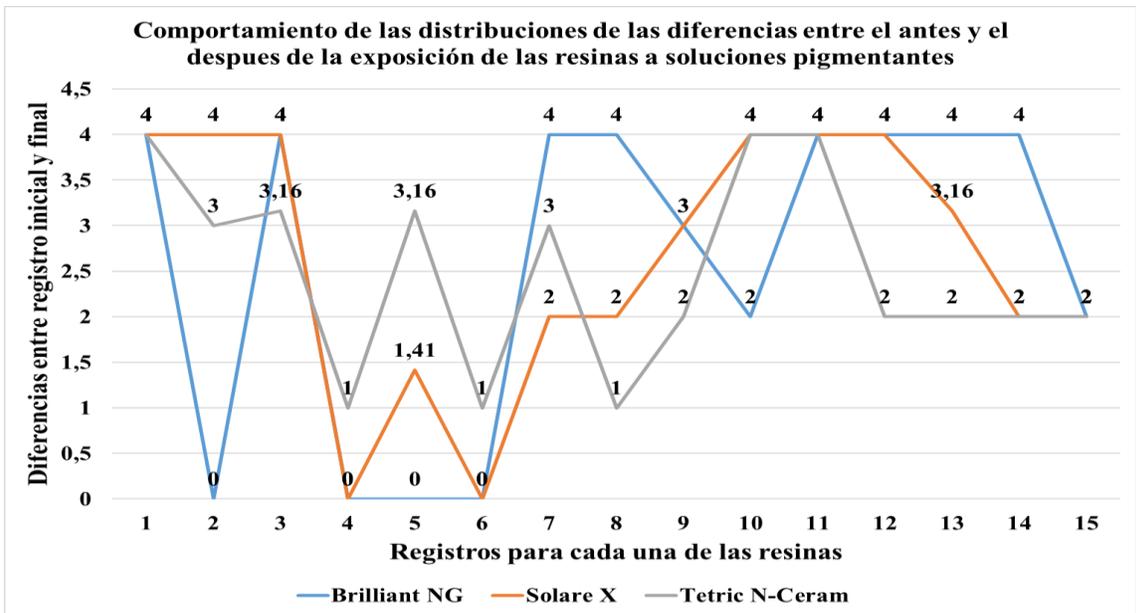


Gráfico 6

